



Федеральное агентство по рыболовству
Мурманский государственный технический университет
(МГТУ)
Мурманский морской биологический институт (ММБИ)
Полярный геофизический институт (ПГИ)
Геологический институт КНЦ РАН
Finnish Meteorological Institute (FMI, Хельсинки)



**Международная научно-техническая
конференция**

НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2009

(1 - 9 апреля 2009 г.)

Мурманск
2009

Наука и образование – 2009

[Электронный ресурс] : материалы межд. науч.-техн. конф., Мурманск, 1-9 апреля 2009. / МГТУ. - Электрон. текст дан. (181 Мб). - Мурманск: МГТУ, 2009. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – систем. требования : PC не ниже класса Pentium II; 128Mb RAM ; программное обеспечение для просмотра файлов в формате Adobe PDF 1.5; дисковод CD-ROM 2-х и выше. -

Гос. рег. НТЦ "Информрегистр" № 0320900170.

181 Мб

1 оптический диск

Международная НТК «НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ-2009» проводилась при финансовой поддержке Министерства экономического развития Мурманской области.

Компьютерный набор и редактирование: Мартыненко О.В., Золотов О.В.

Материалы докладов международной НТК «НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ-2009»
опубликованы в авторской редакции

© Мурманский государственный технический университет, 2009

© Murmansk State Technical University, 2009

Оглавление

Пленарное заседание «Наука и образование»	I
Секция «Технологии дистанционного обучения»	II
Секция «Математическое моделирование, численные методы и программные разработки»	III
Секция «Фундаментальные проблемы геологии Кольского полуострова и шельфа Баренцева моря»	IV
Секция «Геофизические процессы в Арктике»	V
Секция «Химия»	VI
Секция «Техника и технологии переработки гидробионтов и сельскохозяйственного сырья»	VII
Секция «Экология и защита окружающей среды»	VIII
Секция «Современные проблемы биологии»	IX
Секция «Биоэкология»	X
Секция «Микробиология»	XI
Секция «Биохимия и медицина»	XII
Секция «Энергетика и транспорт»	XIII
Секция «Безопасность мореплавания и промышленное рыболовство»	XIV
Секция «Радиотехника и радиосвязь»	XV
Секция «Техническая эксплуатация флота»	XVI
Секция «Автоматика и электрооборудование судов»	XVII
Секция «Физические процессы шельфовых нефтегазовых производств и технологий»	XVIII
Секция «Проблемы преподавания естественнонаучных предметов в высшей школе»	XIX
Круглый стол «Инновационные технологии в судостроении и судоремонте»	XX
Авторский указатель	XXI

***ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ»***

Пленарное заседание «Наука и образование»

Козлов Н.Е., Иванов А.А. Проблема качества высшего образования.....	6
Гроховский В.А., Ершов А.М., Шокина Ю.В., Николаенко О.А., Бражная И.Э., Волченко В.И., Корчунов В.В., Куранова Л.К., Низковская О.Ф., Толсторебров И.Н., Барышников А.В., Похольченко В.А., Ершов М.А., Иваней А.А., Беспалова В.В., Кирилюк О.А. Глубокая переработка гидробионтов на Северном бассейне: инновационные технологии и техника учёных МГТУ.....	12

ПРОБЛЕМА КАЧЕСТВА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Козлов Н.Е.^{1,2}, Иванов А.А.¹ (*Апатиты, ¹ АФ МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых; ² Геологический институт КНЦ РАН;*
kozlovne@afmgtu.apatity.ru)

Abstract. In work position that reduction of number of high schools – only one of ways of improvement of quality of formation is stated. Questions of improvement of quality of the personnel of teachers, quality of the educational programs, overcomings between an average and higher education and quality of an infrastructure, including computer networks and modern libraries are not less important. It is shown, how these questions dare today and what unresolved problems exist.

В 2006 г. на аналогичной конференции мы уже говорили о качестве высшего образования в связи с Болонскими инициативами, где высказывали некоторые сомнения в целесообразности безоглядного перенимания западного опыта. За это время обсуждение проблемы качества вышло на новый виток. При этом во главу угла поставлено количество вузов. Еще в октябре 2008 г. Президент России Дмитрий Медведев на заседании попечительских советов Сибирского и Южного федеральных университетов сказал: "Такого количества университетов нигде в мире нет, у нас около тысячи вузов и еще две тысячи филиалов, я не уверен, что это мало даже для Китая". Главной мыслью явилось то, что из-за необоснованно большого количества вузов России грозит резкое ухудшение качества образования. Это заявление сразу было подхвачено как панацея от всех бед в борьбе за качество. На Приволжской региональной научно-практической конференции, посвященной повышению качества образования, уже прямо было сказано, что в погоне за количеством вузов качество образования явно отошло на второй план. По словам Министра образования и науки РФ А.А.Фурсенко, в России должны остаться до 50 университетов и максимум 150-200 вузов. России нужно укрупнять вузы, поскольку у крупных вузов гораздо больше возможностей давать качественное образование. Остальные вузы нужно преобразовать либо в филиалы университетов, либо в среднепрофессиональные учебные заведения, либо совсем закрыть.

Мы ни коим образом не ставим под сомнение этот тезис. В нем много справедливого. Действительно, по данным Росстата, в 2007-2008 учебных годах свою деятельность осуществляло 1108 вузов (для сравнения: в 1993-94 гг. - 626 вузов, 2000-01 гг. - 965 вузов, 2004-05 гг. - 1071 вуз). Соответственно, и число студентов с каждым годом растет (от 626 тыс. студентов в 1993-94 гг. до 7461 тыс. в 2007-08 гг.). При этом численность профессорско-преподавательского персонала в российских учебных заведениях существенно не меняется: от 240 тыс. в 1993-94 гг. до 340 тыс. в 2007-08 гг.

Все это, конечно же, влияет на качество образования. Россия сегодня занимает третье место по проценту населения с высшим образованием (после Норвегии и США), однако, на фоне востребованности высшего образования, сегодня остро встает вопрос о его качестве. По итогам социологических опросов более половины выпускников российских вузов недовольны качеством образования. Предприятия, в том числе и частные, не удовлетворены качеством специалистов, подготовленных для них вузами. Не менее 30% вновь принятых на работу нуждаются в немедленном переобучении. На «доводку» каждого из них предприятие в среднем теряет от одного до трех месяцев и тратит суммы, намного превышающие средний уровень затрат. Основное образование

все больше рассматривается как чисто формальное, обеспечивающее лишь «корочку» диплома и отсрочку от армии.

Таким образом, еще раз повторим - тезис сокращения числа вузов в целом, вероятно, справедлив. Но нужен разумный механизм его реализации. Почему надо оставить именно 50 университетов и 200 вузов, а не, скажем, 60 и 300, или 40 и 100? Представляется, нельзя задаваться каким-то числом. Надо рассматривать каждый вуз конкретно, исходя как из его возможностей, так и из задач, которые он решает в данном регионе и только тогда определять, стоит его сокращать или нет. К примеру, создание в нашей области Мурманского государственного технического университета и его филиалов – явление для региона явно положительное, и вся уже более чем 10-летняя практика работы это показала. Вернись мы сейчас к подготовке кадров для предприятий и учреждений области через столичные вузы, вновь столкнулись бы с кризисом в обеспечении кадрами высшей квалификации, как это было в 90-ые годы прошлого столетия. При этом ни размер вуза, ни расстояние от него до центра России не должны быть критериями его жизнеспособности. Но в данной статье хотелось бы обсудить несколько иные вопросы. Как представляется, кроме всевозрастающего количества вузов есть и другие причины снижения качества образования. И о них почему-то говорится намного реже. А эти причины нам представляются не такими уж незначимыми.

Вернемся ненадолго вновь к Европе и ее стандартам, раз уж у нас принято это направление реформы высшего образования. Еще в 1995 году, то есть почти 15 лет назад, ЮНЕСКО, во исполнение решений своей Генеральной конференции, был разработан Программный документ под названием "Реформа и развитие высшего образования", в котором в тезисной форме излагались мировые тенденции и задачи. Среди главных задач высшего образования в «быстро меняющемся мире» выделены несколько главных направлений, в том числе соответствие требованиям современности, интернационализация и качество, определяемое как "многосторонняя концепция, охватывающая все основные функции и виды деятельности применительно к высшему образованию".

Из более чем 150 содержащихся в Программном документе положений непосредственно качеству образования посвящены 18. Содержащееся в них понятие «качества» охватывает все основные функции и направления деятельности в области высшего образования - качество преподавания, подготовки и исследований, что означает качество соответствующего персонала и качество обучения как результат преподавания и исследований. Остановимся чуть подробнее на аспектах, влияющих, согласно данного документа ЮНЕСКО, на качество высшего образования.

Во-первых, это качество персонала, гарантируемое высокой академической квалификацией преподавателей и научных сотрудников вузов, а также качество образовательных программ, обеспечиваемое сочетанием преподавания и исследований, их соответствием общественному спросу. Во-вторых, - качество подготовки студентов, которое может быть достигнуто только на пути преодоления многопланового разрыва, существующего между средним и высшим образованием, и повышения роли механизмов учебно-профессиональной ориентации и мотивации молодежи. И, наконец, в-третьих, - качество инфраструктуры, включая компьютерные сети и современные библиотеки, что может быть обеспечено за счет достаточного финансирования, возможного только при сохранении государственного подхода к высшему образованию как общенациональному приоритету. Вот те три позиции, которые, как полагают в Европе, обеспечивают качество, и о которых надо говорить сегодня наряду с простым арифметическим сокращением вузов.

Не будем голословными и поясним эту мысль на примерах, в том числе и примере работы Апатитского филиала МГТУ. Итак, качество персонала, занятого в образовательном процессе. В его обеспечении, как нам представляется, есть две стороны. Первая – достойная оплата тех, кто занят на этой работе полностью. Только так мы можем обеспечить стабильность кадрового состава и его высокий профессиональный уровень. Если бы мы писали эту статью год или два назад, вопросов для критики было бы бесконечно больше. Сейчас, с введением затянувшейся в нашем государстве новой системы оплаты труда, ситуация явно улучшилась. Хотя, как на это повлияет экономический кризис, сказать трудно.

Вторая сторона – привлечение сторонних преподавателей. Казалось бы, чем более узкий специалист будет читать узкоспециальный предмет, тем для качества обучения лучше. К примеру, мы в филиале стараемся, чтобы предметы специализации ребятам читали ученые всероссийского или даже мирового уровня. Сегодня в АФ МГТУ преподают более 100 сотрудников КНЦ РАН, в подавляющем числе имеющих научную степень, часто докторскую, кафедрами руководят четыре члена Российской Академии Наук. Такой подход явно на пользу делу и в этом нас поддерживает руководство МГТУ. А как же министерство? Мы не раз и писали, и говорили о том, что реализации такого подхода существенно мешает приказ Минобрнауки России от 08 ноября 2000 г. № 3207, касающийся показателя «процент преподавателей, работающих в вузе на полную ставку (штатных преподавателей)». Согласно данному Приказу, пускай лучше один преподаватель, знающий многое из того, что рассказывает студентам, лишь поверхностно, из тех же учебников, читает на постоянной основе, чем это будут делать десять, пускай прекрасно знающих детали, но совместителей. И что? Воз, как говорится, и ныне там... Качество страдает, зато Приказ неукоснительно выполняется.

Теперь о качестве образовательных программ. Постоянное реформирование высшей школы сопровождается появлением новых стандартов, выполнение которых далеко не всегда приводит к повышению качества образования. Приведем конкретный пример из области геологии. Нам, как геологам по специальности, ближе эта сфера деятельности. Сокращение в государственном образовательном стандарте бакалавра-геолога часов на учебные практик привело, на наш взгляд, к тому, что при его выполнении мы выпускаем людей, имеющих о геологии явно недостаточное для работы в этой отрасли представление. В Апатитском филиале МГТУ этот изъян в стандарте мы исправляем лишь благодаря помощи Геологического института КНЦ РАН, который такие учебные практики проводит, совмещая их со своими полевыми работами. У других специальностей проблемы, возможно, аналогичны.

Вторая позиция повышения качества образования – преодоление разрыва между качеством среднего и высшего образования. Не будем касаться этой проблемы подробно, изложим лишь кратко результаты очень интересных наблюдений проректора МГТУ по информационным технологиям и дистанционному обучению В.И.Середы, сделанных на представительных «выборках» студентов-первокурсников. Выводы этих исследований однозначно свидетельствуют о том, что с введением ЕГЭ качество подготовки в школах Мурманской области ухудшилось. Вместо насыщения старшеклассников знаниями идет «натаскивание» их на тесты. Показатели результатов сдачи ЕГЭ растут, а качество знаний снижается. Прав В.И.Середи, а вместе с ним и мы, или нет, вопрос спорный, но факт остается фактом – большинство опрошенных преподавателей наших кафедр, а мы существуем уже более 10 лет, так что некоторая статистика у нас имеется, считают, что студенты в своей массе становятся явно все слабее и слабее. Хорошо бы подумать об этом и Министерству науки и образования.

Ну и, наконец, третье – качество инфраструктуры, как один их элементов повышения качества образования, что достигается, как было отмечено выше, достаточным финансированием. Здесь тоже не все так гладко, как хотелось бы. Мы не затрагиваем этот год – кризис, а значит условия не стандартные. Проанализируем предыдущие годы. Пока, при всех громких словах в поддержку интеграции, звучавших с экранов телевизоров, наш филиал, как достаточно яркий «продукт» такой интеграции, выживал только благодаря поддержке МГТУ и КНЦ РАН. Среди факторов, влияющих на эффективность реализации политики повышения качества высшего образования в нашем филиале, в первую очередь следует назвать наличие современной учебно-лабораторной базы. АФ МГТУ располагает кабинетами петрографии и минералогии, биологии, также оснащенные оборудованием с помощью институтов КНЦ РАН. Кроме того, специализацию студенты АФ МГТУ проходят в оборудованных лабораториях различных институтов научного центра. К их услугам библиотека филиала и научные библиотеки институтов, минералогический музей ГИ КНЦ РАН, экспозиции коллекций местных и интродуцированных растений, различных типов северных ландшафтов на территории ПАБСИ РАН. АФ МГТУ располагает компьютерным классом, подключенным к системе «ИНТЕРНЕТ» и оснащенный, в том числе с помощью КНЦ РАН, компьютерами «Pentium-IV» последнего поколения, начато формирование электронной библиотеки геологической литературы. И создано все это не благодаря целенаправленной государственной поддержке вузов, а благодаря активному содействию КНЦ РАН и постоянной финансовой поддержке МГТУ, подчеркнем, за счет внебюджетных активов.

При этом мы до сих пор не получили от законодателей так необходимых нам юридически норм взаимодействия высшей школы и науки, что многие годы затрудняет или делает невозможным даже при полном согласии заинтересованных сторон, решение ряда вопросов, к примеру, безвозмездную передачу во временное пользование учебному подразделению площадей, оборудования и т.д., находящихся в собственности научных учреждений. Появись такая законодательная база и затраты на содержание филиала и подобных структур в других уголках России снизилась бы.

К этому можно добавить, что для периферийных образовательных учреждений, в которых в значительном объеме реализуется идея интеграции науки и высшего образования, будь то Мурманский государственный технический университет в целом или наш филиал, в частности, достаточно затруднительной является конкуренция с крупными столичными вузами в получении грантов по различным федеральным программам поддержки интеграции (которые по своей глобальности часто чрезмерны), особенно в том случае, если вузы имеют двойную, в том числе отраслевую подчиненность, как наш Университет. Здесь выход видится в том, чтобы часть денег из подобных программ целевым образом отдавать в регионы и на местах проводить конкурсы по поддержке инновационных проектов интеграции по образу и подобию региональных грантов РФФИ.

Реши вышестоящие инстанции эти проблемы, тогда появится соответствующее финансирование и качество инфраструктуры, а значит, и образования будет соответствующим. Пока же многое делается для того, чтобы финансирование ухудшить. Так, необдуманный в сложных экономических условиях новый порядок приема в вузы, принятый Министерством образования и науки на 2009 год, оптимизма в данном вопросе не добавляет. Вероятный отток при новой системе значительного контингента студентов-заочников или желающих получить дистанционное образование, которых может отпугнуть необходимость сдачи ЕГЭ, явно не улучшит финансовое состояние вузов.

Есть и другие вопросы, связанные с проблемой качества образования, которые необходимо иметь в виду. Если мы говорим о его повышении, значит, должна быть некая мера, которой это качество можно было бы измерить. Иначе говорить о повышении или понижении бессмысленно. В то же время, по мнению многих специалистов, исследующих этот вопрос, такое прямое измерение затруднительно. Так, тестирование студентов и выпускников вузов, по результатам которого можно было бы, казалось, его оценить, проводится нерегулярно, при тестировании применяются различные методики, что затрудняет сопоставимость результатов, и существуют сомнения в беспристрастности и надежности подобных процедур. Кроме того, по большинству специальных дисциплин тесты вообще отсутствуют. Надо отметить, мы в Филиале видим в регулярном тестировании путь к оценке качества. Кроме оценки качества своей работы мы получим также объективный механизм мониторинга качества во времени, что немаловажно и явится стимулом для поиска новых форм обучения.

Более объективны, по мнению ряда исследователей, показатели ресурсной обеспеченности вуза, такие, как уровень финансирования, численность преподавателей, в том числе с учеными степенями, в расчете на одного студента, фонды библиотек, наличие компьютеров, доступ в Интернет, и другие, но они дают лишь представление о возможностях качественного обучения в данном вузе, не позволяя судить о том, в какой мере эти возможности реализуются. В связи с этим для оценки качества образования следует привлекать косвенные признаки, например, оценку вузовского диплома при приеме на работу. И здесь, как нам представляется, по целому ряду специальностей ни МГТУ, ни Апатитский филиал не уступили бы многим центральным вузам. По крайней мере, выпускники наших кафедр работают в институтах КНЦ не хуже выпускников вузов Москвы и Санкт-Петербурга.

Проблем, конечно, много. Но вопрос поставлен правильно – качество обучения в вузах повышать необходимо. В масштабах России с этим напрямую связано наше будущее, благосостояние всех проживающих в нашей стране. В масштабах вуза это связано с обеспечением его конкурентоспособности в новых условиях. На рынке высшего образования, помимо «средних», действуют и «лидирующие» вузы, в отношении которых ожидания абитуриентов и работодателей значительно более благоприятны. Выпускники таких вузов обоснованно рассчитывают на престижную работу, а работодатели ожидают, что обладатель диплома престижного вуза окажется ценным сотрудником, причем ни те, ни другие не разочаровываются.

Престижность вуза обеспечивает значительный конкурс при поступлении и позволяет уже на стадии отбора и зачисления сформировать контингент способных студентов. Выпускники престижного вуза и в самом деле оказываются талантливыми молодыми людьми, подтверждая в этом смысле благоприятную репутацию вуза. Более того, общение в течение нескольких лет с талантливыми сверстниками является мощным фактором интеллектуального развития личности – в этом состоит многократно подтвержденный эмпирически «эффект среды».

«Престижность» оценивается как самими студентами, так и сторонними экспертами. Вот почему обнадеживающим фактом является то, что в 2007 году ректору МГТУ А.М.Ершову в очередной раз вручен сертификат соответствия системы менеджмента качества требованиям международного стандарта ИСО 9001 версии 2000 года. Вот уже 7 лет университет находится в первой тройке лучших по подготовке студентов и аспирантов среди участников Федеральной стипендиальной программы Благотворительного фонда Владимира Потанина, охватывающей 60 ведущих государственных вузов страны. В этом году МГТУ стал дипломантом Всероссийского конкурса "Системы качества подготовки выпускников образовательных учреждений

высшего профессионального образования", то есть вошел в десятку лучших вузов России, претендующих на звание лучшего университета в области системы качества подготовки специалистов. Мы, как филиал, видим своей задачей соответствовать таким высоким требованиям и вместе с коллективом МГТУ совершенствовать работу по повышению качества образования.

ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ГИДРОБИОНТОВ НА СЕВЕРНОМ БАССЕЙНЕ: ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА УЧЁНЫХ МГТУ

Гроховский В.А., Ершов А.М., Шокина Ю.В., Николаенко О.А., Бражная И.Э., Волченко В.И., Корчунов В.В., Куранова Л.К., Низковская О.Ф., Толсторебров И.Н., Барышников А.В., Похольченко В.А., Ершов М.А., Иваней А.А., Беспалова В.В., Кирилюк О.А. (МГТУ, кафедра "Технологии пищевых производств", v.grokhovsky@mail.ru)

Abstract. New technologies of canned food, cooked fish, semi-smoked, aromatized, minced, formed and dried production, fish preserves, and devices for making ecologically safe smoking mediums, universal smoking and drying installation were made by the scientists of the MSTU for real prospective of including non-traditional and rarely used fishing objects of Arctic Region. Works on making food production from fish protein isolate are being made. All these things will make the possibility to making competitive deep-processing production from hydrobionts.

Рыбная промышленность является очень важным сегментом экономики России. От развития рыбного хозяйства и рыбного рынка, как важнейшего источника поставок ценных физиологически важных продуктов питания, в известной мере зависит продовольственная безопасность государства. Вместе с тем известно, что с каждым годом нарастают объёмы импорта рыбной продукции, которые ещё в 2007 году превысили 40 процентную отметку и такая тенденция, вероятно, если не будут предприняты кардинальные меры, сохранится на последующие годы.

Изменение динамики доли импорта таких товаров, начиная с 2001 года в потреблении населением России, характеризуется следующими показателями, данные представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Доля импорта рыбной продукции в % в Россию с 2001 по 2008 гг.

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
24,1	26,1	29,1	36,4	40,9	31,0	42,3	43,4

Такое тревожное состояние с интервенцией зарубежных рыбных товаров в Россию усугубляется утраченным по сравнению с 90 годами прошлого столетия уровнем глубокой переработки гидробионтов, что совершенно очевидно просматривается на примере одного из «рыбных» регионов страны.

Баренцево море и прилегающие к нему акватории по-прежнему играют важную роль как источники ценных водных биоресурсов (ВБР) как традиционно промысловых (треска, пикша, сайда, палтус, окунь морской, камбала и др.), так и перспективных малоиспользуемых или даже не подвергаемых изъятию по ряду объективных и субъективных причин (сайка, пинагор, звёздчатый скат, морской петух и др.).

Динамика добычи и переработки предприятиями Мурманской области традиционных ВБР за последние 7 - 12 лет свидетельствует об относительной стагнации ежегодных объёмов вылова, установившихся на уровне 550 – 600 тысяч тонн и выпуска готовой продукции в пределах 450 – 500 тыс. тонн.

Таблица 2 – Ежегодные объёмы выпуска готовой продукции всеми предприятиями рыбопромышленного комплекса Мурманского региона (тыс. тонн).

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
459,3	484,0	443,4	448,4	505,2	520,7	490,7	487,2

Как показывает анализ деятельности этих предприятий Мурманской области за последние 8 лет, преобладающие объёмы производства (более 90 %) представлены мороженой рыбопродукцией, а на долю рыбы глубокой переработки (консервы, пресервы, филе мороженое) приходится менее 5 %.

А если проанализировать итоги производственной деятельности береговых рыбоперерабатывающих предприятий Кольского полуострова за последние 8 лет, то картина совсем не придающая оптимизма, общие объёмы составляют не более 10 % от добычи и находятся в пределах 40 – 50 тыс. тонн, а объёмы выпуска по отдельным видам продукции весьма малозначительны.

Следовательно, и на федеральном, и на региональном уровнях управления рыбными ресурсами должны быть приняты исчерпывающие меры для того, чтобы переломить эту негативную ситуацию с отечественным производством продуктов из гидробионтов.

Вместе с тем невозможно найти быстрое решение изменения такого состояния в отрасли, используя один лишь административный инструментарий. Необходимо задействовать комплекс мер, среди которых доминирующей, на наш взгляд, должна быть разработка и внедрение инновационных технологий, глубокой переработки водного сырья, причём использования малоценных и нетрадиционных и недоиспользуемых водных биоресурсов.

К таким объектам промысла в нашем Арктическом регионе относят сайку, пинагор, колючий скат, мольву, морского петуха, кукумарию и другие объекты промысла, суммарный запас которых приближается к 2 млн. тонн.

Таблица 3 - Недоиспользуемые и нетрадиционные биологические ресурсы Арктического региона

Объекты промысла	Запасы, тыс. тонн	Вылов (2008 г), тыс. тонн
Сайка	1300	20
Пинагор	12	-
Песчанка	14	Промысла нет
Кукумария	30	Промысла нет
Звёздчатый скат	110 - 116	Промысла нет
Мольва	Более 50	Не более 5
Морской петух	Более 100	Не более 15
Полярная акула	Не установлены	0,8 – 1,2

Учеными нашего Мурманского государственного технического университета ведется целенаправленная работа в этом направлении. При определении целей прикладных исследований было решено исходить из того, что их результаты должны быть направлены на развитие и разработку конкурентоспособных технологий переработки гидробионтов, новой техники и технологического оборудования. Одним из перспективных и дешевых гидробионтов в Арктическом регионе является сайка (полярная тресочка), запасы которой приближаются к полутора миллионам тонн.

Нами разработали целый спектр разнообразной продукции, в том числе консервов, пресервов, фаршевой, формованной продукции, гидролизатов и изолятов.

К примеру, на консервы «Сайка копчёная в масле» уже разработана и утверждена нормативная документация (ТУ 9271-004-00471633-06 и ТИ).

В завершающей стадии решения находится актуальная проблема изготовления высококачественных фаршей из сайки.

Не так давно начаты работы по получению изолята рыбного белка (ИРБ) из сайки с последующим изготовлением на его основе ряда пищевых продуктов, в частности бесхолестеринового майонеза, шоколадного пудинга и грибного соуса.

Одно из наших наиболее развитых направлений - создание новых видов консервов из гидробионтов и, в частности, с применением щадящих, мягких методов ПТО, поскольку получен соответствующий патентный приоритет.

Нами создан целый спектр такой продукции «под ключ» и, в частности, консервы из подкопченной кукумари (ТУ 9273-002-00471633-04 и ТИ), консервы «Рыба копчёная в масле» (из морского петуха, путассу, колючего ската).

Очень привлекательны по вкусоароматическим достоинствам созданные нами консервы «Морской петух натуральный с добавлением масла», вкусные консервы разработаны из мольвы: «Филе мольвы подсушенное в масле со специями», «Филе мольвы натуральное в масле в масляной заливке». Нормативные документы на эти консервы в стадии утверждения.

Перспективным объектом промысла является звёздчатый скат, который широко распространен по всей Северной Атлантике. Нами разработана технология переработки ската с получением различных видов продукции - котлет, пельменей, рыбы горячего копчения с применением коптильной жидкости и энергии ИК-излучения, а также различные виды консервов с предварительной термической обработкой.

Актуальным направлением является совершенствование технологии изготовления консервов из мороженой печени трески. Нашими коллегами разработана технология консервов из печени рыб с применением предварительной СВЧ-обработки с различными заливками, в частности, в сметанном соусе; в томатно-сметанном соусе; в укусно-майонезном соусе; а также паштеты из печени (печёночно-морковный, печёночно-грибной и др.) с высокими гастрономическими достоинствами.

Нами продолжают работы по созданию новых видов консервов из морепродуктов, в частности, с использованием мускула морского гребешка и мяса креветки в оригинальных заливках.

МГТУ, кроме того, ведёт активную научно-исследовательскую деятельность на основании договора о сотрудничестве с ОАО «Мурманский траловый флот», в частности, в области разработки научно-обоснованных формул стерилизации.

Нами разработаны такие формулы на следующие виды консервной продукции «Рыба тресковых пород (треска, пикша, сайда, путассу) по-поморски» в банках № 3, 6, «Ханса»; «Икра трески стерилизованная» в банке № 6; «Паштет из печени и икры трески» в банке № 3, заканчиваются работы по разработке режима для консервов «Икра сайды стерилизованная» в банке № 3.

В 2008 году изготовлено 10000 банок консервов «Паштет из печени и икры трески», а в 2009 году планируется выпуск 100 тыс. банок консервов «Икра трески стерилизованная» в банке № 6. Остальные виды консервов будут выпускаться небольшими партиями для изучения и продвижения консервов на рынок.

Одна из лучших наших разработок - технология изготовления «Морского ассорти» - комбинированного подпрессованного малосолёного филе нескольких видов рыб с добавлением морской капусты, а также мяса креветки и кальмара. Способ получения формованного рыбного продукта в октябре 2008 г. получил положительное

решение на выдачу патента на изобретение Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент).

Разработкой ученых МГТУ, не имеющей аналогов, является создание опытно – промышленной установки, включающей дымогенератор с инфракрасным энергоподводом и устройство по изготовлению коптильного препарата «Сквама-2», позволяющая вырабатывать коптильную среду, практически не содержащую канцерогенных веществ. На установку имеется 3 патента РФ, утверждена вся необходимая техническая документация, изготовлено и реализовано несколько установок, успешно эксплуатируемых на предприятиях в Латвии, а также в Ленинградской области и в Мурманске.

С использованием коптильного препарата «Сквама-2» разработано сразу несколько технологий изготовления деликатесной рыбной продукции: пресервов из нежирной сельди и мелкой мойвы в ароматизированном коптильным препаратом масле; слабосоленой рыбы со вкусом и ароматом копчености – филе нежирной сельди и филе радужной форели.

Препарат защищен патентом и утвержденной НД. Отрадно то, что коптильный препарат «Сквама-2» нашел применение и в мясоперерабатывающей промышленности.

МГТУ была разработана под «ключ» и передана промышленности технология изготовления полуфабрикатов мясных деликатесных охлаждённых 18 наименований, в том числе с применением коптильного препарата «Сквама-2» (ТУ 9214–001-56963868-02 и ТИ)

Мясоперерабатывающим предприятием ООО «Статим» (пос. Молочный Мурманской обл.) по новой технологии изготовлено более 112 тонн такой продукции на сумму 15,5 млн. рублей.

Нашими исследователями, кроме того, разработаны пресервы типа паштеты из подкопченной сайки и малосоленые пресервы из бланшированного кальмара в различных соусах, а также новая кулинарная продукция с использованием гидробионтов – котлеты рыбные «Здоровье» с добавлением творога и хитозана, характеризующиеся неповторимой гаммой вкусоароматических достоинств.

В течение ряда лет ведутся успешные исследования по разработке способов получения ВАКЭ (вкусно-ароматических коптильных экстрактов) из древесины различных пород, кустарников и трав Кольского полуострова, водорослей, фруктов, цитрусовых, плодов и овощей.

С использованием ВАКЭ разработана технология изготовления солено-сушеной рыбной продукции, имеющей в настоящее время высокий и стабильный спрос на рынке рыбных товаров.

Нашими специалистами создана универсальная коптильно – сушильная установка, внедрение и функционирование которой на одной из предприятий Мурманска позволило изготовить более 250 тонн вяленой рыбы на сумму 19 млн. руб.

Практически на все технологии и технику разработчики имеют утвержденную нормативную документацию, или её проекты. Все образцы продукции неоднократно представлялись на всероссийских и международных выставках, где получали высокую оценку специалистов.

Вывод

Выполненные учёными МГТУ научные разработки привели к созданию новых технологий и оборудования, позволяющих изготавливать конкурентоспособную продукцию глубокой переработки из гидробионтов.

СЕКЦИЯ
«ТЕХНОЛОГИИ
ДИСТАНЦИОННОГО
ОБУЧЕНИЯ»

Секция «Технологии дистанционного обучения»

Глухих Я.А. Принципы педагогической целесообразности и технической возможности применения новых средств информационных технологий в преподавании иностранных языков в вузе.....	18
Дмитриев М.М. Элементы социальных сетей в институте дистанционного обучения	21
Емельянов В.Е. Из опыта обучения иностранным языкам с помощью дистанционных технологий.....	23
Замарина С.Ю. Некоторые проблемы в обучении иностранному языку в системе дистанционного образования	27
Колпакчи С.С. Реализация автоматизированного рабочего места обучаемого в рамках технологии дистанционного обучения	29
Кацуба В.С., Лазарева И.М. Педагогические и технологические аспекты разработки электронного конспекта лекций.....	31
Лебедь Н.Л. Обучение иностранному языку средствами интернет–коммуникаций.....	34
Маринин А.А. Обучающая и контролирующая программа для дисциплины «Ремонт корпусных конструкций».....	37
Маркова Л.А. Технические условия проведения видеоконференций.....	39
Мельник А.Н. Дистанционное обучение: плюсы и минусы	42
Николаенко О.А. Опыт обучения студентов технических специальностей в ИДО	45
Кривичев А.И., Сидоренко В.Н. Организация процесса дистанционного обучения в вузах при помощи интернет-технологий.....	48
Федотов Д.В. Анализ возможностей технической реализации МСУДС морского порта.....	51
Федотов Д.В. Реализация документооборота форм контроля в системе дистанционного обучения	54
Луковкин С.Б., Хохлова Л.И. Применение элементов дистанционного обучения для улучшения качества учебного процесса.....	56
Дмитриев М.М. Виртуальная доска в технологии дистанционного обучения	59
Колпакчи С.С. Перспективы развития программного комплекса дистанционного обучения	60
Петров Б.Ф. Использование представительств вуза для реализации дистанционных образовательных технологий.....	61

ПРИНЦИПЫ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ СРЕДСТВ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ В ВУЗЕ

Глухих Я.А. (*Мурманск, МГТУ, кафедра ДИЯ, janaag@yandex.ru*)

Abstract. The experience of modern information technologies introduction in educational process states the idea of creation special training environment which can be described as environment where the information is logically processed in the information environment in forms, suitable for independent development trained with various levels of preparation)

От уровня информационно-технологического развития и его темпов зависят роль государства в мировом сообществе, состояние экономики и качество жизни людей. В большинстве стран активно идут интенсивные процессы информатизации образования. Разрабатываются пути повышения результативности общего образования, вкладываются большие средства в разработку и внедрение новых информационных технологий.

Нельзя не отметить, что современная система образования благодаря интенсивному освоению возможностей новых информационных технологий, качественно меняется, совершенствуется. Грамотное и последовательное развитие дистанционного обучения (ДО) способно помочь перейти от репродуктивной к активной парадигме освоения знаний, к образованию, основанному на активной и конструктивной совместной деятельности. Особенностью ДО является акцент на самостоятельную (планируемую и направляемую преподавателем!) деятельность обучающегося по освоению предметной области. Типы общения разнообразны: индивидуальное (один-один), групповое: один-многие; пары сменного состава; малые группы; многие-многие.

Значение этих методов и интенсивность их использования существенно возрастает с развитием обучающих телекоммуникационных технологий. Особую роль в учебном процессе современных университетов играют компьютерные конференции, которые позволяют всем участникам дискуссии обмениваться письменными сообщениями как в синхронном, так и в асинхронном режиме, что имеет большую дидактическую ценность.

Анализ тенденций развития вычислительной техники и средств передачи данных позволяет сделать вывод о том, что практически весь спектр информационных технологий, используемых в СДО, возможно реализовать уже сейчас, а некоторые – в ближайшем будущем, используя возможности сети Internet. Особое значение для решения задач дистанционного обучения имеет всемирная гипертекстовая среда (WWW) Internet, обеспечивающая интеграцию всех видов информации (от текстовых до видео) и транспортировку этой информации на любые расстояния. Кроме того, активное развитие средств взаимодействия через Internet позволяет реализовать не только обмен электронной почтой, но и проводить видеоконференции.

Кроме того, с точки зрения упрощения работы обучаемого (упрощения взаимодействия его с компьютером) важно, что при работе как в Internet, так и в Intranet, инструментом доступа обучаемого как к учебному материалу, так и при выполнении им тестовых и контрольных заданий, является браузер – стандартная программа работы с WWW.

В Центре СДО создается подразделение тьюторской поддержки. Основу такого подразделения составляет Web-сервер, на котором хранится информация:

- по всему учебному материалу, организованному как в виде Web-страниц (в том числе с использованием средств мультимедиа), так и хранимому в базе данных;
- по всем обучаемым в системе дистанционного образования (включая анкетные данные, индивидуальную программу обучения, результаты прохождения учебной программы и выполнения тестовых заданий и т.п.); о банке обучающих и тестирующих программ и др.

Дополнительно в Центре СДО организуются места для тьюторов, оборудованные мультимедийными компьютерами и системами видеоконференций. В региональных подразделениях в свою очередь создаются учебные классы на базе локальных вычислительных сетей, оборудованные мультимедийным компьютером с системой видеоконференций и LCD-панелью, а также Web-сервером.

Если исходить из концепции создания и развития единой системы дистанционного образования в России, методологических предпосылок изучения иностранного языка как средства иноязычного общения, то улучшение преподавания иностранных языков в вузе зависит от многого. А, именно, от реализации таких принципиальных вопросов организации учебного процесса как: отказ от авторитарного стиля преподавания (Господарик Ю.П.) ориентация на личностные качества обучающегося (Григорьев С.Г., Гришкун В.В. Шелухина А.В.); совершенствование технологий обучения учебным дисциплинам, а именно: отход от монолога как традиционно преобладающей формы учебной деятельности, и развитие такой формы обучения как полилог (общение, беседа, обсуждение); понимание иноязычной коммуникации не только как умения оформить информацию в текст, но и как побуждения партнера к какому-то действию речевого характера (Полат Е.С., Рахманов И.В.).

Можно активизировать дистанционную педагогическую деятельность с помощью организации дистанционных семинаров, конференций, проведения олимпиад, викторин (Сабатков Р.Б., Скамницкая Г.П.). Анализ научных исследований показывает, что, несмотря на значительное продвижение в реализации различных компьютерных технологий обучения, в том числе и дистанционного обучения иностранным языкам, потенциал информационных технологий реализуется еще недостаточно из-за отсутствия мультимедийных учебных комплексов, алгоритмов их разработки и применения, методических рекомендаций по их эффективному применению.

В настоящее время абсолютное большинство институтов, академий и университетов России ищут и реализуют пути организации компьютерного обучения иностранным языкам, апробируют и внедряют компьютерные технологии в процесс обучения иностранным языкам (английского языка).

В частности, интенсифицируется взаимодействие высшей школы России с зарубежными учебными заведениями и ассоциациями такими, как:

Британский Открытый университет (Open University),

Европейская ассоциация университетов дистанционного обучения (EADTU).

Европейская сеть дистанционного обучения (EDEN),

Согласно статистическим данным к настоящему времени в системе высшего образования России создано огромное количество подразделений по поддержке ДО. Интересен подход в работах таких ученых как Домрачева В.Г., Каракозова С.Д., Леонтьева А.Н., Машбиц Е.И. Их исследования, в большей степени, направлены на совершенствование познавательной деятельности, оптимизацию педагогического процесса за счет активации самостоятельной работы студентов в процессе

дистанционного обучения, повышение познавательной мотивации студентов с учетом их личностных и возрастных особенностей.

Дистанционное обучение иностранным языкам имеет свою специфику, обусловленную тем, что предполагает обучение различным видам речевой деятельности. Для обучения таким видам речевой деятельности, как чтение и письмо, можно в значительной степени ограничиться сетевым курсом, поскольку особенности этих видов речевой деятельности не требуют сами по себе объемной графики и даже значительного по объему звукового сопровождения. Тем не менее, при обучении произношению, речи и аудированию ограничиться только текстовыми файлами не удастся, необходима опора на звуковое сопровождение, а также создание различных ситуаций, стимулирующих устные высказывания обучаемых, т.е. возникает потребность опоры на иллюстративный материал. Использовать такой материал в сетевых курсах, технически возможно и уже не проблематично, как это было ранее из-за большого объема памяти, которого требовали такие файлы.

Ведущей целью обучения иностранному языку в вузе является коммуникативная – формирование коммуникативной компетенции, т.е. умения извлекать достаточно полную информацию при чтении иноязычных текстов, умения понять собеседника, а также выразить свою мысль и точку зрения устно и письменно.

Как показывает статистика, у значительной доли населения России в настоящее время имеется достаточный уровень технической оснащенности для потребления образовательных услуг высокотехнологичного дистанционного обучения, в том числе, основанного на Интернет-технологиях, которые могут обеспечить максимальную интерактивность.

Кроме того, консультации обучаемых возможно реализовать путем обмена сообщениями с помощью электронной почты и организацией видеоконференций между тьютором, находящимся в Центре СДО, и обучаемыми, находящимися в учебном классе. Однако при этом, если количество обучаемых достаточно большое, то целесообразно вид экрана с передаваемыми из Центра СДО изображениями трансформировать на большой экран с использованием LCD-панели.

Необходимо заметить, что и ИДО МГТУ принимает на обучение студентов с использованием элементов дистанционных образовательных технологий (без отрыва от производства): **на заочную форму** по 14 специальностям, **на заочно-ускоренную форму** 8 специальностям на **второе высшее образование** по 4 специальностям, **на очно-заочную форму (вечернюю)** по 2 специальностям, а также на модульную Квалификационную программу профессионального сертификата” Специалист по международной торговле “ (в партнерстве с Московским институтом международного бизнеса (МИМБ) и Электронной бизнес школой Ирландии (eBSI)). По окончании обучения выпускники получают дипломы государственного образца.

Опыт внедрения современных информационных технологий в образовательный процесс говорит о возможности создания инфологической среды обучения, под которой понимается среда, где информация логически перерабатывается в информационной среде в формы, пригодные для самостоятельного освоения обучаемыми с различными уровнями базовой подготовки.

Можно сделать вывод о том, что дистанционное обучение, в том числе и иностранному языку, приобретает все большую популярность в образовательном пространстве, занимаемом российскими вузами. Думается, что неизбежная виртуализация университетов, ведущих свою деятельность в сфере дистанционного образования, уже привела дистанционное обучение иностранным языкам к обязательному изучению не только в контексте самостоятельной дисциплины, но и в совокупности с различными курсами.

ЭЛЕМЕНТЫ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ В ИНСТИТУТЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Дмитриев М.М. (Мурманск, МГТУ, Институт дистанционного обучения, idodec@mstu.edu.ru)

Введение

В настоящее время все большую популярность в России приобретают так называемые социальные сети, развивающиеся в среде Интернета. Создаются обширные порталы, позволяющие участникам сетей вступать в виртуальные сообщества по интересам, где они получают возможность активно общаться друг с другом, обмениваться нужной информацией, вести дискуссии на различные темы. Такие порталы становятся своего рода виртуальными локациями, объединяющие группы людей схожих интересов. При этом обеспечиваются все необходимые условия для комфортного общения и работы, путем предоставления единого интерфейса к различным рабочим областям, включающим как личные страницы, так и страницы общего обмена информацией. Организация учебного процесса в рамках института дистанционного обучения (ИДО) вполне укладывается в систему социальных сетей, что в свою очередь должно обеспечить студентам условия комфортной работы как во взаимодействии с институтом в режиме on-line, так и организации коллективной работы среди самих студентов.

Социальные сети в Интернет

Явление социальных сетей в Интернет приобрело большую популярность вначале в США, а потом уже в России. В настоящее время существует большое множество социальных сетей, объединяющих миллионы участников. Социальная сеть – это интерактивный многопользовательский веб-сайт, содержание которого наполняется самими участниками сети. В простейшем случае социальная сеть представляет собой web-интерфейс, позволяющий участнику:

- 1) публиковать информацию о себе. Участник может выложить на сервер сети информацию трех видов: видео, аудио, текст.
- 2) определить свой круг общения, путем создания различных тематических групп с приглашением других участников сети.
- 3) обмениваться информацией с другими пользователями сети.

Такая форма организации процесса общения создает все необходимые условия для того, чтобы участники сети не только могли общаться друг с другом, но также находить старых друзей и знакомых и обзаводиться новыми, поддерживать с ними связь независимо от их фактического расположения.

Простейшая социальная сеть не предполагает какой-то особой специфики объединения участников внутри себя. Они создаются для всех желающих и, по сути, объединяют всю Россию. Однако объединение участников целесообразно осуществлять в рамках отдельных организаций, которым необходимо обеспечить комфортный автоматизированный документооборот среди ее сотрудников. В таком случае развертывание технологий социальных сетей внутри организации способствует росту ее производительности.

Социальная сеть в ИДО

Институт дистанционного обучения является как раз тем предприятием, внутри которого технологии социальных сетей необходимы еще и в силу того, что

дистанционное обучение предполагает организацию учебного процесса через сеть Интернет. Объединение преподавателей, студентов, персонала института через специальный web-портал внутри социальной сети института поможет решить основную задачу организации учебного процесса, а именно – создание виртуального пространства института, которое позволило бы физически очертить границы взаимодействия между всеми участниками процесса обучения. Виртуальное пространство института должно стать той фактической локацией, которая бы ассоциировалась у участников процесса обучения с институтом, где бы они не находились.

Специфика института в целом может ограничить возможности социальной сети, однако, необходимо обеспечить ее основные элементы.

Реализация элементов социальной сети в ИДО

В системе института дистанционного обучения реализованы следующие элементы социальной сети:

- организация личных страниц участников процесса обучения. Каждый пользователь сети может выкладывать на своей странице любую информацию, которую он считает нужной, для реализации общения с другими пользователями сети. Пользователь может оставить свои фотографии, контактную информацию, увлечения, интерактивную информацию в рамках отдельной тематической рубрики.

- формы общения, включающие в себя форум, в рамках которого также проводятся электронные семинары, чат, система обмена личными сообщениями.

- организация рабочих областей для учебно-методических материалов. Обеспечение учебных дисциплин web-интерфейсами, предоставляющими доступ к учебно-методическим материалам.

- система коллективного взаимодействия в рамках отдельных тематических разделов, что включает в себя общение и документооборот.

- создание тематических групп пользователей для интерактивного общения.

- организация круга друзей.

- система рейтинга по итогам обучения и начисления бонусных баллов.

С введением элементов технологии социальных сетей в силу их интерактивности и все возрастающей популярности процесс обучения, организованный с использованием технологий дистанционного обучения, становится не только привлекательным для студентов, но и создает все условия для поддержания у студента постоянного интереса к такой форме обучения. Интерактивность социальной сети позволяет обеспечить студенту комфортные условия взаимодействия с институтом.

Заключение

Обучение, независимо от формы организации учебного процесса, по своему определению, предполагает взаимодействие ученика и учителя, студента и преподавателя, методический персонал, администрацию. Традиционно такое взаимодействие должно быть организовано в рамках отдельного учебного заведения, которое должно восприниматься всеми участниками процесса обучения, как некое общее пространство, в котором они находят все условия реализации учебного процесса, их взаимодействия. Мы привыкли считать здания университетов – домами науки. Технологии социальных сетей позволяют локализовать учебные процессы в виртуальных средах организации взаимодействия их участников, создавая, таким образом, виртуальные университеты.

ИЗ ОПЫТА ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ С ПОМОЩЬЮ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Емельянов В.Е. (Мурманск, МГТУ, Специализированная кафедра иностранных языков; emeljanovve@mstu.edu.ru)

Abstract. This paper is an attempt to summarize the experience of using distance technology methods for teaching foreign languages gained by teachers of International Language Centre and Department of Foreign Languages for Specific Purposes of the Murmansk State Technical University. The aim is to show the role and place of distance learning technology in modern society regarding foreign languages training.

Введение

Международный лингвистический центр (МЛЦ) Мурманского государственного университета был создан в 1993. За 15-летний период в центре прошли языковую подготовку по различным методикам и технологиям не менее 2000 слушателей курсов. В центре накопился богатый опыт работы по самым современным технологиям, в центре были апробированы методы интенсивного обучения иностранным языкам: суггестопедический метод, разработанный болгарским психологом Г. Лозановым, а также эмоционально-смысловой Г. Китайгородской. На протяжении ряда лет в центре активно применялась методика ГАОС (гибкие автоматизированные обучающие системы; авторы: профессор, доктор психолог. наук Зимичев А.М., кандидат психолог. наук Наследов А.Д.). Вышеперечисленные методики предполагают преимущественную опору на произвольное запоминание. Это позволяет значительно повысить эффективность обучения и уменьшить влияние индивидуальных различий.

Начиная с 1996, МЛЦ перешел на уровневую систему обучения иностранным языкам, приняв за основу уровневую систему преподавания английского языка как иностранного (TEFL — Teaching English as a Foreign Language). Согласно этой системе в МЛЦ используется единая парадигма градации уровней. При этом в группе определенного уровня обучаются только студенты, в одинаковой степени владеющие английским языком.

Система изучения иностранных языков в МЛЦ состоит из шести этапов обучения, соответствующих различным уровням владения иностранным языком. Длительность каждого уровня - 120 академических часов, т.е. около 6 месяцев при обычной интенсивности 6 академических часов в неделю.

Система уровней в программе изучения английского язык

Elementary (E) - Элементарный

Базовый курс английской грамматики. Разговор на общие темы, понимание несложных оригинальных текстов в печатном и звуковом виде. Основной учебник - English File.

Pre-Intermediate (PI) - Ниже среднего

Расширенный курс английской грамматики. Хорошее понимание английской речи, умение высказаться грамотно по широкому кругу вопросов, но в пределах ограниченного словаря. Чтение адаптированной литературы. Основной учебник - English File.

Intermediate (I) - Средний уровень

Углубленный курс английской грамматики и обширный словарный запас, свободный разговор на разные темы. Основной учебник - English File.

Upper-Intermediate (UI) - Выше среднего

Свободное владение английским языком в любой ситуации, большой словарный запас, полное знание грамматики, чтение неадаптированной литературы, понимание со слуха сложных текстов (фильмы, новости, лекции и т.д.). Основной учебник - English File. После успешного прохождения этого уровня, в МЛЦ можно пройти подготовку к сдаче международных экзаменов на получение международных сертификатов: IELTS (International English Language Testing System), FCE (First Certificate in English).

Advanced (A) - Продвинутый

Владение литературным языком на уровне, приближенном к носителям языка. Закрепление грамматических навыков, углубленное знание фразеологии и идиоматики. Основной учебник курса – Focus on Advanced English. По окончании данного уровня студенты могут пройти подготовку к сдаче экзамена на получение сертификата продвинутого английского CAE (Certificate in Advanced English).

Опыт применения дистанционных технологий

Параллельно с уровневыми технологиями в центре активно используются дистанционные технологии, которые можно условно разделить на 3 вида: классический (книжно-бумажный), комплексный (книжно-бумажный с аудио и видео материалами) и компьютерный (CD-ROM и онлайн интерактивные курсы).

1. Опыт применения книжно-бумажного вида дистанционных технологий

Дистанционные технологии данного типа базируются на учебно-методическом комплексе, состоящем из учебного пособия с подробно расписанными поурочными заданиями и проверочными тестами. Данный вид дистанционного обучения широко практиковался в советской и российской школах для обучения иностранным языкам студентов заочной формы обучения. В МЛЦ данная технология использовалась крайне редко.

В 90-е годы появилась острая потребность для ряда крупных компаний и организаций обучить своих специалистов разговорному английскому языку. Однако многие специалисты в силу ряда объективных причин были не в состоянии посещать регулярные аудиторные занятия. Для данной категории людей преподавателями МЛЦ были разработаны специализированные «сэндвич» курсы для банковских работников, моряков и работников туристических фирм.

«Сэндвич курс» был рассчитан на 6 месяцев обучения по схеме: 3-х недельный курс дистанционного обучения по методическим указаниям МЛЦ и одна неделя интенсивных (8 часов в день) аудиторных занятий. Такая комбинация двух технологий позволила компенсировать пробелы в области обучения слушателей разговорному языку и формирования коммуникативных навыков (слушание и говорение). Наиболее успешным было обучение банковских работников из Мурманска и Архангельска в 1995 и 1996 годах, поскольку интенсивная часть курса проводилась в Киркенесе (Норвегия) с привлечением преподавателей из Англии, Норвегии и Канады.

Благодаря «Сэндвич курс» технологии мы впервые смогли получать результаты, сопоставимые с результатами, которые мы получали только с использованием аудиторных занятий по уровневой методике. Потенциал данной технологии не исчерпан, однако, спрос на рынке образовательных услуг весьма незначительный по причине высокой стоимости блока интенсивного обучения.

Рекомендуемый исходный уровень может быть практически любой, при условии, что группа состоит из слушателей одного уровня.

2. Опыт применения комплексного (книжно-бумажного с аудио и видео материалами) вида дистанционных технологий

Данная технология активно применялась в МЛЦ в конце 90-х. Это было связано с появлением оригинальных аудио и видео курсов на отечественном рынке образовательных услуг.

Наиболее эффективным курсом дистанционного обучения деловому английскому в МЛЦ был и по-прежнему остается учебный комплекс на базе оригинального видеокурса «Starting Business» и методических указаний, разработанных преподавателями МЛЦ. Данный курс позволяет слушателям самостоятельно усваивать и расширять свой профессиональный словарь и развить профессиональные коммуникативные навыки, необходимые для ведения бизнеса с иностранным партнером.

Рекомендуемый исходный уровень – не ниже Pre-Intermediate..

На протяжении трех лет преподаватели МЛЦ участвовали в адаптации дистанционной технологии обучения финансовых работников профессиональному английскому языку. Работа по адаптации данного курса проводилась преподавателями МЛЦ при участии одного из авторов из Anglo–Nordic Institute of Distance Learning Programmes из Осло и финансовой поддержке Министерства иностранных дел Норвегии и Баренц Секретариата в период с 2000 по 2003 годы. По окончании проекта по адаптации данной методики МЛЦ получил право от авторов на ее использование в России.

Особенностью данного курса является уникальная в своем роде методика, которая основывается на учебном комплексе, состоящем из книги для студента, включающей 6 тематических глав, приложения по бизнес переписке и грамматического справочника, а также 6 аудиокассет, на каждую главу соответственно. Проработав одну главу и прослушав одну кассету, слушатель должен выполнить тест и по электронной почте отправить его преподавателю. Выполнив 6 тестов и итоговый экзаменационный тест, слушатель получает сертификат международного образца.

Достоинством данной методики является организация текстового и звукового материала таким образом, что без тщательной проработки обоих составляющих невозможно выполнить тесты, а, следовательно, и получить сертификат.

Рекомендуемый исходный уровень – Intermediate.

3. Опыт применения компьютерного (CD-ROM и онлайн интерактивные курсы) вида дистанционных технологий

С 2003 года МЛЦ является структурным подразделением при специализированной кафедре иностранных языков, факультета мировой экономики и международных отношений МГТУ. По сути МЛЦ является опытно-экспериментальной базой кафедры в области освоения и развития компьютерных технологий дистанционного обучения иностранным языкам.

В настоящее время в рамках госбюджетной научно-исследовательской темы СКИЯ преподавателями кафедры и МЛЦ адаптируются оригинальные интерактивные программы для дистанционного обучения слушателей как профессиональному, так и общему английскому языку в соответствии с международными стандартами.

В рамках президентской программы подготовки управленческих кадров уже апробируется дистанционная компьютерная технология обучения деловому английскому на базе оригинального комплекса Market Leader, методических

рекомендаций, разработанных преподавателями СКИЯ и МЛЦ, а также дополнительных материалов из Market Leader интернет-ресурса. Работа над совершенствованием комплекса еще далека от завершения, но уже на данном этапе можно утверждать, что использование дистанционных компьютерных технологий позволяет значительно повысить эффективность дистанционного обучения. Слушатели, обучающиеся дистанционно по интерактивным компьютеризированным программам, в состоянии усваивать необходимый по программе материал в одни и те же сроки, что и их коллеги, занимающиеся аудиторно. Оценка качества усвоения материала слушателями осуществляется самостоятельно с помощью тестов в Market Leader интернет ресурсе, и результаты сообщаются преподавателю с помощью электронной почты. Все письменные работы слушатели отсылают преподавателю и получают их обратно с оценкой и комментариями в кратчайшие сроки. Итоговый экзамен по английскому языку для слушателей президентской программы подготовки управленческих кадров проводится дистанционно, и результаты оцениваются специальной комиссией из преподавателей Санкт-Петербургского государственного университета.

Слабым звеном данной технологии является отсутствие у слушателей разговорной практики и соответственно слабые коммуникативные навыки на английском языке. Однако, как нам представляется, данная проблема решается на техническом уровне с помощью коммуникативных программ типа Skype.

Заключение

На основании уже накопившегося опыта развития и использования дистанционных технологий обучения иностранным языкам в МЛЦ можно сделать следующие выводы.

1. В зависимости от целей и задач, а также финансовой составляющей, все три формы дистанционных технологий (книжно-бумажная, книжно-бумажная с аудио и видео материалами и компьютерная) могут эффективно использоваться для обучения иностранным языкам.

2. Учебные комплексы дистанционных технологий, как правило, создаются под заказчика и требуют большой и тщательной подготовительной работы.

3. Дистанционные компьютерные технологии позволяют сделать качественный скачок в обучении слушателей иностранным языкам до уровня сопоставимого с аудиторными уровневными курсами и тем самым значительно расширяют географию слушателей языковых курсов.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Замарина С.Ю. (*Мончегорск, Мончегорский филиал МГТУ, кафедра СГД, zamarinasvetlana@mail.ru*)

Высшее профессиональное образование сейчас ориентировано на подготовку конкурентоспособного специалиста. В связи с возрастающими требованиями к подготовке специалистов приоритетным становится применение компьютерных технологий. Современный уровень компьютерных технологий позволяет создать для обучающихся требуемые условия для их всестороннего развития в процессе обучения, повысить их интерес к обучению, к научной, творческой деятельности, помогает повысить качество обучения специалистов.

В системе дистанционного обучения или заочного обучения с элементами дистанционного обучения студент (обучаемый) сам регулирует темп усвоения материала, может прервать учебный процесс для получения необходимой информации или дополнительной проработки некоторых заданий, вызывающих особую трудность. Обучаемый не зависит от расписания занятий в образовательном учреждении и такая свобода позволяет ему самостоятельно определять скорость и продолжительность выполнения занятий. Дистанционное обучение осуществляется в любом удобном месте и в любое удобное время. Обучение может проходить дома за компьютером, в удобное для обучающегося время, в удобном режиме обучения, без отрыва от семьи, давая возможность обучения людям, крайне занятым или по какой-либо еще причине не имеющим возможность посещать занятия. Но при этом обучающийся имеет возможность поддерживать постоянное общение с преподавателями, возможность задавать вопросы во время обучения или подготовки к проверочной работе и быстро получить ответ.

Одним из направлений модернизации современного технического образования становится гуманизация, предполагающая формирование коммуникативной компетенции. Знание иностранного, как правило, английского языка в настоящее время необходимо в любой, в том числе и технической области деятельности. В системе дистанционного образования студент (обучаемый), как правило, изучает английский язык, выполняя различные тренировочные, а затем контрольные и тестовые задания, предварительно ознакомившись и изучив определенную информацию. Выполняемые студентом модули позволяют ему поэтапно осваивать требуемый материал, а результативность обучения проверяется тестированием. При всем удобстве этого процесса обучения все же существуют некоторые негативные факторы, влияющие на эффективность деятельности. В системе дистанционного обучения иностранному языку такими факторами могут быть: недостаточная эргономичность построения конкретного обучающего программного продукта, методического, информационного обеспечения процесса обучения и отсутствие комфортности труда между шагами (модулями) обучения. Неудобное построение учебного материала, завышенные требования к обучаемому, неудобный интерфейс, отсутствие общения с преподавателем и др. могут создавать у студента стрессовые ситуации в процессе обучения, вызывающие нежелание изучать предмет или даже вообще прекратить обучение в системе дистанционного образования.

Поэтому форма подачи материала и ее адаптация к обучаемому очень важны для повышения эффективности процесса обучения.

Некоторые специалисты предлагают получать информацию о возможной дискомфортности обучаемого в процессе обучения с помощью специальных опросников, встроенных в программно-методическое обеспечение, а также предусмотреть возможности внешнего прерывания обучения в подобных ситуациях (дискомфортности). В качестве прерывателей они предлагают использовать всплывающие материалы, имеющие отношение к изучаемой тематике, а также забавные истории или картинки. Существуют различные подходы для оценки внутреннего состояния обучаемого и повышения эффективности процесса обучения за счет создания комфортности деятельности обучаемого. В системе дистанционного образования, в контексте компетентного подхода, следует также сказать о необходимости большего количества заданий по аудированию и говорению, которым, к сожалению, в настоящее время уделяется недостаточно внимания. Это будет способствовать улучшению подготовки конкурентных и компетентных в профессиональном языковом отношении специалистов, готовых к профессиональной мобильности в условиях глобализованного мира.

Список литературы:

- 1) Балхарет А.А., Падерно П.И. Оценка процесса дистанционного обучения на основе использования показателя напряженности деятельности. Модель изменения напряженности деятельности пользователя в системе дистанционного образования //Материалы XIV международной конференции «Современное образование: содержание, технологии, качество», СПб,2008.
- 2) Raven J. Competence in Modern Society: Its Identification, Development and Release. Oxford. Oxford Psychologist Ppress,1984

РЕАЛИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ОБУЧАЕМОГО В РАМКАХ ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Колпакчи С.С. (*Мурманск, МГТУ, Институт дистанционного обучения*)

Введение

Дистанционная форма обучения, как и заочная, ориентированы, прежде всего, на обучение трудоустроенных граждан или граждан проживающих в сильно отдаленных от учебного заведения населенных пунктах. Эти люди в виду чрезмерной занятости или удаленности не имеют возможности посещать занятия, привычные для дневной формы обучения. Также они лишены возможности постоянного общения с преподавателем и своими сокурсниками. Преподаватель, в свою очередь, не имеет возможности отслеживать успеваемость студентов в процессе обучения. Дистанционная форма обучения позволяет, в некоторой мере, справиться с указанными проблемами при помощи электронных семинаров, электронных учебно-методических материалов, электронного тестирования. Все эти функции предоставляются студенту ИДО по средствам его индивидуального автоматизированного рабочего места.

Автоматизированное рабочее место обучаемого в системе ДО

Рабочее место студента в системе ДО состоит из двух модулей. Первый модуль – это раздел сайта ИДО, который выполняет скорее информационную функцию. На Интернет-сайте ИДО студент может всегда найти учебный план по своей специальности, рекомендуемый график сдачи контрольных работ и тестов, а также все необходимые учебно-методические материалы в электронном виде по дисциплинам, которые студент изучает в данный момент.

На сайте ИДО студент может периодически принимать участие в электронных семинарах. Семинары представляют собой web-форум или, иначе говоря, систему отложенных сообщений, где студент знакомится с вопросом преподавателя и ответами других студентов, а также добавляет свои сообщения в любое удобное для него время.

Ознакомиться с последними новостями, студент также может на сайте ИДО. Нужно отметить, что новости доступны как в обычном формате HTML, так и в виде новостного потока RSS. Технология RSS даёт студенту возможность узнавать о новостях на сайте ИДО с помощью специальных программ-агрегаторов, которые сразу же оповестят студента об обновлениях на всех интересующих его сайтах.

Система тестирования в ИДО использует сайт для информирования всех участников процесса обучения о результатах тестирования студентов, а преподавателям и методистам, помимо этого, предоставляет статистическую информацию по пройденным тестам. Второй модуль системы ДО представляет собой программный продукт для непосредственного предоставления теста учащемуся. Назовём его – программа тестирования. Для тестирования, студент загружает программу тестирования с сайта ИДО, запускает её и проходит аутентификацию. После этого система ДО предоставляет студенту весь список тестов, которые ему необходимо пройти в текущем учебном году. По каждому тесту представлена краткая информация, а именно: сколько будет длиться тест, по каким разделам дисциплины он составлен. Если студент не сдаёт тест на положительную оценку, то ему выдаётся ещё до двух попыток, поэтому информация о текущей попытке также выводится в информации о тесте. Выбрав нужный тест, студент сообщает системе ДО о желании загрузить тест и начать тестирование. На этот запрос происходит генерация уникального теста для

конкретного студента, при этом все тестовые задания для теста выбираются случайным образом, но с учётом их сложности и тематики. Нужно отметить, что ответы для тестовых заданий также располагаются уникальным образом. Формирование нового теста на сервере ДО происходит за секунды, т.е. практически прозрачно для студента. Получив тест, студент может свободно перемещаться по тестовым заданиям и выполнять их в любом порядке. После завершения теста, программа тестирования отправляет отчёт о пройденном тесте на сервер ДО для проверки. Проверка теста, как и генерация, происходит крайне быстро, поэтому студент моментально узнаёт свою оценку. Этот результат тестирования сразу станет доступен и преподавателю и методисту. Если у студента возникнет сомнение в корректности тестового задания, то он всегда может его высказать на соответствующем разделе форума ДО и обсудить его там с преподавателем и другими студентами. Кроме этого, методист ДО, при необходимости, может запросить у системы тестирования полный отчет по пройденному тесту.

Для повышения эффективности обучения в ИДО используются не только тесты для контроля успеваемости, но и тесты для самопроверки знаний студента. Такие тесты отмечаются специальным образом, и студент может пройти проверочный тест без угрозы получить отрицательную оценку. Тестовые задания в проверочных тестах могут содержать подсказки и ссылки на соответствующий раздел в электронном конспекте по данной дисциплине.

Заключение

Рабочее место обучаемого, реализованное в системе дистанционного обучения, позволяет студенту удаленно общаться с преподавателем и сокурсниками, участвовать в семинарах по дисциплинам и решать методические вопросы не выходя из дома. Таким образом, студент дистанционной формы обучения имеет практически полноценную замену очным занятиям в аудитории.

Список литературы:

- 1) Колпакчи С.С., Юрко А.С. «Построение системы тестирования в рамках технологии дистанционного обучения». 2006, Мурманск, МГТУ, «Наука и образование-2006». С. 71-73
- 2) Юрко А.С., Колпакчи С.С. «Разработка интернет-сайта как базовая задача, стоящая на первом этапе внедрения дистанционных технологий в образовательный процесс». 2006, Мурманск, МГТУ, «Наука и образование-2006». С. 68-70
- 3) Колпакчи С.С. «Реализация автоматизированного рабочего места методиста в рамках технологии дистанционного обучения». 2007, Мурманск, МГТУ, «Наука и образование-2007». С. 44-45

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННОГО КОНСПЕКТА ЛЕКЦИЙ

Кацуба В.С., Лазарева И.М. (Мурманск, МГТУ, каф. ВМ и ПО ЭВМ,
lazarevaim@mstu.edu.ru)

Abstract. Creation of new forms and ways of representation of the teaching material, based on modern computer technologies, is one of the important components of the organization of effective systems of training. The electronic lecture notes are the basic educational resource in teaching many disciplines of the higher school. Designing electronic lecture notes is the basic stage paving a basis of training process, and includes development of pedagogical and technological scripts.

Создание новых форм и способов представления учебного материала, базирующихся на современной компьютерной технике и компьютерных технологиях, является одной из важных составляющих организации эффективных систем обучения.

В преподавании многих дисциплин высшей школы основным учебным ресурсом может стать электронный конспект лекций (ЭКЛ). Под ЭКЛ понимается электронный документ, включающий в себя теорию дисциплины и обучающие материалы, с помощью которых теоретические факты лекций связываются, контролируется их усвоение, выстраиваются траектории обучения.

Проектирование ЭКЛ является базовым этапом, закладывающим основу обучающего процесса с помощью информационно-компьютерных технологий. Этот этап включает в себя разработку педагогического и технологического сценариев.

Педагогический сценарий отражает авторское представление о структуре ЭКЛ, необходимой для его эффективного изучения в режиме самостоятельной работы студентов.

Разработка педагогического сценария включает в себя три блока работ:

- подготовка учебного теоретического материала в электронном виде и разбиение его на модули;
- разработка иерархической структуры заголовков каждого модуля;
- разработка траекторий изучения ЭКЛ.

Подготовка учебного материала предполагает разбиение теоретической части курса на модули. Модуль – это порция учебного материала, по результатам изучения которой предполагается проведение рубежной аттестации. Далее определяется связь между модулями и устанавливаются точки текущего контроля в пределах каждого модуля.

Следующий блок работ в проектировании ЭКЛ включает себя разметку учебного материала в соответствии с *разработанной иерархической структурой заголовков ЭКЛ*. Такая структура становится первым шагом в процессе формализации теоретического материала для последующей организации учебной работы с ним. Поэтому иерархическая структура заголовков должна быть строго зафиксирована, включение каждого уровня методически оправдано.

Важной задачей автора конспекта лекций является определение возможных *траекторий изучения курса*, которые смогли бы учесть индивидуальные особенности студентов в восприятии материала, необходимую корректировку подготовки по базовым знаниям.

Для описания траекторий изучения ЭКЛ необходимо выделить в теоретических материалах ЭКЛ простейшие логические элементы, из которых будет выстраиваться

траектория. Таким простейшим элементом является *фрагмент учебного материала*, к которому может быть сформулирован вопрос (один или несколько).

Известно, что наибольшую эффективность даёт использование *адаптивной траектории*, которая организуется за счёт формирования подмножества фрагментов учебной информации, соответствующей уровню знания/незнания конкретного студента в конкретный момент времени.

Решить поставленную задачу можно, если отнести все выделенные фрагменты учебной информации к одному из трёх видов знаний: описание, объяснения и предсказание. Для проверки усвоения такой учебной информации нужно сформулировать соответствующие вопросы *описательного, объяснительного и предсказательного диалогов* (1).

Зафиксировав вид знаний в каждом фрагменте теоретических материалов ЭКЛ, можно оценить уровень сложности параграфов, включающих эти фрагменты. Параграфы, состоящие только из описательных фрагментов, будут входить в *начальный уровень* изложения учебного материала. Параграфы, содержащие фрагменты описательного и объяснительного вида, будут представлять *основной уровень* изложения. Параграфы, в которых наряду с описательными и объяснительными фрагментами обнаруживаются фрагменты предсказательного вида знаний, образуют *углублённый уровень* учебного материала.

Таким образом, распределение фрагментов учебного материала по видам знаний и уровням сложности даёт возможность автору ЭКЛ организовывать адаптивную траекторию изучения дисциплины. При этом каждый студент сможет выбрать индивидуальный темп усвоения материала, руководствуясь результатами проверочного тестирования, присутствующего по окончании каждого параграфа учебного материала. Ответы на вопросы трёх типов диалога (описательного, объяснительного и предсказательного) легко согласуются с существующими оценками учебной деятельности: ответ на вопрос описательного диалога даёт оценку "удовлетворительно", объяснительного – "хорошо", предсказательного – "отлично".

По окончании прохождения своей траектории студент получит общую оценку за изучение определенной темы как среднее арифметическое оценок, полученных по параграфам темы. Понятно, что студент может повторить изучение темы для получения более высокого результата. В результате каждому студенту даётся возможность сформировать свой успешный путь изучения дисциплины.

Закончить разработку педагогического сценария следует его формальным описанием, которое становится исходным документом для разработки технологического сценария.

Технологический сценарий – это описание информационных технологий, используемых для реализации педагогического сценария.

В технологическом сценарии, как и в педагогическом, реализуется авторский взгляд на содержание и структуру курса. В разработке технологического сценария задействуются автор курса и технолог, что обеспечивает качественную реализацию в едином электронном курсе педагогических и информационных технологий.

Разработка технологического сценария включает в себя выделение в содержимом курса стандартных текстовых элементов, характерных для данной дисциплины, например, определение, теорема, доказательство, комментарий и т.п.

Совместно с технологом формируются стили всех текстовых элементов, а также частей текста, не попавших ни в один из стандартных элементов.

Далее для каждой темы указываются графические изображения, необходимые для представления ее материала.

Графические изображения – это рисунки, схемы, карты, репродукции, фотографии и т.п., сопровождающие текстовый материал.

Использование наглядных материалов в процессе обучения способствует повышению уровня восприятия, формированию устойчивых ассоциативных зрительных образов, развитию творческих способностей обучаемых.

Когда полное множество графических изображений сформировано, совместно с технологом определяются требования к оформлению каждого изображения для обеспечения единообразия и качества предлагаемых графических материалов.

Еще одним средством наглядного представления материала являются мультимедийные элементы.

Мультимедиа - это объединение нескольких средств представления информации в одной системе. Обычно под мультимедиа подразумевается объединение в компьютерной системе таких средств представления информации, как текст, звук, графика, видеоизображения и пространственное моделирование.

На этапе формирования множеств мультимедийных элементов преподаватель и технолог определяют, какие мультимедиа-технологии необходимы для наглядного иллюстрирования того или иного теоретического содержания:

- анимированные изображения (форматы gif, flash и другие);
- видеоматериалы (форматы avi, mpg и другие);
- аудиоматериалы (форматы mp3, wav, wma и другие).

Значительно повысить эффективность обучения посредством компьютера может использование интерактивных приложений, которые позволяют реализовать активно-деятельностные формы освоения учебного материала.

Интерактивные приложения – это элементы курса, параметрами которых может управлять пользователь (обучаемый).

Формирование множества интерактивных элементов включает в себя определение их назначения и содержания, а также способа взаимодействия с пользователем (обучаемым).

Закончить разработку технологического сценария следует его формальным описанием. Полученные документы становятся исходными для завершающего этапа разработки ЭКЛ - компоновка материалов в единый обучающий комплекс.

Список литературы:

- 1) Средства дистанционного обучения. Методика, технология, инструментарий. / Авторы: Агапонов С.В., Джалиалишвили З.О., Кречман Д.Л., Никифоров И.С., Ченосова Е.С., Юрков А.В./ Под ред. Джалиалишвили З.О. – СПб.: БХВ – Петербург, 2003.

ОБУЧЕНИЕ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ СРЕДСТВАМИ ИНТЕРНЕТ–КОММУНИКАЦИЙ

Лебедь Н.Л. (Мурманск, МГТУ, Специализированная кафедра иностранных языков, zivers@pochta.ru)

Abstract. The article deals with some modern methods of Business English teaching connected with the Internet communications. A webquest is considered to be one of these instruments leading to discussions, presentations, role plays. This work is managed with the usage of modern information technologies and Internet resources.

Стремительное развитие информационного общества, быстрая динамика совершенствования информационных технологий привели к необходимости модернизации высшего профессионального образования. Интернет и разработки специализированных электронных продуктов открывают доступ к новейшим источникам научного знания, существенно расширяя образовательно–коммуникативную среду. Задача вуза – подготовка специалиста, способного использовать новые информационные технологии (НИТО) как инновационное средство осуществления профессиональной деятельности в условиях межкультурной коммуникации. Развитие Интернета как международной информационно–коммуникативной среды предоставляет большие возможности для повышения профессионального уровня языковой подготовки и формирование информационной культуры студента, культуры коммуникации, культуры ведения диалога (человека с человеком, человека и компьютера, внутреннего диалога и т.д.). Начавшаяся компьютеризация учебного процесса также дает широкие возможности для развития дистанционного обучения. В соответствии с Концепцией создания и развития системы дистанционного образования России под дистанционным образованием понимается комплекс образовательных услуг, предоставляемых широким слоям населения с помощью специализированной информационно–образовательной среды, базирующейся на средствах обмена учебной информацией на расстоянии. В ходе работы взаимосвязь преподавателя и студента осуществляется посредством персонального компьютера: общения в сети Интернет, использования электронной почты, видеоконференций, чатов, специально организованных сайтов, программ и учебных сред. Помимо этого, предполагается большая самостоятельная работа по изучаемому предмету. Одним из средств повышения эффективности обучения иностранному языку с помощью НИТО является использование Интернет–коммуникаций.

Под Интернет–коммуникациями мы подразумеваем работу студента с Интернет–ресурсами (поиск, обработка и анализ информации), такие способы общения в Интернете, как чаты, веб–конференции, электронная почта, работу над проектами в дистанционном режиме (индивидуальную, в группах, в рамках международного сотрудничества посредством Интернета). Работа с Интернет–источниками способствует индивидуализации процесса обучения, повышению мотивации, развитию умений мобилизовать свой личностный потенциал для решения различного рода задач, улучшает качество знаний. Ценность Интернета состоит в оперативном распределении появляющейся новой информации, в открытом доступе к постоянно растущим архивам данных и прямом обмене информацией. К этому списку следует добавить возможность создания всех условий для осуществления уникальных форм коммуникации на иностранном языке. Умение выстраивать и вести диалог, оценивать, учитывать взгляды, уровень развития и культурные особенности собеседника является важным

качеством современного специалиста любого профиля. Умение мыслить, точно и динамично передавать идеи определяет успешное коммуникативное поведение субъекта в профессиональной среде. Активное использование Интернет-коммуникаций в обучении иностранному языку не только повышает познавательный интерес, утоляет "информационный и коммуникативный голод" в предметной области, но и способствует развитию профессиональной, информационной и коммуникативной компетенции.

Ключевым моментом в организации познавательной деятельности, направленной на формирование компетенции, является ориентация на самостоятельность, способность действовать сознательно и инициативно не только в знакомой обстановке, но и в новых условиях, в том числе требующих нестандартного решения. Компьютер в рамках такой информационно-коммуникационной деятельности выступает в новой роли – посредника между источником информации и студентом. Он не просто позволяет работать с информацией, но и передает мысли собеседников, отражает их позицию, являясь транслятором различной информации, за которой стоят ученые, исследователи, другие студенты. Можно говорить о двух разных уровнях коммуникации, которые позволяет осуществлять компьютер – профессиональном и языковом.

Однако возникает вопрос: если использование Интернет-технологий обладает такими качествами как быстрота нахождения нужной информации, аутентичность, разнообразие данных по той или иной теме, то какова при этом роль преподавателя в процессе обучения? Ведь когда источником информации является преподаватель, то процесс обучения осуществляется в основном в режиме "преподаватель – студент" и при этом критическое мышление часто является незадействованным. Когда же источником информации, общения, знания является Интернет, что остается делать преподавателю?

Действительно, использование Интернет-ресурсов меняет роль преподавателя, он становится в первую очередь консультантом и координатором. Влияние технологий Интернета на обучение переводит преподавателя из века учебника в век информации и коммуникаций. Осознанное изучение языка и проявление самостоятельности являются необходимыми составляющими достижения хорошего результата. Студенты получают доступ к информации, не ограниченной рамками данного в учебнике текста. Они ищут, узнают, анализируют, сопоставляют, делают выводы, работая с аутентичными материалами в Интернете на иностранном языке. Новая роль ни в коем случае не уменьшает значение преподавателя на занятии, просто меняется сам процесс обучения, а, следовательно, и роль руководителя. Ведь согласно педагогической психологии, процесс самостоятельного обучения не исключает наличие руководителя, контролирующего выполнение того или иного задания. Кроме того, обилие информации в Интернете может привести студента в замешательство и повлечь за собой неадекватные реакции. В этом случае особенно важен фактор присутствия реального, а не виртуального преподавателя.

И самое главное, для успешного результата преподаватель просто обязан грамотно подготовить такого рода работу. Это включает в себя: создание среды обучения; формирование заданий на основе Интернета (при этом важно правильно поставить перед студентами цель и сформулировать задания); контроль в процессе выполнения заданий, показав, какие практические навыки приобрели студенты при выполнении задания, как их можно применить в дальнейшем на практике.

Существуют различные виды интеграции Интернет-ресурсов в процесс самостоятельного обучения: использование готовых обучающих материалов, создание и использование веб-страниц и веб-сайтов, блоков.

“Ситуативный проект” или вебквест (англ. Webquest) является одним из средств обучения, в котором метод проектов рассматривается как способ организации процесса познания, овладения определенной областью практического или теоретического знания. Оно представляет собой проблемное задание с элементами ролевой игры, для выполнения которого используются информационные ресурсы Интернета, а также другие образовательные средства.

Данный способ организации обучения предполагает наличие проблемы для исследования, которая:

- 1) или вызывает дискуссию и позволяет представить разные точки зрения (плюсы и минусы кредитования, например). В таком случае итогом работы может служить презентация проведенного исследования в форме документа, дающего анализ проблемы, проведение дискуссии;
- 2) или подразумевает выполнение ряда конкретных задач (например, организация двухнедельного путешествия в Британию). Итогом данного вида работы может быть проведение конкурса коммерческих предложений, в которых указывается полная смета расходов на путешествия, подробная программа и т.д.

Представление ситуативного проекта состоит из нескольких частей:

- 1). Введение в ситуацию, в которой описывается проблема для исследования.
- 2). Постановка задач.
- 3). Описание хода работ.
- 4). Указание списка ссылок на сайты в Интернете для каждой конкретной задачи.
- 5). Представление системы оценки знаний (с указанием количества баллов за каждый вид деятельности).
- 6). Контроль знаний, проведение презентаций, дискуссий, тестов и т.д.

Использование новейших информационных технологий, а именно технологий Интернета, дает возможность обладать миром. Глобальная сеть Интернет вмещает информацию на любой вкус, будь то политика или экономика. Процесс обучения выходит за временные рамки урока. Более того, обучение с применением Интернет-ресурсов является интерактивным, общение происходит на разных уровнях: преподаватель – студент, студент – студент, студент – друг по переписке (носитель языка, специалист в какой-либо области). И, пожалуй, одним из основных достоинств Интернета является доступ к неограниченному количеству свежей информации и огромный выбор. Работая самостоятельно в Интернете, студенты совершенствуют навыки и умения владения языком, развивают критическое мышление, повышают познавательную самостоятельность.

Список литературы:

- 1) Виленский В. Я., Образцов П. И., Уман А. И., Технологии профессионально-ориентированного обучения в высшей школе: Учебное пособие / Под ред. В. А. Сластенина. – М.: Педагогическое общество России, 2004.
- 2) Щукин А. Н., Обучение иностранным языкам: Теория и практика: Учебное пособие для преподавателей и студентов. – М.: Филоматис, 2004.
- 3) Donna Sylvie “Teach Business English” Cambridge University Press, 2001.

ОБУЧАЮЩАЯ И КОНТРОЛИРУЮЩАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «РЕМОНТ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ»

Маринин А.А. (Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Abstract. On faculty of technology of metals and ship repair the computer training and supervising program for discipline « Repair of case designs » with use of object-oriented technology of visual designing - the integrated environment of development Delphi is developed.

С каждым днем программировать становится все более популярно среди обычных пользователей, что связано с интенсивным развитием информационных технологий.

Программисты всегда старались сделать свою жизнь более легкой, изобретая и совершенствуя технологии программирования, и на этом поприще им удалось одержать ряд действительно крупных побед.

Мечта программистов о среде программирования, в которой бы простота и удобство сочеталось с мощностью и гибкостью, стали реальностью с появлением среды Delphi. Она обеспечила визуальное проектирование пользовательского интерфейса, имела развитый объектно-ориентированный язык Object Pascal (позже переименованный в Delphi) и уникальные по своей простоте и мощи средства доступа к базе данных.

На кафедре технологии металлов и судоремонта разработана компьютерная обучающая и контролирующая программа для дисциплины «Ремонт корпусных конструкций» с использованием объектно-ориентированной технологии визуального проектирования – интегрированной среды разработки Delphi

Программная оболочка позволяет разрабатывать компьютерные программы с элементами автоматизированной обучающей и контролирующей системы (АОС), работающие в четырех режимах:

Режим 1. Контроль знаний с выдачей оценки – числа, зависящего от количества правильных ответов на десять предложенных вопросов экзаменационного билета, из заранее установленного количества от имеющегося множества вопросов и экзаменационных билетов.

Каждому предлагаемому ответу присваивается вес: положительный для верного ответа и отрицательный для неверного. На основании этого производится точный и быстрый анализ и выдается оценка ответа студента.

Режим 2. Контроль с зачетом. В этом режиме вместо оценки на экран монитора выводится ‘зачет’ при правильных ответах на восемь вопросов или ‘незачет’ при трех неправильных ответах из десяти возможных выбранного экзаменационного билета.

В режимах 1 и 2 экзаменационные билеты и вопросы в билетах выбираются случайным образом так, чтобы одному студенту дважды не был задан один и тот же вопрос, а разным студентам один тот же номер экзаменационного билета. Ответы на вопросы выбираются студентом из предлагаемых вариантов ответов, один из которых правильный, перемещением соответствующего флажка.

По окончании тестирования на экран монитора автоматически выводится протокол контроля знаний, где фиксируется фамилия и.о. студента, номер группы, дата сдачи экзамена или зачета, оценка, а также номера заданных билетов, номера вопросов

и выбранных студентом ответов, причем правильные ответы отмечаются знаком «+», а неправильные знаком «-».

Режим 3. Самоконтроль знаний студентов.

Назначение этого режима – изучение или повторение изучаемой темы и проверка знаний студентов при самоподготовке к зачетам или экзаменам.

В этом режиме студент выбирает номер вопроса в любом порядке из заданного множества вопросов.

Программа предлагает консультацию с необходимыми графическими иллюстрациями по данной теме и затем после ознакомления с ними или непосредственно выбрать правильный ответ на заданный вопрос из нескольких вариантов.

После выбранного ответа студентом программа указывает правильный или неправильный выбран ответ студентом, выбор которого имеется возможность повторить.

В этом режиме зачет или оценка знаний не ставятся.

Режим 4. Вывод экзаменационных билетов и вопросов.

Этот режим предназначен для ознакомления со всеми билетами и вопросами программы дисциплины.

Программная оболочка была реализована при разработке программы самообучения и контроля знаний по дисциплине «Ремонт корпусных конструкций» по следующим темам:

Модуль 1. Технология ремонта корпусных конструкций

1. Материалы для ремонта судов и судостроительные чертежи
2. Обработка корпусных конструкций
 - 2.1. Сварка корпусной стали
 - 2.2. Правка, гибка, резка стали и др.
 - 2.3. Сборка и сварка корпусных конструкций
3. Технология ремонта корпуса
 - 3.1. Ремонт корпуса без замены элементов
 - 3.2. Ремонт корпуса с заменой элементов
 - 3.3. Оборудование для ремонта судов
 - 3.4. Доковые сооружения.

Модуль 2. Организация судоремонта

4. Освидетельствование судов и прогнозирование ремонта
 - 4.1. Дефектация судовых технических средств
 - 4.2. Освидетельствование судов
 - 4.3. Прогнозирование ремонта
5. Контроль качества ремонта СТС и виды проверок
 - 5.1. Контроль качества ремонта СТС
 - 5.2. Виды проверки, контроль сборки и сварки
6. Техника безопасности ремонта СТС.

Необходимо отметить, что все контрольные вопросы, тексты консультаций и варианты ответов в соответствии с рабочими программами дисциплин для разработанной программной оболочки могут легко изменяться любыми текстовыми редакторами и сохраняются в отдельных файлах.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦИЙ

Маркова Л.А. (Мончегорск, Мончегорский филиал МГТУ, кафедра СГД)

Abstract. The author recommends using the video-conferences as a very effective form of distance learning, and describes some technical conditions, required for video-conferences. This form of learning can be very useful for the students, which live in other cities.

Дистанционное обучение для многих людей в силу удаленности места их работы, состояния здоровья, семейных обстоятельств является единственным возможным вариантом получения высшего образования. Дистанционное обучение характеризуется территориальной обособленностью и определенными трудностями общения между участниками образовательного процесса: студентами и преподавателями, которые компенсируются учебным информационным взаимодействием на базе ресурсов Интернета. Если в начале 90-х годов Интернет использовался как информационный ресурс, затем как способ информационного взаимодействия, то в настоящее время можно говорить о создании информационно-образовательной среды. Раскрытие новых возможностей Интернета требует создания новых методик обучения.

Для проведения коллективных занятий со студентами высокую эффективность обеспечивают видеоконференции. Они предусматривают возможность непосредственного общения как преподавателя со студентами, так и студентов между собой в режиме реального времени. Во время видеоконференции преподаватель и студенты не только слышат, но видят друг друга, что облегчает их диалог. Использование цветных иллюстраций и фотографий улучшает восприятие рассматриваемого материала. В режиме видеоконференции могут проводиться лекции, консультации, экзамены и защита дипломных работ и проектов.

Видеоконференция - это технология, которая позволяет людям видеть и слышать друг друга, обмениваться данными и совместно обрабатывать их в интерактивном режиме, используя возможности привычного всем компьютера, максимально приближая общение на расстоянии к реальному живому общению. Области применения видеоконференции огромны. На сегодняшний день практически не осталось области жизнедеятельности, в которой не используют видеоконференцсвязь.

Во время конференции Вы видите своего собеседника на экране компьютера так, как если бы он сидел в 3-4 метрах от Вас. Не вставая с места, Вы можете вести нормальную живую беседу, даже если оппонент находится на расстоянии тысяч километров от Вас. Количество участников разговора видеоконференции может быть различным. Это дает возможность проводить видеосоветания нескольких участников, находящихся в разных городах, странах и даже на разных континентах.

Видеоконференции способны существенно снизить расходы, связанные с оплатой командировочных и с вынужденным отрывом сотрудников от работы на время перелета или переезда к месту деловой встречи. И самое главное, решения и ответы на вопросы Вы получаете почти мгновенно.

По разным источникам 80-85 % информации человек воспринимает зрительно, поэтому **видеоконференцсвязь оказывает неоценимую помощь человеку в жизни**. В связи с этим применение видеоконференций в управлении, медицине, дистанционном обучении, системах безопасности и многих других областях приносит огромную

пользу. Конечно, даже видеоконференции никогда не заменят личного общения, но они позволяют добиться принципиально нового уровня общения людей, подчас разделенных тысячами километров. Ведь согласно многочисленным исследованиям, на слух человек воспринимает всего лишь десятую часть информации (как, например, при телефонном разговоре). А в случае, когда есть возможность следить за жестикующей и мимикой собеседника, КПД восприятия информации достигает 80-85 %.

Немаловажным моментом в пользовании видеоконференциями является определенная психологическая подготовка лектора. Ее необходимость диктует технология связи. Географические расстояния требовательны к искусству общения. Разработаны особые требования к одежде, украшениям, окраске стен студии, драпировке, освещению. Демонстрация и передача иллюстрационного материала требуют определенных навыков. Принимающая сторона также должна иметь минимум знаний о средствах дистанционной связи, особенностях работы с камерой и микрофоном. Необходимы временная проработка и сценарий проведения лекций.

Для проведения видеоконференции оптимальным программным средством является Skype (1). Функция видеосвязи в Skype позволяет собеседникам видеть друг друга. Для того чтобы воспользоваться простой и надежной видеосвязью, вам не требуется ничего, кроме веб-камеры.

При использовании видеоконференцсвязи преподаватель должен быть подготовлен методически более детально, чем при обычных видах преподавания. При видеоконференцсвязи лектор и слушатель разделены в пространстве, что является определенным испытанием как для лектора, так и для слушателя. Целый день слушать лекции с ТВ-экрана может быть очень утомительно. В некоторых случаях слушатель сидит совсем один в своей студии. Это ставит определенные условия лектору в плане варьирования преподнесения материала и требует навыков общения.

Преподаватель должен смотреть прямо в камеру, когда говорит. Часто камера стоит на ТВ экране. Когда Вы смотрите в камеру, Вы смотрите прямо в глаза участникам. Поэтому важно настроить камеру на лектора и на участников перед началом передачи.

Качество звука и изображения часто является решающим по отношению к качеству общения между сторонами. При обучающих передачах, когда преподаватель должен передвигаться по студии, должны быть особые требования к микрофону, например, беспроводный микрофон. При стационарной камере обычно нужен только один микрофон. Он устанавливается прямо перед докладчиком. Избегайте ненужного шума, например, шелканья шариковой ручкой или хлопанья дверьми.

При использовании документов рекомендуется шрифт размером 32 и более. Типы шрифта Arial, Times New Roman, Verdana или Comic Sans предпочтительнее, их легче читать. Для удобства чтения пишут не более 9 строчек на каждой странице. Также можно готовить презентации в PowerPoint и копировать их на обычную бумагу.

При планировании и проведении лекции преподаватель должен продумать цель, целевую группу, содержание и метод обучения и довести данную информацию до слушателей.

Говорить необходимо спокойно. Звуки голоса в залах иные, чем обычно. Звуковая и изобразительная информация приобретают при цифровой передаче более концентрированную форму. Это значит, что количество информации в единицу времени воспринимается в большем объеме. При низкой скорости передачи может наблюдаться запаздывание звука. Избегайте резких движений, которые создают беспокойство и нарушают изображение.

Географические расстояния требовательны к искусству общения. Докладчик должен приглашать к диалогу. Он же определяет, когда будут задаваться вопросы: по ходу доклада или по его окончании.

Варьируйте методы обучения. Использование различных способов представления обучающего материала часто дает впечатление варьирования обучения. Докладчики, использующие презентации в PowerPoint, должны помнить о периодическом переключении камеры на лицо докладчика. Иначе презентация в PowerPoint может быть воспринята как длительная и монотонная.

Если есть возможность, желательно раздать копии докладов перед началом передачи. Презентация также может быть выложена в Internet /Intranet, чтобы быть доступной участникам как до, так и после передачи(2).

Выступающий может использовать возможности движения камеры (ручное управление камерой). Вариации движения камерой могут способствовать росту интереса участников. Докладчик выбирает исходящее изображение, переходит от своего изображения к изображению участников и презентационного материала.

Во время проведения лекции или семинара, можно использовать электронные доски. На краю электронной доски, размеры которой могут достигать 1,25 x 2,5 м., с помощью вакуумных присосок закрепляется панель со встроенными сенсорами. Перемещения цветных маркеров по поверхности доски отслеживаются ультразвуковыми и инфракрасными сенсорами. В комплект кроме маркеров, входят указка и специальный ластик для стирания записей. Записи и рисунки можно сохранить в виде файлов графических форматов или перенести в HTML-документ и передать через Интернет.

Список литературы:

- 1) www.skype.com
- 2) <http://www.videosvyaz.ru/>

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ: ПЛЮСЫ И МИНУСЫ

Мельник А.Н. (Мурманск, СЗАГС, кафедра экономики, anika1982@bk.ru)

Abstract. Remote training – the type of the training based on educational interaction of teachers removed from each other and pupils, realised by means of telecommunication technologies and resources of a network the Internet.

Для нас более понятна традиционная форма образования, которая существует много лет: посещение лекций и семинаров, экзамены и зачеты при общении «глаза в глаза». Однако в последние 10–15 лет совместно с традиционной формой обучения успешно развивается и дистанционная, что связано с глобализацией и развитием технологий.

В Законе «Об образовании» дается понятие дистанционной технологии, а не дистанционного обучения. С одной стороны, авторы отождествляют заочное обучение с дистанционным, и потому считают, что речь идет о заочной форме обучения, в которой используются информационные и коммуникационные технологии. С другой стороны, в любой форме обучения использование этих технологий также приравнивают к дистанционному обучению. Итак, у заочной и дистанционной форм обучения есть только одна общая черта: в обоих случаях преподаватель и обучающиеся находятся на расстоянии. Все остальное, т.е. организация учебно-методического обеспечения, его отбор, структуризация, организация учебного процесса, даже контроль осуществляются принципиально по-разному. Поэтому дистанционное обучение имеет право на «жизнь».

Дистанционное обучение известно нам с давних времен. Пионеры дистанционного обучения в США и Европе в середине XIX в. посредством почтовой службы предлагали получить образование тем, кто по объективным причинам не может посещать учебные заведения. Позже, с развитием радио в 1920-х гг. и телевидения в 1940-х гг. данная форма обучения приобрела более широкие масштабы. Одним из старейших университетов дистанционного обучения является University of South Africa, который начал предлагать курсы с 1946 года. Всплеск потребности в дистанционном обучении возник в 60-е гг., когда наблюдаются процессы глобализации. Крупнейшим университетом дистанционного обучения считается британский Открытый университет, основанный в 1969 году. Немного позже в 1974 году в Германии был открыт Fern Universitat in Hagen. В настоящий момент все они являются мировыми мегауниверситетами. В 80-х гг. создается Интернет и, соответственно, повышается спрос на дистанционное обучение, которое распространяется по всему миру. Интернет стал неотъемлемой частью нашей жизни. В виртуальном мире мы общаемся с огромным количеством людей со всего земного шара, получаем информацию по любым темам и делаем покупки. Новые технологии доступны и дешевы. И через Интернет дистанционное обучение стало неотъемлемой частью традиционного образования. На сегодняшний день оно популярно во всех развитых странах Америки, Европы и Азии.

В России дистанционное обучение начало развиваться с 1988 года (Советско-американский проект «Школьная электронная почта»), когда оно применялось в виде заочного обучения. В 1995 г. Госкомитет РФ по высшему образованию принял Концепцию создания и развития единой системы дистанционного образования в России. Эта система должна была интегрировать с очной и заочной формами обучения. Более того, в Общероссийском классификаторе специальностей была создана новая – «Информационные технологии в образовании». Сегодня многие российские вузы

предлагают форму интернет-обучения с получением академической степени, диплома или сертификата, аккредитованных Министерством образования РФ.

Итак, дистанционное обучение – тип обучения, основанный на образовательном взаимодействии удаленных друг от друга педагогов и учащихся, реализующемся с помощью телекоммуникационных технологий и ресурсов сети Интернет. Для дистанционного обучения характерны все присущие учебному процессу компоненты системы обучения: смысл, цели, содержание, организационные формы, средства обучения, система контроля и оценки результатов. Средствами информационно-коммуникативных технологий при дистанционном обучении могут выступать дистанционные курсы, электронная почта (в том числе и списки рассылки), форум и блоги, чат и ICQ, теле- и видеоконференции, вики и т. д. Расширить круг своих интересов в определенной области можно по программам, рассчитанным на массовую аудиторию или по программам, позволяющим обучающимся по окончании курса и сдачи экзаменов получить соответствующий диплом, сертификат или академическую степень высшего учебного заведения.

На сегодняшний день большое значение имеет получение качественного высшего образования. Во всем мире огромное количество учебных заведений, но спрос на рынке образовательных услуг по-прежнему превышает предложение. В России ежегодно только каждый третий абитуриент проходит по конкурсу в вуз. Дистанционное же обучение создает равные возможности для желающих получить образование, повысить квалификацию, пройти переподготовку и найти работу. Данная система позволяет параллельно с основной деятельностью человека получить высшее образование, расширяет возможности граждан России в обучении за рубежом, получении ученых степеней, признанных международным образовательным сообществом. Дистанционное образование предусматривает более широкие перспективы в выборе вуза. Несомненным плюсом является то, что человек, получивший образование в форме дистанционного обучения в престижном учебном заведении, будет иметь больше шансов на рынке труда, чем выпускник, окончивший очное отделение малоизвестного местного вуза.

Таким образом, дистанционное обучение доступно большинству. Оно рассчитано на категорию людей, которые по каким-либо причинам не могут использовать традиционную форму обучения. Это, например, граждане с ограниченными возможностями по здоровью; люди, которым необходимо совмещать обучение и работу или проживающие в регионах России, где нет достаточного количества учебных заведений, сравнимых со столичными или международными. Сюда же можно отнести женщин в мусульманских странах, которым запрещено посещать общественные места, и т. п. Кроме того, это граждане, желающие обучаться в престижных вузах России или мира, но не имеющие достаточных финансовых средств или времени.

Еще одним плюсом является бесконкурсное поступление; самостоятельное планирование времени, структуры и темпа занятий; отсутствие фиксированных сроков обучения; возможность учиться дома и посредством любого компьютера, подключенного к Интернету; доступ к мировым ресурсам, виртуальным библиотекам и базам данных. Кроме того, более качественно осваивать изучаемый материал позволяет наличие персонального преподавателя-куратора, а на специальных форумах и блогах имеется возможность обсуждать темы по предметам и идеи с другими студентами. Таким образом, мы видим, что изолированности обучающегося при данной форме обучения не существует. Как правило, набор на дистанционное обучение проводится в течение всего года с первого числа месяца, следующего за месяцем, когда была произведена оплата. Стоимость интернет-образования значительно ниже обучения на

очном отделении вуза, кроме того, она варьируется в зависимости от специальности, формы обучающей программы и вида учебного заведения. Кроме того, существует возможность бесплатно или при частичном финансировании обучаться в дистанционной форме благодаря различным образовательным грантам и стипендиальным программам. Студенту не необходимости оплачивать проживание, перелет в страну обучения, питание, медицинскую страховку и др. Дистанционная форма обучения позволяет преодолеть психологические барьеры, связанные с коммуникативными качествами человека (стеснительность, страх публичных выступлений).

Наряду с рассмотренными достоинствами существуют и недостатки. На сегодняшний день определенные группы населения, слои общества не имеют возможности использовать современные коммуникационные технологии по различным причинам, основная из которых – финансовая. Кроме того, не только техническая оснащенность в России значительно уступает ведущим странам мира, но и многие люди не обладают знаниями компьютерных технологий и программ.

Для людей, не имеющих личностных качеств самоорганизации и дисциплины такая форма обучения скорее не подойдет, так как при отсутствии ежедневного контроля, как это принято при традиционной очной форме обучения, необходимо иметь четкую мотивацию. При дистанционном же обучении момент соревновательности сведен к минимуму, так как нет живого обмена идеями, опытом, психологической поддержки группы. Еще одним немаловажным моментом дистанционной формы обучения является то, что технические специальности пользуются меньшим спросом при такой форме обучения, так как освоение их требует проведения большого количества практических и лабораторных работ. А вот для получения образования в области фундаментальных наук, гуманитарных специальностей или технологий дистанционное обучение становится серьезной альтернативой традиционной форме.

Мы считаем, что для любого человека первое высшее образование необходимо получить на очном отделении вуза, а вот второе, последующие или пройти переподготовку возможно и дистанционно. Для работодателей, несомненно, важно качество образования и многие из них не доверяют дистанционному обучению.

ОПЫТ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ В ИДО

Николаенко О.А. (Мурманск, МГТУ, Институт дистанционного обучения, idodec@mstu.edu.ru)

Институт дистанционного обучения МГТУ организован в мае 2005 года. В настоящее время в институте осуществляется обучение по 15 специальностям по заочной, заочно-ускоренной формам и переподготовке специалистов имеющих высшее образование. Динамика приема студентов в ИДО представлена в таблице 1

Таблица 1.

Год приема	Количество специальностей		Число студентов,		Форма обучения					
					заочная		заоч/уск		переподготовка	
	технических	экономических	тех	экон	тех	экон	тех	экон	тех	эк
2005	1	-	24	-	24	-	-	-	-	-
2006	5	3	57	41	57	37	-	4	-	-
2007	9	6	147	68	131	36	15	10	-	17
2008	9	6	123	121	108	60	15	27		34

Доля студентов технических специальностей составила в 2005 /2006 уч.г -100 %; 2006/2007 уч.г 59,4%; 2006/2007 уч.г. - 68,2%; 2008/2009 уч.г. – 50%. В настоящее время в ИДО обучается 412 студентов.

Если в 2005 г студентами в основном являлись жители г. Мурманска (70%), то в настоящее время их доля составляет лишь 36 %, 60 % студентов проживают в Мурманской области, и этому способствовало открытие ИДО представительств в г Мончегорске и Апатитах. В 2008 г открыто представительство в г. Архангельске, что поможет привлечь в МГТУ абитуриентов этого региона, особенно на заочно-ускоренную форму обучения.

Если в 2005 г в ИДО осуществлялось заочное обучение только по специальности 230105 «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем», то в настоящее время в ИДО обучаются студенты следующих специальностей технического блока:

- 270302.65 «Технология рыбы и рыбных продуктов»
- 270501.65 «Технология продуктов общественного питания»
- 180103.65 «Судовые энергетические установки»
- 27112.65 «Водоснабжение и водоотведения»
- 140403.65 «Открытые горные работы»
- 140404.65 «Подземные разработки месторождений полезных ископаемых»
- 270102.65 «Промышленное и гражданское строительство»
- 230105.65 «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем»
- 180402.65 «Судовождения»

Из перечисленных специальностей наибольшим спросом у абитуриентов пользуется специальность «Промышленное и гражданское строительство». Так в 2008 г на эту специальность приходится 38 % от числа всех студентов, поступивших на технический блок. Ежегодно около 30 человек поступает на специальность «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем».

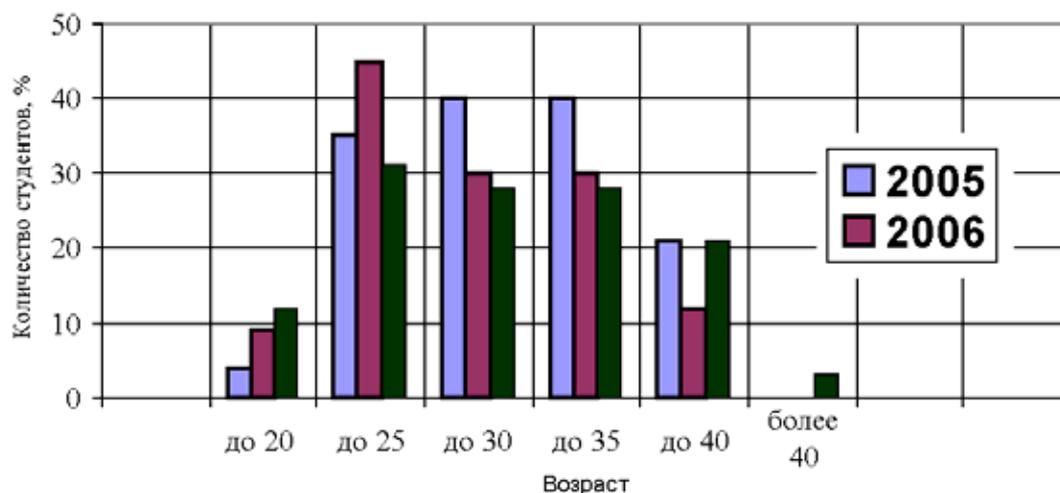


Рис. 1. Возраст студентов ИДо МГТУ

Возрастной состав студентов представлен на рис. 1

Ключевым звеном учебного процесса является преподаватель-консультант, в функции которого входит подготовка учебно-методических материалов, чтение установочных лекций в начале семестра, проведение консультации, как в электронной, так и в очной форме в течение всего года, рецензирование контрольных заданий и прием зачета или экзамена. В настоящее время обучение студентов по техническим специальностям осуществляют около 70 преподавателей, которые являются штатными преподавателями 20 кафедр МГТУ, среди них 51 % доктора и кандидаты технических наук.

Обучение проводится в соответствии с учебными планами специальностей. В преподавании каждой дисциплины используется методика модульного изучения. В одном модуле предоставляются УММ по одной или нескольким темам (разделам) дисциплины, в изучении которых есть логическая завершенность, а по окончании изучения модуля студенты должны пройти форму контроля (тест, контрольная или курсовая работы).

Графиком учебного процесса в течение учебного года для студентов предусмотрены: установочная сессия (2 недели), самостоятельное дистанционное изучение материала, проведение очных и заочных консультаций, зачетно-экзаменационная сессия (от 3 до 4 недель).

Роль «второго преподавателя» выполняют структурированные учебно-методические материалы (УММ), которые по своему объему и содержанию соответствуют требованиям государственных образовательных стандартов. УММ должны помочь студентам самостоятельно освоить материал по всем дисциплинам, спланировать, организовать, проконтролировать и оценить свою деятельность. УММ включают: рабочие программы; теоретический материал (учебники, учебные пособия, конспекты лекция, хрестоматии); методические указания по самостоятельному изучению дисциплины; контрольные тесты.

За 3,5 года в ИДО разработано в электронном виде 55 методических указаний по самостоятельному изучению дисциплины, 15 учебных пособий, 24 конспекта лекций, тестовые задания по 93 модулям дисциплин, которые включают около 7000 вопросов. В настоящее время в учебном процессе не используются электронные лабораторные работы, хотя данные методические разработки уже в достаточном количестве предлагаются и ИДО при необходимости готов их приобрести для применения в учебном процессе. Очень мало используются в учебном процессе

обучающие тестовые программы. Такие программы разработаны, например Марининым А.А. для обучения студентов специальности «Судовые энергетические установки».

Все учебно-методические материалы в соответствии с расписанием выставляются на сайте ИДО МГТУ. При этом совместимость УММ по блоку общих гуманитарных и социально-экономических дисциплин для технических специальностей составляет около 100%, для общих математических и естественных дисциплин – 42 %, общепрофессиональных дисциплин – около 40 %.

При оценке качества материалов студентами были отмечено, что качество УУМ в большинстве случаев их устраивает, объем рекомендованной литературы достаточен, но хотелось бы иметь больший список рекомендованной открытой электронной литературы и недостаточно практических материалов по отдельным дисциплинам.

Оценивая тестовые задания, студенты определили их уровень сложности как оптимальный. Практически все студенты положительно оценивают применение тестовой системы при оценке качества знаний по модулям дисциплин.

В течение учебного года студентам предлагались консультации по дисциплинам, как в электронной, так и в очной форме. Кроме того, на сайте ИДО размещен форум, на котором студенты могут задавать вопросы преподавателям, методистам и системным администраторам.

Анализ успеваемости показал, что количество отчисленных студентов составило в 2005/2006 уч.г 67 %; в 2006/2007 уч.г – 43 %, в 2007/2008 уч.г -47%. При этом около 20 % студентов поступивших на 1 курс практически не приступают к обучению, около 16 % не сдают экзаменационную сессию. Наиболее низкая успеваемость по дисциплинам математический анализ, алгебра и геометрия, инженерная графика.

Первый опыт организации дистанционного обучения в университете показал, что качество обучения в первую очередь зависит от уровня подготовки учебно-методических материалов, выдаваемых студенту, и личной мотивации студентов. Следует признать целесообразность применения практики тестирования обучающихся, которая направляет их на ритмичную организацию изучения материалов дисциплин в течение всего учебного года, а также позволяет оценить степень усвоения студентами учебных материалов.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ВУЗАХ ПРИ ПОМОЩИ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ

Кривичев А.И., Сидоренко В.Н. (Москва, экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова krivichev@live.ru, v_sidorenko@mail.ru)

Abstract. Modern distance learning methods are discussed in the article "Management of distance learning process in universities by means of IT". Some on-line and off-line (case-, network-, TV and satellite) technologies are described. The experience of some universities (M.V. Lomonosov Moscow State University, Harvard University, Cambridge University etc.) in the area distance learning of are investigated.

Развитие в российских вузах дистанционных методов обучения на основе Интернет открыло эпоху совершенно нового для России подхода к обучению студентов.

Во-первых, Интернет-сеть является уникальной информационной системой для всех ее пользователей (в том числе преподавателей и студентов).

Во-вторых, скорость передачи информации и независимость от расстояния позволяет обучаться в любой точке земного шара, при соответствующем техническом обеспечении процесса обучения.

В-третьих, может быть обеспечено общение между обучаемым (студентом) и обучающим (преподавателем), при помощи интернет- и TV-технологий.

Возможность обучения при помощи информационных технологий неоднократно обсуждалась на международных научных конференциях, а также в СМИ. Рассматривались и были реализованы различные проекты дистанционного образования в вузах России.

В итоге в стране сложилась система дистанционного обучения, в которой используются сочетания следующих дистанционных технологий:

а) **кейс-технология** – применяет в учебном процессе дистанционную форму обучения в сочетании с очными формами занятий: обзорными лекциями, семинарами, тренингами, консультациями и контрольными работами;

б) **сетевая технология** – использует в учебном процессе интернет-технологии, обучающие программы и электронные учебники, размещенные на серверах вуза;

в) **телевизионно-спутниковая технология** – сочетает использование в учебном процессе сетевой и TV-технологий, осуществляется по спутниковым каналам связи.

В настоящее время в России на основе внедрения дистанционных образовательных TV-технологий реализуются дистанционно-виртуальные методы обучения, использующие спутниковые лекции в сочетании с обучающими программами.

Например, Современная гуманитарная академия (СГА) входит в число мегавузов мира по дистанционному образованию (таблица 1).¹

Наибольшее признание в российских вузах получила сетевая технология, сочетающаяся с элементами традиционной очной формы обучения. Но, в связи проблемами дистанционной формы, одна из которых - идентификация студента, некоторые, очень престижные, высшие учебные заведения сдерживают инициативу реализации полноценного альтернативного дополнения к очной форме обучения.

¹ Карпенко О.М., Бершадская М.Д., Вознесенская Ю.А., Гадрани Л.А. - Мегауниверситеты как оптимальный путь развития дистанционного образования. - www.muh.ru/Docs/niipo/16_2008.htm

Таблица 1.

Уровень развития дистанционного образования в различных странах

Страна	Кол-во мегавузов	Общее количество студентов тыс. чел.		Доля студентов мегавузов в численности студентов страны, %
		в стране (2005г.)	в мегавузах	
Китай	2	21336	2401	11,2
Индия	5	11777	2352	20
Турция	1	2106	1050	19,2
Бангладеш	1	912	709	77,7
Таиланд	2	2359	706	29,9
США	2	17272	541	3,1
Пакистан	1	783	456	58,2
Индонезия	1	3640	400	11,0
Франция	1	2187	120	5,5
Япония	1	4038	250	6,2
Корея	1	3225	211	6,5
Великобритания	1	2287	204	8,9
Южная Африка	1	735	250	34
Россия	1	9019	183	2,0
Иран	1	2126	183	8,6
Испания	1	1809	180	9,9
Канада	1	1193	100...	8,4...
В мире	24	132000	10296	7,8

Данная проблема может быть решена при помощи технологий видеосвязи в Интернет, таких как ooVoo, Skype и других в сочетании системами управления обучением (Learning Management Systems - LMS) или виртуальными образовательными средами (Virtual Learning Environments - VLE).

Системы управления обучением, такие как Moodle или Claroline применяются как платформы LMS, позволяющие преподавателям создавать курсы и эффективно управлять процессом обучения студентов в Интернет.

Приведем конкретный пример дистанционного обучения в МГУ имени М.В. Ломоносова. Так, на экономическом факультете реализуются информационные образовательные технологии в среде Moodle², которая позволяет преподавателю создать курс в едином учебном пространстве этой среды, используя интранет-сеть факультета.

Среда Moodle позволяет преподавателю провести проверку и подвести итоги работы студентов по заданному курсу. Кроме того, преподаватель может сформировать отчет о результатах прохождения курса студентами, куда включаются результаты тестирования, оценка выполненных заданий, написанных рефератов, и т.д.

Подобный инновационный подход позволил осуществить на факультете управление процессом дистанционного обучения студентов в городе Астане.

Циклы лекций и проведение семинаров в среде Moodle могут быть дополнены использованием интернет-ресурсов ooVoo или Skype³, которые помогут преподавателю организовать консультации в интерактивном режиме.

² Адрес интернет-ресурса - <http://moodle.org/>

³ Skype и ooVoo – технологии IP-телефонии, которая предоставляет возможности видео, аудио общения и прочего в Интернет.

Для проведения таких консультаций с применением бесплатных ресурсов Интернет типа: Skype, ooVoo, и т.д., как студенту, так и преподавателю необходимо техническое сопровождение, которое включает стандартный набор: персональный компьютер или ноутбук, видеокамеру, микрофон и выход в Интернет.

Но перечисленные выше технологии интернет-видеосвязи предназначены для видеообщения между людьми и не определяют образовательной специфики, поэтому необходимо совместное применение интернет-ресурсов Moodle, ooVoo и Skype.

Более полно реализовать функции дистанционного обучения в интерактивном режиме, с учетом специфики видеообщения в российских вузах, поможет платный сервис типа ВидеоПорт⁴, который является системой видеоконференцсвязи и может обеспечить образовательные функциональности по организации процесса обучения студентов при помощи видеоконференций.

Система видеоконференцсвязи предоставляет для преподавателей и студентов следующие функциональные возможности:

- 1) персональные видеоконференции (видеозвонки);
- 2) групповые видеоконференции;
- 3) передача текстовых сообщений;
- 4) передача файлов;
- 5) слайд шоу;
- 6) электронная доска⁵.

В первом случае - между преподавателем и студентом устанавливается индивидуальный сеанс видеоконференцсвязи. Этот вариант может иметь наибольший эффект не только при индивидуальном обучении студентов в системе дистанционного образования, но и при подготовке студентов-дипломников, магистрантов и аспирантов очной формы обучения.

Причем, во время видеоконференции обеспечивается возможность передачи между преподавателем и студентом любых файлов: документов, изображений, музыкальных и видео файлов, а также демонстрация слайдов. Кроме того, осуществляется очень важная для обучения функция - Электронная доска (Whiteboard), которая предоставляет возможность преподавателю и студенту в отдельном окне рисовать, вводить и редактировать текстовые или графические данные, используя различные инструменты редактирования и рисования.

Во втором случае, групповые видеоконференции делятся на два типа: симметричный и несимметричный.

В симметричных групповых конференциях преподаватель и студенты равноправно могут общаться, т.е. видеть и слышать друг друга. Но в таком сеансе максимально могут участвовать только шесть человек.

В несимметричных групповых конференциях преподаватель может полностью контролировать студентов, которые условно делятся на докладчиков и зрителей. Зрители видят и слышат докладчиков, могут высказывать свои реплики, отправлять текстовые сообщения, а так же занимать место освободившегося докладчика.

В престижных вузах зарубежья, например в Гарвардском и Кембриджском университетах, разработаны методы интернет-обучения, которые используют в учебном процессе видеоролики записей лекций в цифровом формате. Видеоролики лекций доступны аккредитованным студентам, задействованным в интернет-обучении.

⁴ Адрес интернет-ресурса - <http://www.videoport.ru/>

⁵ Информация с сайта ВидеоПорт - http://www.videoport.ru/service/videoconferencing_features.html

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ МСУДС МОРСКОГО ПОРТА

Федотов Д.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра радиотехники и телекоммуникационных систем, real_fdv@mail.ru)

Abstract. Предлагается расширить функции традиционных СУДС с помощью использования мобильных систем управления движения судов (МСУДС) для обеспечения безопасности движения малых судов в портовых зонах. Техническая реализация МСУДС может быть выполнена с использованием современных средств навигационной, телекоммуникационной и вычислительной техники.

Актуальной задачей повышения безопасности мореплавания является разработка и совершенствование мероприятий, направленных на оказание судоводителю дополнительной помощи, особенно при движении в районах с большим скоплением судов, где человеческий велик фактор.

Безопасность является основным качеством, необходимым для всех видов транспорта. Особое значение она приобретает в морском судоходстве. Значительные размеры морских судов, рост скоростей движения, увеличение интенсивности движения на морских путях, плавание судов в сложных метеорологических условиях и другие причины делают проблему безопасности мореплавания наиболее приоритетной и актуальной при оценке современного состояния и развития морского судоходства.

Комплексное осуществление мероприятий по организации, регулированию и контролю за движением судов, на базе соответствующих технических средств, привело к созданию систем управления движением судов (СУДС), призванных обеспечить навигационную безопасность при максимально допустимой интенсивности движения, снизить аварийность и предупредить загрязнение водной среды, а также повысить технико-эксплуатационную эффективность работы флота и портов. Каждый час простоя судна в условиях ограниченной видимости или в ожидании лоцмана из-за плохой или несвоевременной информации приносит значительные убытки, как судовладельцу, так и целому ряду береговых организаций, вовлеченных в процесс обработки судна в порту. Сократить до минимума подобные простои, а, следовательно, и убытки могут и должны системы УДС. По своему назначению, организации и техническому оснащению системы УДС могут быть самыми различными, начиная от пассивных первичных мероприятий по упорядочению движения судов и кончая активными системами, базирующимися на комплексе современных технических средств, включающих новейшие электронные средства наблюдения, связи и обработки информации.

В настоящее время на базе современных навигационных и радиосвязных систем создаются новые перспективные СУДС, дополнительно включающие в себя дифференциальные станции спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS и автоматические информационные системы (АИС). С их использованием обеспечивается метровая точность определения места судна в зоне действия (до 100 км от дифстанции). Благодаря этому может достигаться высокоточная проводка судов по узким фарватерам, таким как Ленинградский и Калининградский каналы, вход в Северную Двину и Волгу в районе Астрахани. Благодаря высокоточному навигационному обеспечению может быть существенно повышена эффективность дноуглубительных и гидротехнических работ.

Основная проблема при использовании СУДС состоит в том, что их действие не распространяется на малые суда и отследить их движение в портовых зонах становится крайне сложно. Так же на обеспечение работы СУДС требуется мощная энергетическая база, что в свою очередь несет как значительные финансовые затраты, так и ограниченность её развертывания, в силу своей масштабности. К недостаткам СУДС так же можно отнести их стационарность, что существенно ограничивает акваторию их покрытия. Кроме того, управление судоходством с использованием СУДС сопряжено со слишком большой долей влияния человеческого фактора. Связано это с тем, что центральное место в процедуре выработки управляющих решений принадлежит диспетчеру.

Для решения этих проблем предлагается разработать систему, которая вырабатывает управляющие решения при снижении человеческого фактора. Для этого предлагается максимально формализовать процедуру выработки управляющих решений с помощью использования современных вычислительных средств. Формализацию процедур выработки управляющих решений предлагается выполнять на базе использования граф кодовых пересечений (ГКП). Основные свойства ГКП и особенности их применения разработаны в трудах (1). Необходимо выработать такую систему, чтобы она была по максимуму компактна, мобильна и дешева. Технические средства для реализации имеются (ГМССБ, АИС и т.д.) поэтому задача создать информационную среду, для взаимодействия судов и всех технических средств обеспечения безопасности мореплавания. Основным слабым звеном современных систем обеспечения безопасности движения, транспортных объектов любого рода (суда, ж/д, авто, авиа) является плохо развитая информационная среда, которая не позволяет с должной степенью эффективности использовать современные технические и вычислительные ресурсы. Работа направлена на развитие информационной среды.

Структура системы строится по модульному принципу и включает следующие модули: клиентский, серверный, телекоммуникационные и радионавигационные средства.(2)

Клиентский модуль реализуется в соответствии со стратегией "тонкий клиент", что обуславливает его малый размер. Основная задача Клиентского модуля заключается в организации логики представления в понятном и удобном судоводителю виде. Клиентский модуль реализует следующие функции:

- обеспечивает серверную часть первичными данными, на основе которых сервер рассчитывает траекторию движения судна и вырабатывает навигационную информацию для судоводителя;
- производит интерпретацию данных, получаемых от сервера, визуально отображая на экране монитора информацию о траектории движения в удобном и понятном судоводителю виде;
- позволяет судоводителю выбирать наиболее приемлемую траекторию движения из предложенного списка;
- позволяет судоводителю отклонять предложенную (или уже выбранную) траекторию движения и делать запрос на альтернативную траекторию в случае необходимости в корректировке траектории движения;
- реализует функцию электронно-цифровой картографии, позволяя увидеть траекторию движения непосредственно на карте или на планшете;
- отражает расчетные характеристики (общее, пройденное и оставшееся расстояния, время и рекомендуемую скорость).

Серверный модуль располагается в составе ИНК флагманского судна или береговой станции, в зависимости от способа и места реализации. К управлению

сервером и контролю его работы допущены сотрудники координационного центра (ЦУ МСУДС). В функции серверного модуля входят:

- создание ВСПД для обслуживаемой акватории;
- адаптация ВСПД к акватории (электронно-цифровая картография и масштабирование);
- регистрация судов, которые берутся на обслуживание;
- расчет траекторий движения обслуживаемых судов;
- сопровождение судна в пределах действия МСУДС по зарегистрированной траектории движения;
- расчет характеристик траекторий движения обслуживаемых судов;
- расчет альтернативных траекторий движения обслуживаемых судов в случае возникновения необходимости изменить траекторию движения;
- визуализация ВСПД и местонахождения всех судов, обслуживаемых и необслуживаемых, в пределах действия МСУДС.

Техническая реализация системы не представляет сложности. Базой для её реализации являются современные доступные и дешевые средства малой вычислительной техники, используемые на судах (КПК, смартфон). Система не предъявляет серьезных требований к серверному оборудованию. Информационное обеспечение может быть реализовано на базе ГКП, а программная реализация на основе современных стандартных пакетов.

Список литературы:

- 1) Борисова Л.Ф. Архитектура взаимодействия служб в мобильной системе управления движением судов Вестник МГТУ, т.9, № 2, с.291-300, 2006г.
- 2) Борисова Л.Ф. Прикладная система программного комплекса сетевых служб для мобильной системы управления движением судов в районах с интенсивным судоходством. Вестник МГТУ, т.9, № 2, с.286-290, 2006г.

РЕАЛИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА ФОРМ КОНТРОЛЯ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Федотов Д.В. (Мурманск, МГТУ, Институт дистанционного обучения)

Введение

Процесс обучения в рамках дистанционных технологий в значительной мере отличается от обучения в традиционном представлении. Эти различия особенно выделяются в организации общения преподавателя со студентом, в форме промежуточного контроля знаний, в обеспечении учебного процесса. Последнее, непосредственно касается работы участников учебного процесса в системе дистанционного обучения (ДО). В данной статье представлена схема организации документооборота между студентом, преподавателем и методистом ДО, разработанная в институте дистанционного обучения МГТУ.

Основные принципы документооборота

В системе дистанционного обучения взаимодействие методиста и преподавателя с учащимися происходит также удаленно, как и весь процесс обучения. Данное обстоятельство обязывает систему ДО предоставить всем участникам учебного процесса (методисту, преподавателю и студенту) максимально удобный интерфейс для обеспечения учебного процесса. В программной реализации документооборота файлов в системы ДО, разграничено по трем отдельным модулям, которые позволяют всем участникам процесса обучения обмениваться данными. Такими данными могут являться РГЗ, контрольные работы и другие формы контроля.

Жизненный цикл документа начинается с формирования студентом отчета о контрольной работе и загрузки его на сервер ИДО. Отчет должен формироваться в электронном варианте в одном из форматов электронных документов. Далее это действие отображается у преподавателя и методиста на сайте ИДО как новое событие, в соответствующем разделе, в котором выводиться: ФИО студента приславшего работу и непосредственное её название, дата загрузки на сервер и ссылка на документ, а так же, номер попытки, если работа была отослана студентом не в первый раз. Преподаватель в свою очередь при входе на сайт ИДО в разделе *событие* видит новую поступившую работу. Он имеет возможность её загрузить, проверить и выставить по ней оценку, если нет замечаний или отправить работу с исправлениями на доработку. Если работа была отправлена на доработку, то студент будет проинформирован об этом на сайте в разделе *события*. Так же об этом будет проинформирован и методист в соответствующем разделе.

Студент так же имеет возможность выполнить работу на бумажном носителе. В этом случае ему необходимо принести её в ИДО и отдать методисту. Методист принимает данную работу, вносит на сайт информацию о ней и передает её преподавателю. Преподаватель проверяет работу и возвращает её методисту с оценкой, если нет замечаний или с замечаниями, которые необходимо доработать. Методист вносит эти данные в систему и студент видит оценку – в первом случае или необходимость доработки – во втором.

Методист в этом процессе имеет контролирующее значение. Он может с легкостью отслеживать успеваемость студентов, сколько студент сдал работ по тому или иному предмету, сколько студент на это потратил попыток и какую оценку в итоге получил. А так же удалять информацию о контрольных работах или сами работы, если они были добавлены по ошибке. На сервере системы хранятся все варианты попыток и

соответствующие им оценки, дата сдачи и дата проверки, что позволяет с легкостью проследить всю историю документа.

Заключение

Рассмотренный в работе подход к созданию рабочих мест всех членов учебного процесса позволяет реализовать максимально удобный и гибкий интерфейс взаимодействия студента, преподавателя и методиста с программной средой ДО. Реализация документооборота значительно освобождает методиста от рутинной работы, так как процесс обмена контрольными работами происходит напрямую между преподавателем и студентом. Это существенно увеличивает делопроизводство учебного процесса.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Луковкин С.Б.¹, Хохлова Л.И.² (Мурманск, МГТУ, ¹ каф. АиВТ, kendato@rambler.ru; ¹ каф. ВМуПОЭВМ, xoxlovaluda@rambler.ru)

Abstract. Education of modern engineer in mathematics means knowledge, skills and habits, and also ability to apply them for solution of real production problems and tasks, arising within the course of professional activity. Rapidly changing reality demands requirements towards elaboration of sustainable habits of self-directed work.

Математическая образованность современного инженера – это знания, умения и навыки, и обязательно способность применять их при решении реальных производственных задач, возникающих в процессе профессиональной деятельности. Стремительно меняющаяся действительность предъявляет требования по выработке устойчивых навыков самостоятельной работы.

Результаты анализа данных ЕГЭ по математике и начального тестового контроля показывают, что современные студенты и курсанты уже не в состоянии осваивать программу в те сроки и в том объеме, который предусматривается государственным стандартом высшего образования. Рассмотрим, например, результаты ЕГЭ и начального тестового контроля по математике в МГТУ В 2008 году по некоторым специальностям.

**Таблица данных ЕГЭ и начального тестирования
первокурсников МГТУ по математике**

Специальность	Средний балл ЕГЭ	Средний процент выполненных заданий начального контроля
<i>Физические процессы горного и нефтегазового производства</i>	49	36
<i>Водоснабжение и водоотведение</i>	66	58
<i>Нефтегазовое дело</i>	50	39
<i>Геология и разведка полезных ископаемых</i>	54	43
<i>Подземная разработка месторождений полезных ископаемых</i>	55	47
<i>Инженерная защита окружающей среды</i>	59	52
<i>Промышленное и гражданское строительство</i>	53	42
<i>Автоматизация технологических процессов и производств</i>	59	52
<i>Автомобили и автомобильное хозяйство</i>	51	41
<i>Электроснабжение</i>	60	52
<i>Энергообеспечение предприятий</i>	60	58

К сожалению, очевидно, что подготовка к экзамену, проводимому в форме ЕГЭ, привела к вульгарному натаскиванию по некоторым выделенным темам, предположительно тем заданиям группы А, которые будут на экзамене, причем совершенно бездумному. Осталась в стороне теория, поэтому нынешний студент не в состоянии воспроизвести практически ни одно из базовых математических определений и провести несложное доказательство теоремы. Причем, у самих

студентов при этом, возникает ложное представление о своих знаниях, они полагают, что знания у них есть, или в нужный момент их можно быстро получить, очень удивляясь, когда вдруг оказывается, что это у них не получается.

С этой ситуацией, когда приходится учить всех тех, кто преодолел самый нижний уровень, необходимый для поступления, можно справиться только, если использовать все многообразие педагогических приемов и форм, синтез различных методических приемов. При этом сначала необходимо определить

- 1) начальный уровень знаний студентов
- 2) будущие проблемы в обучении, вызванные недостаточными знаниями, полученными в школе
- 3) планирование учебного процесса по результатам начального контроля
- 4) стратегии обучения с учетом всех возможных форм обучения

Таким образом, одной из важнейших составляющих обучения в вузе на данном этапе, является более тщательная индивидуальная работа со студентом, которая в школе уже давно отсутствует, так как занятия с репетитором не проводится в контексте с той общей целью, которая стоит перед учебной группой. Сразу же возникает законный вопрос: где брать на все это время? И вот здесь на помощь можно привлечь компьютерные технологии с элементами дистанционного обучения.

Очень важно обеспечить каждому студенту с самого начала доступ к учебному пособию по элементарной математике в электронной форме, с обязательным контролирующим тестированием. Доступ к такому пособию должен обеспечиваться постоянно, причем возможно такое контролирующее тестирование полезно повторять периодически.

Очевидно, что компьютерное тестирование, является наиболее быстрым и эффективным способом контроля текущего состояния знаний обучаемого, так как позволяет регулярно и своевременно следить за уровнем усвоения материала каждым учащимся, тем самым оперативно влиять на повышение качества обучения, обеспечивает необходимую текущую коммуникацию преподавателя и студента. Тестовые технологии позволяют, освободить преподавателя от трудоемкой работы проведения обычных контрольных работ, позволяют обеспечить всем испытуемым равные условия, используют единую для всех систему оценок, автоматически проводят статистический анализ результатов.

Мониторинг качества усвоения знаний студентами реализуется с помощью системы электронного тестирования. Разработаны следующие этапы мониторинга качества усвоения знаний:

- 1) начальное тестирование
- 2) оперативное лекционное тестирование
- 3) индивидуальный компьютерный тренинг
- 4) модульное контрольное тестирование по результатам изучения модуля
- 5) письменный экзамен и экзаменационное тестирование по результатам изучения дисциплины
- 6) устная беседа.

Диагностика уровня базовой подготовки студента необходима на начальном этапе педагогического процесса для того, чтобы грамотно выстроить стратегию изучения учебной дисциплины. Текущее или тематическое тестирование предоставляет возможность каждому студенту критически оценить свои достижения, а преподавателю свои с учетом возможности своевременного влияния на процесс обучения с целью его корректировки. Итоговое тестирование позволяет получить объективную информацию за весь курс обучения, но здесь корректировка для данного потока обучающихся уже невозможна, но недостатки можно учесть при подготовке следующего потока.

Многообразие методов опроса, прежде всего компьютерного, помогут преподавателю в дальнейшем более рационально использовать экзаменационное время. Сочетание устного опроса, письменных контрольных работ, компьютерного тестирования с различной степенью сложности и рейтинговой оценки знаний позволят практически с момента начала обучения выявить как наиболее подготовленных, самостоятельно и творчески мыслящих учащихся, так и учащихся, нуждающихся в определенной психологической и профессиональной поддержке. Можно при этом использовать все многообразие форм контроля процесса усвоения знаний: самостоятельная работа по каждой теме (теоретическая часть и практическая) с мгновенной оценкой и комментарием. Особое внимание на данном этапе нужно уделить индивидуальному компьютерному тренингу, если использовать его в виде еще одного элемента обучения. Это можно сделать, если предоставлять по результатам каждого тренировочно-обучающего тестирования комментарий к каждому неправильному ответу и правильное решение. После тренировочно-обучающего тестирования можно проводить контролирующее тестирование.

Следует заметить, что тестирование возможно адаптивное и неадаптивное. Они различны по своим целям. Если нужно определить степень усвоения определенного раздела, темы, курса, например, в виде начального тестового контроля, то это неадаптивное тестирование. Для учебно-дидактического тестирования желательно использовать адаптивные тесты, так как в данном случае речь идет фактически об индивидуальном консультировании с целью управления уровнем обученности, то есть мониторинг предполагает длительность, комплексность и многообразие тестирования. То есть можно говорить о создании системы управления уровнем обученности в условиях массового образования.

Таким образом, контроль качества с позиций современных требований трансформируется из простого средства получения отчетных данных в способ отбора информации для постоянного улучшения образовательного процесса.

Практика занятий, проводимых по математике за прошедший год в ИДО МГТУ, а также в некоторых группах дневного факультета с использованием элементов дистанционного обучения, показала, что на данном этапе отсутствуют глубокие и продуманные подходы в обучении с использованием компьютерных технологий с элементами дистанционного обучения. Не все продумано для компьютерного тестирования как оценочной деятельности – одному из самых сложных этапов в деятельности педагога. Пока никак не задействованы возможности форума как одной из форм коллективного обучения.

Очень важным представляется отметить, что для обеспечения тестирования необходимо наличие и активное внедрение базы электронного методического обеспечения дисциплин в учебный процесс вуза, а также широкое применение современного программного обеспечения.

ВИРТУАЛЬНАЯ ДОСКА В ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Дмитриев М.М. (*Мурманск, МГТУ, Институт дистанционного обучения, idodec@mstu.edu.ru*)

Данный доклад представлен автором в виде презентации.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Колпакчи С.С. (*Мурманск, МГТУ, Институт дистанционного обучения*)

Данный доклад представлен автором в виде презентации.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВ ВУЗА ДЛЯ
РЕАЛИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

Петров Б.Ф. (*Мурманск, МГТУ, Институт дистанционного обучения*)

Данный доклад представлен автором в виде презентации.

СЕКЦИЯ
***«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ,
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И
ПРОГРАММНЫЕ РАЗРАБОТКИ»***

*Секция «Математическое моделирование,
численные методы и программные разработки»*

Богомолов Р.А. Представление идеалов левых тождеств идеалами групповой алгебры симметрической группы	65
Богомолова И.В. О простых делителях чисел Ферма	66
Возженников А.П. Оптимизация метода Монте-Карло для вычисления кратных интегралов	67
Воронцов А.А., Демин С.Б., Ермолаев Н.А. Математическое моделирование магнитострикционных наклономеров	71
Драница Ю.П., Алексеевская О.В. К вопросу оптимальной фильтрации временной последовательности	78
Евенко И.А. Методы аналитической оценки качества призабойных зон скважины, оснащенной контейнерными гравийными фильтрами	82
Евенко И.А. Математическая модель плоскорадиального фильтрационного потока к скважине с контейнерным гравийным фильтром	86
Жарких А.А., Квашенко В.А. Оценка точности представления гауссовых вейвлетов при их ограничении по длительности и спектру	89
Голубев Б.В., Кобылянский И.Г., Шутов А.В., Лискова Т.Ю. Математическое моделирование нестационарного теплообмена в шкафах-витринах холодильных установок в магазине ОАО "Норд-Вест ФК"	97
Зияутдинов В.С., Корнев П.А., Волобуев А.В. Автоматизация задачи вычисления интеграла Пуассона на основе метода Монте-Карло	100
Кропоткина Е. Ю. Моделирование изгиба нежестких валов	104
Куранов Д.Ю. Расчет металлфталоцианинов на кластере высокопроизводительных вычислений	107
Лавеева К.А., Богатырёв Р.С. Система управления биоинструментальной системой на основе моделирования электромиографического сигнала	113
Луковкин С.Б. Множества Жюлия и Мандельброта в пространстве кватернионов ..	116
Маринин А.А. Delphi: решение производственных задач	120
Маслобоев А.В. Информационная инфраструктура поддержки инновационной деятельности в регионе	122
Найзабаева Л. Построение пространственно-сетевой базы данных для железнодорожной системы	126
Нугуманов Н.И. Решение задачи транспортной логистики с использованием средств Microsoft SQL Server	130
Жарких А.А., Павлов И.А. Сравнение на основе различных критериев аудио сигнала с его копией восстановленной после применения к нему алгоритма кодирования аудио волны с потерями	134

Жарких А.А., Пластунов В.Ю. Метод встраивания в аудиосигнал водяного знака в виде аудиосигнала	140
Порцель Н.А. Использование параллелизма для преодоления эффекта "кирпичной стены" в вычислительных системах	149
Скрябин А.В. О применении математического моделирования для исследования процессов в сфере образования	153
Харенко Е.Н., Сопина А.В., Ким Э.Н., Филлипов О.А. Программное обеспечение технологического нормирования	155
Асминг В.Э., Фёдоров А.В., Евтюгина З.А. Программное обеспечение многоканальной системы сбора и передачи геофизических данных Кольского филиала Геофизической Службы РАН.....	158
Цыновкин А.С., Дубров Ю.С., Головач С.С. Модель круглой сменной режущей пластины повышенной теплопроводности	162
Юшкевич Е.Е. Использование приемов математического и компьютерного моделирования в процессе управления государственным имуществом Российской Федерации	166
Акименко Д.А., Нежелский П.Н. Синтез управлений нелинейными объектами с использованием аппарата матричных операторов	171
Мельников Д.В., Корнюшин Ю.П. Параметрический синтез нелинейных систем автоматического управления с учетом неопределенности по отношению к запаздыванию	173

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИДЕАЛОВ ЛИЕВЫХ ТОЖДЕСТВ ИДЕАЛАМИ ГРУППОВОЙ АЛГЕБРЫ СИММЕТРИЧЕСКОЙ ГРУППЫ

Богомолов Р.А. (Мурманск, МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ, bogrom333@mail.ru)

Abstract. A description of the multilinear components of ideals of Lie identities over an arbitrary field of zero characteristic is given in terms of left ideals of some special type in the group algebra of the symmetric group.

Пусть:

$$S_n = \text{Aut}\{1, \dots, n\}, \tau_n = (n \ n-1 \ \dots \ 1) \in S_n, \pi_n = \pi_{n-1}(1 - \tau_n), \pi_0 = 1, \pi_1 = 1;$$

F – поле, $\text{char} F = 0$; $F[S_n]$ – групповая алгебра группы S_n над F ; P_n – F -линейное пространство полилинейных лиевых многочленов степени n от переменных x_0, x_1, \dots, x_{n-1} ($n \geq 0$).

Хорошо известно (1), что $\chi: F[S_n] \rightarrow P_{n+1}, q \mapsto x_0 q x_1 \dots x_n$, есть изоморфизм $F[S_n]$ -модулей.

Пусть $\sigma \in S_n, k = \sigma^{-1}(1)$. Положим

$$\theta_n = \begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & k & k+1 & \dots & n \\ n & \sigma(1) - 1 & \dots & \sigma(k-1) - 1 & \sigma(k+1) - 1 & \dots & \sigma(n) - 1 \end{pmatrix} \in S_n.$$

Определим линейный оператор $L_n: F[S_n] \rightarrow F[S_n]$ на образующих $\sigma \in S_n$ формулой $L_n(\sigma) = -\theta_n \pi_{\sigma^{-1}(1)}$. Отметим, что оператор L_n имеет порядок $n+1$ и, следовательно, обратим.

Назовем левый идеал I в $F[S_n]$ лиевым идеалом, если I замкнут относительно действия L_n .

Теорема 1. Идеалам (лиевого) тождеств в P_{n+1} взаимно однозначно отвечают лиевые идеалы в $F[S_n]$; указанное соответствие задается посредством χ .

Теорема 2. Лиев идеал $\langle G \rangle_{\text{Lie}}$ в $F[S_n]$, порожденный произвольным подмножеством G в $F[S_n]$, есть $\sum_{k=0}^n F[S_n] L_n^k G$.

Список литературы:

- 1) Бахтурин Ю.А. Тожества в алгебрах Ли. – М.: Наука, 1985.

О ПРОСТЫХ ДЕЛИТЕЛЯХ ЧИСЕЛ ФЕРМА

Богомолова И.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ,
bogira333@mail.ru)

Abstract. Some criteria for a prime number to be a divisor of the n -th Fermat's number are obtained.

Обозначим через F_n -е число Ферма, $F_n = 2^{2^n} + 1, n = 0, 1, 2, \dots$ (2). Ферма принадлежит гипотеза о том, что все числа F_n – простые. Действительно, для $n < 5$ числа Ферма оказываются простыми. Однако уже F_5 оказывается составным (Л. Эйлер). К настоящему времени, с использованием довольно сложных критериев простоты и связанных с ними обширных компьютерных вычислений, установлено, что числа Ферма при $n \leq 5 \leq 400$ являются составными (верхняя граница проверенных значений n постоянно отодвигается и к моменту написания этой работы, несомненно, возрастет). В этой связи естественно поставить вопрос о критериях простоты числа F_n . Ниже дан один из возможных ответов.

Положим $GF(2^{2^n})$ – конечное поле из 2^{2^n} элементов, ξ_m – первообразный корень степени m из 1 в алгебраическом замыкании поля $GF(2^{2^n}), n, m \in \mathbb{N}$ (1).

Теорема. Пусть $p \neq 2$ – простое число. Тогда равносильны условия:

1. $p | F_n$;
2. $GF(2^{2^n})(\xi_p) = GF(2^{2^{n+1}})$;
3. многочлен $1 + x + \dots + x^{p-1}$ раскладывается над полем $GF(2^{2^n})$ на неприводимые квадратичные множители.

Список литературы:

- 1) Ленг С. Алгебра. – М.: Мир, 1968.
- 2) Эдвардс Г. Последняя теорема Ферма. – М.: Мир, 1980.

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ КРАТНЫХ ИНТЕГРАЛОВ

Возженников А.П. (*Мурманск, МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ,*
vozzhennikov@mail.ru)

В разработке программ учебного назначения часто встречается задача вычисления определенного, двойного или тройного интеграла. Многообразие численных методов для вычисления определенных интегралов позволяет сделать оптимальный выбор для разработчика, исходя из требований к точности и скорости работы программы. В случаях с двойными и тройными интегралами доступны лишь два общеизвестных метода: вычисление по определению и вычисление методом Монте-Карло. Для инженерных и научных вычислений имеет смысл привлечение аппарата символьной математики или использование сторонних математических пакетов, но в учебных разработках, когда высокая точность результатов не является обязательной, допустимо применение численных методов, дающих приемлемые результаты для учебных задач.

Метод вычисления кратного интеграла по определению заключается в последовательном вычислении значений подынтегральной функции в каждом из узлов сетки, покрывающей область интегрирования, и последующем суммировании произведений полученных значений на меру ячейки сетки. Таким образом, алгоритм представляет собой вложенный цикл с вычислением значения функции на каждом шаге:

$$\int_a^b g(x) dx \approx \sum_{j=1}^N g(x_j) \cdot \Delta x_j, \quad (1)$$

$$\iint_D g(x, y) dx dy \approx \sum_{j=1}^{N_1} \sum_{k=1}^{N_2} g(x_j, y_k) \cdot \Delta x_j \cdot \Delta y_k. \quad (2)$$

Очевидно, что сложность такого алгоритма составит N^2 для двойных и N^3 для тройных интегралов. Точность метода пропорциональна величине шага дискретизации, и для достижения точности 10^{-2} потребуются шаг не более 10^{-2} , что приведет к существенным временным затратам уже на областях с линейным размером большим, чем 10.

Метод Монте-Карло основывается на представлении некоторой величины в виде математического ожидания функционала от случайного процесса, который моделируется на компьютере. В результате проведения вычислительного эксперимента получается некоторая выборка значений представляемой величины, и результаты испытаний усредняются. Случайным процессом в данном случае является вычисление значения функции в точке со случайными координатами. Любая современная среда программирования обладает встроенным генератором случайных чисел с распределением, близким к равномерному. Применение этого метода для вычисления определенного интеграла приведено в работе «Метод Монте-Карло» [1].

Простейшим вариантом реализации метода Монте-Карло является эмпирическое определение результата интегрирования, основанное на геометрической трактовке определенного интеграла. Чтобы вычислить площадь S_D , необходимо определить прямоугольную фигуру D^* , которая содержит в себе фигуру D , и провести N экспериментов, проверяя, содержится ли в области D точка со случайными координатами из области D^* . Подсчитав количество точек M , попавших в область D , можно получить приближенное значение площади S_D :

$$S_D \approx \frac{M}{N} \cdot S_{D^*}, \quad (3)$$

где площадь прямоугольной области S_{D^*} вычисляется предварительно. Аналогично можно определить значение двойного или тройного интеграла, используя трехмерные или четырехмерные области. Описанный метод имеет сложность порядка N (линейную сложность) для любого кратного интеграла, причем точность метода пропорциональна числу N . Очевидным недостатком метода является необходимость определения области D^* , т.е. предварительное нахождение наибольших и наименьших значений функций, описывающих область интегрирования, а также наибольших и наименьших значений подынтегральной функции.

Другим вариантом применения метода Монте-Карло является эмпирическое определение среднего значения подынтегральной функции. Как описано в работе [1], приближенное значение определенного интеграла вычисляется по формуле:

$$\int_a^b g(x) dx \approx \frac{b-a}{N} \sum_{j=1}^N g(\xi_j), \quad (4)$$

где ξ –случайная величина, равномерно распределенная на отрезке $[a; b]$.

Видоизменим формулу (1), разделив обе части приближенного равенства на $(b-a) \neq 0$:

$$\frac{1}{b-a} \int_a^b g(x) dx \approx \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N g(\xi_j). \quad (5)$$

Здесь левая часть содержит формулу для вычисления среднего значения подынтегральной функции $g(x)$, непрерывной на отрезке $[a; b]$, а правая часть эмпирически определяет среднее значение той же функции на том же отрезке. Следовательно, можно утверждать, что значение определенного интеграла от функции $g(x)$ по отрезку $[a; b]$ приближенно равно среднему эмпирическому значению функции $g(x)$ на отрезке $[a; b]$, умноженному на длину этого отрезка l_{ab} :

$$\int_a^b g(x) dx \approx l_{ab} \cdot \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N g(x_j). \quad (6)$$

Расширим это утверждение для кратных интегралов: значение кратного интеграла от функции $g(A)$ по области D приближенно равно среднему эмпирическому значению функции $g(A)$ в области D , умноженному на меру этой области (D – конечная область в пространстве R^2 или R^3 ; A – точка в области D). Для двойных и тройных интегралов имеем формулы:

$$\iint_D g(x, y) dx dy \approx S_D \cdot \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N g(x_j, y_j), \quad (7)$$

$$\iiint_D g(x, y, z) dx dy dz \approx V_D \cdot \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N g(x_j, y_j, z_j). \quad (8)$$

Меры областей можно также вычислять с помощью метода Монте-Карло по формуле (3). Предварительно необходимо определить наибольшие и наименьшие значения функций, описывающих область интегрирования. Эти значения определяют прямоугольную область D^* , содержащую в себе область интегрирования D . В области D^* получим N точек со случайными координатами, M из которых попадут в область D . Вычисляя меру прямоугольной области D^* через произведение разностей наибольших и наименьших значений функций, описывающих область D , получим формулы:

$$\iint_D g(x, y) dx dy \approx (b-a)(d-c) \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M g(x_j, y_j), \quad (9)$$

$$\iiint_D g(x, y, z) dx dy dz \approx (b-a)(d-c)(f-e) \cdot \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M g(x_j, y_j, z_j), \quad (10)$$

где $[a; b]$, $[c; d]$, $[e; f]$ – промежутки, ограничивающие область D по прямоугольным координатам. Таким образом, недостатком метода является необходимость определения наибольших и наименьших значений функций, описывающих область интегрирования.

Перечисленные методы известны и многократно реализованы. Неудобство их очевидно: метод вычисления по определению неудобен по причине медленной скорости работы, а метод Монте-Карло дает приемлемую точность только на областях, по виду близких к прямоугольным, а также требует предварительных вычислений. В связи с этим актуальной является модификация метода Монте-Карло с целью минимизации погрешности вычислений без существенного увеличения порядка сложности алгоритма.

Для описания модификации используем теорему о среднем значении функции на отрезке:

$$g(\bar{x})(b-a) = \int_a^b g(x) dx, \quad (11)$$

т.е. площадь криволинейной трапеции, описанной функцией $g(x)$, равна площади прямоугольника с длиной $(b-a)$ и высотой $g(\bar{x})$, где \bar{x} – фиксированная точка из $[a; b]$. Если на каждой j -й итерации выбирать случайную точку x_j , в этой точке вычислять значение функции $g(x_j)$, и умножать значение функции $g(x_j)$ на длину отрезка $(b-a)$, то на каждом шаге будет вычислена площадь некоторого прямоугольника со сторонами $(b-a)$ и $g(x_j)$. Далее усредняем полученные значения этих площадей. С геометрической точки зрения можно сказать, что результатом вычислений является эмпирическое среднее значение площади прямоугольника, равновеликого искомой криволинейной трапеции, что согласуется с формулой (6), переписанной в виде:

$$\int_a^b g(x) dx \approx (b-a) \cdot \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N g(x_j) \cdot \Delta x_j. \quad (12)$$

Аналогичным образом получается модификация метода Монте-Карло, в которой эмпирически определяется среднее значение меры прямоугольной фигуры, равновеликой мере области, получаемой кратным интегрированием, что приводит к следующим формулам:

$$\iint_D f(x, y) dx dy \approx \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N f(x_j, y_j) (y_2(x_j) - y_1(x_j)) (b-a), \quad (13)$$

$$\iiint_{\Omega} f(x, y, z) dx dy dz \approx \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N f(x_j, y_j, z_j) (z_2(x_j, y_j) - z_1(x_j, y_j)) ((y_2(x_j) - y_1(x_j))) (b-a) \quad (14)$$

Вычислительный эксперимент показал, что такой подход дает более точные значения на линейных функциях и прямоугольных областях, а также позволяет интегрировать нелинейные функции (в том числе меняющие знак на области интегрирования) с устойчивой точностью $\varepsilon = 10^{-2}$ при $N > 10^3$. Такой алгоритм составляет сложность порядка N (вне зависимости от порядка кратности интеграла) и не требует предварительных вычислений, при этом погрешность метода не возрастает

при увеличении кратности интеграла. Следовательно, можно увеличивать точность, увеличивая количество шагов, при этом скорость работы алгоритма по-прежнему останется высокой по сравнению с алгоритмами с нелинейной сложностью.

Модифицированный метод Монте-Карло можно считать оптимальным по двум критериям: сложность алгоритма и точность вычислений. Метод интегрирования по определению более точен, но составляет сложность кратного порядка. Метод интегрирования по Монте-Карло составляет линейную сложность, но точен только на прямоугольных областях. Модифицированный метод Монте-Карло в этом смысле является оптимальным, поскольку составляет линейную сложность, сохраняет точность на областях интегрирования, различного вида и не требует предварительных вычислений.

Полученные формулы эффективны для применения в учебных задачах, связанных с численным интегрированием функций одной и нескольких переменных по любым конечным областям вне зависимости от класса подынтегральной функции и вида области интегрирования.

Список литературы:

- 1) 1. Соболев И.М. Метод Монте-Карло. – М.: Наука, 1968.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ НАКЛОНОМЕРОВ

Воронцов А.А., Демин С.Б., Ермолаев Н.А. (Пенза, Пензенская государственная технологическая академия, кафедра "Электроники и электротехники", antigona81@mail.ru)

Abstract. The description of mathematical models magnetostrictive clinometers is resulted. In the capacity of alternative usage of magnetostrictive clinometers is offered.

Для долговременного определения значения крена судна, положения различных высотных сооружений, плотин, для определения величины прогибов и деформаций различного рода опор и балок, контроля углов наклона автомобильных и железных дорог при их строительстве, ремонте и эксплуатации, определения угла наклона дорожных грейдеров, асфальтоукладчиков, подъемников, кранов и экскаваторов применяются приборы, называемые наклономерами. В последние годы для этих целей все чаще находят применение магнитострикционные наклономеры.

От известных наклономеров (1) их отличает высокая точность, быстродействие, широкий диапазон преобразования, относительно невысокая себестоимость и простота реализации. Магнитострикционные приборы механических величин – магнитострикционные наклономеры (МН), могут выполняться с аналоговой или цифровой обработкой информационного сигнала. Последний тип МН более совершенен, поскольку имеет широкие функциональные возможности в коррекции результирующего сигнала на основе процессорной обработки и достаточно просто интегрируется в АСУТП (2).

В подобных типах МН определенный интерес вызывают процессы формирования магнитных полей распределенным магнитострикционным преобразователем (РМП). В зависимости от предъявляемых требований, конструкции МН отличаются по техническим, эксплуатационным и экономическим показателям. Для более подробного изучения процессов и явлений, происходящих при работе МН необходимо описание математических моделей РМП, которые рассматриваются в настоящей статье.

Рассмотрим случай, когда распределенный магнитострикционный преобразователь (РМП) выступает в качестве источника возбуждения ультразвуковых волн в среде магнитострикционного чувствительного элемента (МЧЭ) акустического тракта МН. Для этого на выводы его распределенной обмотки (индуктивный преобразователь) подают токовые импульсы записи требуемой формы (рис.1) для получения необходимой величины отношения сигнал/шум, которые описываются следующими выражениями:

а) для *одинарного прямоугольного импульса* (рис.1,а):

$$i_{x.1}(t) = im \cdot \left\{ \frac{\tau_{\dot{\epsilon}}}{\dot{O}} + \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin\left(\frac{n \cdot \pi \cdot \tau_{\dot{\epsilon}}}{\dot{O}}\right) \cdot \cos\left[\frac{n \cdot 2\pi}{T}(t - \tau_{\dot{\epsilon}})\right] \right\},$$

б) для *парного однополярного прямоугольного видеоимпульса* (рис.1,б):

$$i_{x.2}(t) = im \cdot \left\{ \frac{2\tau_{\dot{\epsilon}}}{\dot{O}} + \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin\left(\frac{n \cdot \pi \cdot \tau_{\dot{\epsilon}}}{\dot{O}}\right) \cdot \cos[n \cdot 2\pi \cdot f(t - \tau_{\dot{\epsilon}})] + \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin\left(\frac{n \cdot \pi \cdot \tau_{\dot{\epsilon}}}{\dot{O}}\right) \cdot \cos[n \cdot 2\pi \cdot f(t - 3\tau_{\dot{\epsilon}})] \right\},$$

в) для однополярного симметричного прямоугольного видеопульса (рис.1,в):

$$i_{x.3}(t) = i_m \left\{ \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \left(\frac{n \cdot \pi \cdot \tau_{\dot{\epsilon}}}{\dot{O}} \right) \cdot \cos \left[n \cdot 2\pi \cdot f(t - \tau_{\dot{\epsilon}}) \right] - \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin \left(\frac{n \cdot \pi \cdot \tau_{\dot{\epsilon}}}{\dot{O}} \right) \cdot \cos \left[n \cdot 2\pi \cdot f(t - 2\tau_{\dot{\epsilon}}) \right] \right\},$$

г) для модулированного импульса с прямоугольной огибающей (рис.1,г):

$$i_{x.4}(t) = \frac{i_m}{2} \left\{ \frac{\tau_{\dot{\epsilon}}}{\dot{O}} \sin(\omega_o \cdot t) + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin \left(n \cdot \omega_i \cdot \frac{\tau_{\dot{\epsilon}}}{2} \right) \cdot \sin \left[(\omega_o + n \cdot \omega_i) \cdot t \right] + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin \left(n \cdot \omega_i \cdot \frac{\tau_{\dot{\epsilon}}}{2} \right) \cdot \sin \left[(\omega_i - n \cdot \omega_i) \cdot t \right] \right\},$$

где τ_u – длительность импульса записи; i_m – амплитудное значение токового сигнала; $T = 1/f$ – период следования импульсов; $\dot{O} = 1/f_i$ – период модуляционного сигнала; $\omega_i = 2\pi \cdot f_i$ – круговая частота; n – число гармоник.

Прохождение токового сигнала через обмотку сигнального РМП, создает в ее рабочем пространстве однородное продольное магнитное поле напряженностью при:
а) однослойной обмотке индуктивного преобразователя:

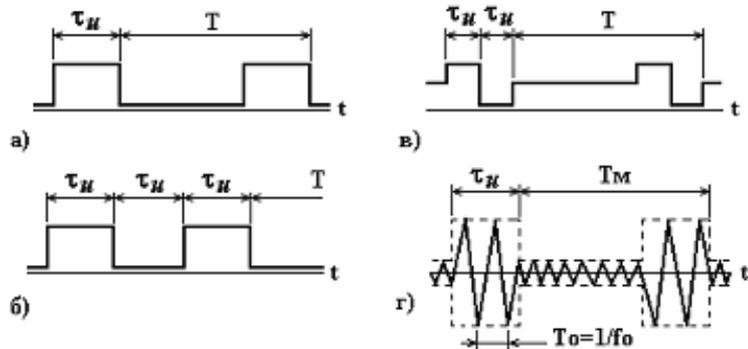


Рис.1 Формы импульсов записи МН

$$H_{x.i \hat{a}.1}(t) = \int_{x-l/2}^{x+l/2} i_x(t) \cdot W \frac{a}{\pi(a^2 + x^2)} dx = i_x(t) \frac{W_1}{\pi} \left[\arctg \left(\frac{x+l/2}{a} \right) - \arctg \left(\frac{x-l/2}{a} \right) \right],$$

б) многослойной обмотке индуктивного преобразователя:

$$H_{x.i \hat{a}.2}(t) = \int_a^b H_{x.i \hat{a}.2}(t) \cdot dy = i_x(t) \frac{W_2}{\pi} \left\{ b \left[\arctg \left(\frac{x+l/2}{b} \right) - \arctg \left(\frac{x-l/2}{b} \right) \right] - a \left[\arctg \left(\frac{x+l/2}{a} \right) - \arctg \left(\frac{x-l/2}{a} \right) \right] + \frac{(x+l/2)}{2} \ln \left[\frac{b^2 + xl + (x^2 + l^2/4)}{a^2 + xl + (x^2 + l^2/4)} \right] + \frac{(x-l/2)}{2} \ln \left[\frac{a^2 - xl + (x^2 + l^2/4)}{b^2 - xl + (x^2 + l^2/4)} \right] \right\},$$

где W, W_1, W_2 – число ампер-витков обмоток РМП при разном исполнении, которое в зоне эффективного магнитомеханического преобразования (эф. Джоуля) $l_{n.2} \ll l_{n.1}$, определяемое величинами коэффициентов краевого эффекта обмотки и поляризатора, как: $\hat{E} \hat{y} = \exp[(\pi \cdot x_y^2 \sqrt{\tilde{n} / (\tilde{n} + l)}) / l]$, где l – исходный конструктивный размер, $\hat{\delta}_y = V_{\hat{a}} \cdot \tau_{\dot{\epsilon}}$ – эквивалентная длина зоны эффективного преобразования, c – расстояние до средней линии элемента, суммируется с продольным полем напряженности H_o

магнита М, если их векторы совпадают. В результате формируется результирующее поле (в случае многослойного РМП):

$$\begin{aligned}
 H_{\delta_i \hat{a}}(t) &= \text{sgn} \left[H_o \cdot K_{\hat{y}.2} + \dot{I} \delta_{.2}(t) \right] = \\
 &= \frac{1}{\pi} \left\{ \text{sgn}(i_o) W_1 \left[\text{arctg} \left(\frac{\Delta X + l_2 / 2}{a_i} \right) - \text{arctg} \left(\frac{\Delta X - l_2 / 2}{a_i} \right) \right] \cdot e^{\pi \cdot x_y^2 \cdot \hat{A}_1} + \right. \\
 &+ \left. \left\{ i_x(t) \cdot W_2 \left[b \left(\text{arctg} \left(\frac{x + l_1 / 2}{b} \right) - \text{arctg} \left(\frac{x - l_1 / 2}{b} \right) \right) - a \left(\text{arctg} \left(\frac{x + l_1 / 2}{a} \right) - \right. \right. \right. \\
 &\left. \left. \left. - \text{arctg} \left(\frac{x - l_1 / 2}{a} \right) \right) \right] + \left[\left(\frac{x + l_1 / 2}{2} \right) \cdot \ln A_1 + \left(\frac{x - l_1 / 2}{2} \right) \cdot \ln A_2 \right] \right\} \times \right. \\
 &\left. \times e^{\pi \cdot x_y^2 \cdot \hat{A}_2} \right\},
 \end{aligned}$$

$$\Delta X = (\pm X + x) \leq \frac{l_i \cdot 1}{2}, \quad \hat{A}_1 = \frac{b^2 + x \cdot l_1 + [x^2 + (l_1 / 2)^2]}{a^2 + x \cdot l_1 + [x^2 + (l_1 / 2)^2]},$$

здесь
$$A_2 = \frac{a^2 - x \cdot l_1 + [x^2 + (l_1 / 2)^2]}{b^2 - x \cdot l_1 + [x^2 + (l_1 / 2)^2]}, \quad B_1 = \sqrt{\frac{C_i}{C_i + l_2}} \cdot \frac{1}{l},$$

$$B_2 = \sqrt{\tilde{n} / (\tilde{n} + l_1)} / l_1,$$

$C_i = (a_i + b_i) / 2$ – расстояние от поверхности МЧЭ до линии среднего сечения магнита М, X – его смещение от оси продольной симметрии РМП МПП.

Величину продольного магнитного поля H_o магнита М сигнального РМП МПУН можно определить по методу эквивалентного соленоида, через который проходит постоянный ток i_o одного направления, при котором векторы полей H_x и H_o совпадают [2]:

$$H_o = \frac{B_o \cdot i}{\mu_o} \cdot \exp \left[-\frac{4 \cdot \ln(K_{\hat{y}.2})}{l_i^2} \cdot \delta_{\hat{y}.2}^2 \right],$$

где созданная им индукция $B_{o.n} = B_r$ (остаточная) продольного магнитного поля H_o в произвольной точке a, x_y рабочего пространства РМП, μ_o – магнитная постоянная, l_m – ширина магнита М с краевым эффектом $K_{кэ.2}$.

Список литературы:

- 1) Демин С.Б. Магнитострикционные системы для автоматизации технологического оборудования: Монография. – Пенза, ИИЦ ПГУ, 2002. – 182 с.
- 2) Демин С.Б. Информационно-измерительные системы металлорежущего оборудования: Учебное пособие. – Пенза, Изд-во ПГУ, 2000. – 76 с.

КРИТЕРИАЛЬНОЕ ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СОНОКАТАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕССЕРИВАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Гриднева Е.С., Систер В.Г. (Москва, МГУИЭ, кафедра инженерной экологии городского хозяйства, katenok_eg@mail.ru)

Abstract. Diesel fuel desulfuration has been performed under ultrasonic treatment with specially designed laboratory equipment. A range of non-dimensional criteria has been calculated in order to maintain the process parameters by scalability. Resulting equation is proven to be suitable for describing efficiency of the process and, as a number of reactors has been tested, was found to coincide with experimentally obtained efficiency data.

Непрерывный рост потребления нефти и нефтепродуктов во всем мире, а также постоянно растущие требования к их качеству стимулируют поиск новых научных и технологических решений, позволяющих направленно влиять на характеристики нефтепродуктов, в том числе на их химический состав. Проблема снижения содержания серы в нефтепродуктах привлекает повышенное внимание отечественных и зарубежных исследователей. Обессеривание существенно повышает товарные и потребительские качества нефти, снижает вредное воздействие на окружающую среду, повышает долговечность технологического оборудования для переработки нефти.

В настоящее время наиболее распространенными методами обессеривания являются гидроочистка, серноокислотная и щелочная очистка, а также окислительное десульфирование. Однако эти способы не лишены недостатков, таких как дороговизна, сложность аппаратного оформления, большой расход реагентов и образование трудноутилизуемых сернисто-щелочных стоков.

Поэтому существует необходимость создания новых физико-химических методов повышения качества нефтепродуктов путем снижения содержания сераорганических соединений.

Одним из таких перспективных методов физико-химического воздействия на нефтепродукты является использование ультразвуковых колебаний.

Поэтому целью настоящей работы является разработка методов направленного повышения качества нефтепродуктов путем снижения содержания сераорганических соединений, создание научных и технологических основ процесса обессеривания под действием интенсивных механических колебаний ультразвукового диапазона частот, а также создание методики расчета параметров процесса обессеривания.

В предыдущих работах было обнаружено и исследовано явление каталитического окисления серасодержащих органических соединений под действием ультразвука в углеводородных средах и показано, что получаемые в результате такой сонокаталитической реакции окисленные серасодержащие органические соединения способны к необратимому переходу в капли образующейся в поле ультразвука обратной водно-углеводородной эмульсии.

Был также разработан метод сонокаталитического окислительного обессеривания нефти и нефтепродуктов и показано, что этот метод позволяет проводить глубокую сероочистку углеводородов.

Однако для полного понимания физической сути воздействия ультразвука на процесс сонокаталитического обессеривания, количественной оценки роли диффузионных процессов, а также для создания на основе полученных экспериментальных результатов инженерной методики проектирования процессов и

аппаратов для сонокаталитического обессеривания необходимо соблюдение условий масштабного перехода, что достигается обработкой результатов эксперимента в соответствии с теорией подобия в критериальном виде.

С использованием методов теории подобия, π -теоремы и литературных данных был определен набор безразмерных комплексов величин, отражающих физическую сущность происходящих процессов.

В ходе проведенных экспериментов было замечено повышение температуры обрабатываемой среды, что в свою очередь способствует уменьшению плотности и вязкости среды. В результате этого уменьшаются значения сил Архимеда и гидродинамического сопротивления. Кроме того, турбулизация среды, осуществляемая за счет введения в нее ультразвуковых колебаний, будет влиять на число Рейнольдса, а также на коэффициент подъемной силы. Преобладание определенного эффекта устанавливается на основе анализа опытных данных.

В результате ультразвуковой обработки в среду вносится дополнительное количество энергии. Эта энергия расходуется на нагрев среды, кавитацию, образование акустических течений, микропотоков и микроструек жидкости, а также на осуществление сонохимических реакций. Все эти факторы влияют на физико-химические свойства среды и процессы распределения скоростей и концентраций в аппарате, что может являться причиной интенсификации процессов тепло- и массообмена.

Под действием ультразвука в обрабатываемой среде изменяются гидродинамические условия. Для подобия гидродинамических условий необходимо равенство критериев Рейнольдса и Фруда. Процессы переноса массы подобны в случае подобия распределения в сходственных точках аппарата профилей скоростей и концентраций. Это условие достигается при равенстве критерия Рейнольдса и диффузионных критериев Фурье и Пекле. Кроме того, так как очистка проводилась в периодическом режиме, необходимо было использовать набор безразмерных комплексов, не включающих в свой состав скорость потока. В связи с этим вместо критерия Фруда был использован критерий Грасгофа, а диффузионный критерий Пекле был заменен на критерий Шмидта.

Оценить отношение сил инерции, обусловленных локальным ускорением потока жидкости, к силам вязкости и охарактеризовать пространственную структуру нестационарного течения жидкости позволяет колебательный критерий Рейнольдса (Re_ω).

В результате для характеристики массообменных процессов были выбраны: Sc – критерий Шмидта (диффузионный критерий Прандтля Pr_δ), Gr – критерий Грасгофа, Fo_δ – диффузионный критерий Фурье, Re_ω – колебательный критерий Рейнольдса.

Таким образом, критериальное соотношение для эффективности процесса сонокаталитического обессеривания имеет вид:

$$Ef = f(Sc, Gr, Re_\omega, Fo_\delta) \quad (1)$$

где: $Sc = \frac{\mu}{\rho D}$ (2)

выражающий постоянство отношения физических свойств жидкости (газа) в сходственных точках подобных потоков (здесь μ – вязкость среды, Па·с; ρ – плотность среды, кг/м³; D – коэффициент диффузии, м²/с);

$$Gr = \frac{Re^2}{Fr} \cdot \frac{\Delta\rho}{\rho_0} = \frac{gR^3}{\mu^2} \rho^2 \beta \Delta t, \quad (3)$$

мера отношения сил трения к подъемной силе, определяемой разностью плотностей в различных точках неизотермического потока (здесь g – ускорение свободного падения;

R – радиус зерна катализатора, м; β – температурный коэффициент объемного расширения жидкости, $1/^\circ\text{C}$; Δt – разность температур, $^\circ\text{C}$);

$$Fo_\delta = \frac{D\tau}{R^2} \quad (4)$$

характеризующий постоянство отношения изменения концентрации во времени к изменению концентрации вследствие чисто молекулярного переноса (τ – время процесса, мин);

$$Re_\omega = \frac{\omega R^2 \rho}{\mu}, \quad (5)$$

где ω – круговая частота ультразвуковых колебаний, $1/\text{с}$.

Для определения необходимости и достаточности набора влияющих критериев подобия по результатам экспериментов были проведены расчеты изменения выбранных критериев от условий эксперимента по времени. Критерии, изменившиеся в условиях эксперимента незначительно, не могут служить основанием для дальнейших расчетов.

Расчет был осуществлен на основании результатов эмпирических исследований изменения температуры обрабатываемой среды в ходе ультразвукового обессеривания, а также справочных данных о вязкости, плотности, коэффициентах диффузии.

Критерий Шмидта в экспериментах менялся в диапазоне $2,73 \cdot 10^4 - 4,16 \cdot 10^5$. Так как $Sc \gg 1$, толщина динамического пограничного слоя много больше толщины слоя переноса, поэтому массообмен осуществляется внутренними вторичными течениями. Принимая во внимание, что с течением времени реакции значение критерия Шмидта падает, можно говорить о росте диффузионного пограничного слоя и, следовательно, об увеличении интенсивности массообмена.

Диапазон изменения критерия Грасгофа в экспериментах составлял $3,94 - 1,16 \cdot 10^4$. Значительное влияние на изменение значений этого критерия оказывает температура, увеличивающаяся вследствие введения ультразвуковых колебаний в обрабатываемую среду. В процессе ультразвуковой обработки на движение жидкости помимо акустического воздействия начинает оказывать значительное влияние процесс теплообмена.

Колебательный критерий Рейнольдса в экспериментах менялся в диапазоне $2,52 \cdot 10^5 - 1,98 \cdot 10^6$. Следует отметить, что $Re_\omega \gg 1$ и имеет тенденцию к повышению во всем диапазоне изменения значений интенсивности акустических колебаний в экспериментах; это свидетельствует о том, что нестационарное течение в процессе ультразвуковой обработки распределяется по всему объему реакционного аппарата.

Диапазон изменения критерия Фурье в экспериментах составлял $0 - 7,43 \cdot 10^{-5}$. Рост этого критерия свидетельствует об интенсификации нестационарных процессов диффузии.

Результаты обработки экспериментальных данных показали, что выбранные для построения критериального соотношения критерии подобия обладают высокой чувствительностью к изменению параметров эксперимента.

Вывод критериального соотношения был произведен в результате построения системы линейных регрессионных уравнений для логарифмов тех критериев подобия, зависимости которых от параметров эксперимента были определены в ходе настоящей работы. При последующем потенцировании регрессионные уравнения принимают вид, традиционный для всех тепломассообменных процессов. Обобщение экспериментальных данных по этой методике позволило получить следующее критериальное уравнение:

$$Ef = 0,166 Sc^{0,14} Gr^{0,23} Re_\omega^{0,18} Fo_\delta^{0,51} \quad (6)$$

Наибольшие показатели степени в уравнении (6) у диффузионного критерия Фурье и Грасгофа, что свидетельствует об определяющем влиянии диффузионных процессов на эффективность очистки.

Следует отметить, что эффективность процесса очистки растет с уменьшением значения критерия Шмидта и увеличением значения критерия Грасгофа и диффузионного критерия Фурье, что объясняется интенсификацией процессов массопереноса.

Для оценки применимости полученного соотношения в целях масштабирования разработанного технологического процесса на рис. 1 представлены данные об экспериментальной эффективности сероочистки Ef_s , полученной путем измерения общего содержания серы в образцах дизельного топлива до и после сонокаталитической реакции, и Ef_p – расчетной эффективности процесса, полученной по соотношению (6).

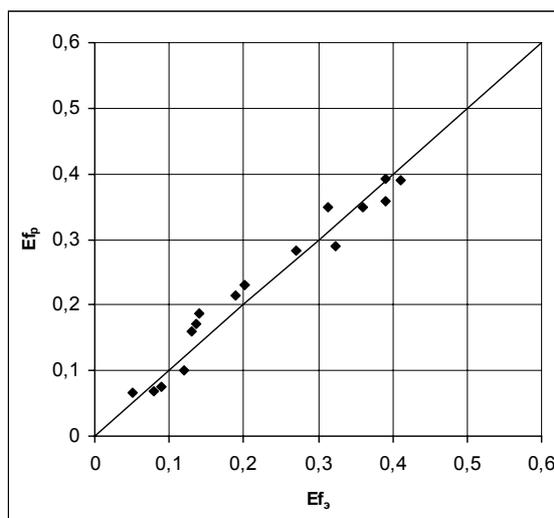


Рис. 1. Сопоставление данных эксперимента и рассчитанных по критериальному уравнению данных об эффективности обессеривания.

Как видно из рис. 1, расхождение экспериментальных и расчетных величин во всем диапазоне изменения параметров процесса составляет не более 15%. Это свидетельствует о том, что при построении критериального соотношения были учтены основные действующие факторы.

Таким образом, в результате проведенных исследований показано, что метод сонокаталитического окислительного обессеривания нефти и нефтепродуктов позволяет проводить глубокую сероочистку углеводородов. Разработана инженерная методика расчета параметров процесса сонокаталитического обессеривания нефтепродуктов; корректность методики подтверждена в результате масштабирования процесса. Получены критериальные уравнения, позволяющие определить основные закономерности процессов, протекающих при сонокаталитическом обессеривании нефтепродуктов.

К ВОПРОСУ ОПТИМАЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ВРЕМЕННОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Драница Ю.П.¹, Алексеевская О.В.² (¹ Мурманск, МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ, axday@mail.ru; ² Москва, ЗАО "Ланит")

Аннотация. Рассмотрено решение задачи оценки функции взаимной корреляции между исходными и желаемыми данными на выходе фильтра, возникающей при разработке оптимальных фильтров воспроизведения и сглаживания. Единственное требование, накладываемое на фильтруемый сигнал - постоянство во времени его статистик второго порядка.

Классическим фильтром сглаживания и воспроизведения является линейный оптимальный фильтр Колмогорова-Винера. Поскольку для реализации оптимального фильтра нужно знать сам восстанавливаемый объект, алгоритм его построения представляет, главным образом, теоретический интерес (*Теребиж В.Ю.*, 2005.). Исключение составляет анализ временных рядов, которому и были посвящены исследования А.Н. Колмогорова и Н. Винера.

Но и в случае фильтрации временных рядов, для оценки восстанавливаемого объекта в классической постановке, на сигналы помехи приходится накладывать очень серьезные априорные ограничения. Фактически эти ограничения сужают класс фильтруемых помех до сигналов типа белого шума. Во многих случаях эти ограничения оправдываются на практике и позволяют конструировать фильтры. Однако в более общей постановке, вероятно, эта задача до сих пор не ставилась и не решалась.

В то же время, практические потребности обработки сигналов требуют решения этой задачи в более общей постановке при минимальных априорных ограничениях, накладываемых на фильтруемые данные. Например, часто требуется иметь представление о внутренней структуре сигнала, динамических свойствах его компонент и т.д. В связи с этими потребностями, нами выполнена постановка и решение более общей задачи, формулировка которой приводится ниже. Что касается задачи фильтрации данных, то разработанная методика в рамках линейного моделирования позволяет рассматривать сигнал как некоторую смесь компонент и выделять (подавлять) любую совокупность смеси. При постановке задачи единственным ограничением являлось инвариантность во времени статистик второго порядка анализируемого сигнала.

Разработанная теория основана на представлении временной анализируемой последовательности выходом некоторой абстрактной линейной системы, описываемой неоднородным обыкновенным линейным дифференциальным уравнением (ОДУ). В работах (*Драница Ю.П.*, 2001, *Драница Ю.П.*, *Драница А.Ю.*, 2009) поставлена и решена задача оценки коэффициентов этого ОДУ по экспериментальным данным. Эти оценки позволяют сформулировать естественный базис разложения, основанный на фундаментальной системе решений (ФСР) однородного части этого ОДУ.

Принятая концепция позволяет рассматривать измеренные данные как результат свертки сигнала, воздействующего на вход линейной модели и ее импульсной переходной характеристики (ИПХ), или весовой функции. С точки зрения линейного подхода, ИПХ является частным решением неоднородного линейного ОДУ. Поэтому, оценка коэффициентов ОДУ позволяет аппроксимировать составляющие ИПХ. В

результате появляется возможность корреляционных оценок, как отдельных составляющих смеси, так и некоторой их совокупности.

1. Общая постановка проблемы

В процессе конструирования оптимальных линейных фильтров сглаживания и воспроизведения возникает следующая задача. Пусть фильтруемый сигнал $y(t)$ состоит из аддитивной смеси двух сигналов, т.е. $y(t)=y_1(t)+y_2(t)$. Обычно предполагается, что один из сигналов является полезным, а другой - помехой или шумом наблюдений. Чтобы отфильтровать помеху линейным оптимальным фильтром (Губанов В.С., 1997), необходимо знать функции автокорреляции (ФАК) измеренного сигнала и функции взаимной корреляции (ФВК) между измеренным $y(t)$ и выделяемым (допустим, $y_1(t)$) сигналами. Отметим, что без оценок ФАК и соответствующей ФВК, линейный фильтр построить невозможно.

Так как ни один из сигналов смеси непосредственно не измеряем, то проблема относится к так называемой задаче интерпретации результатов косвенных экспериментов (Вапник В.Н., Глазкова Т.Г. и др., 1984). Для решения этой задачи в классической постановке, на сигналы смеси приходится накладывать довольно жесткие ограничения. Обычно предполагается, что полезный сигнал и помеха не коррелируют друг с другом. И хотя эта априорная информация часто позволяет решить задачу, она резко сужает класс фильтруемых сигналов. Кроме того, накладываемые ограничения часто не выполняются на практике, что также снижает ценность фильтрации.

В то же время практическая необходимость диктует постановку и решение данной проблемы в более широком плане, а именно. Будем считать, что никакой априорной информации о статистиках сигнала и шума не имеется, есть только некоторая выборка наблюдаемых данных. При этом на данные будем накладывать единственное требование инвариантности во времени статистик второго порядка. В рамках линейной модели будем считать, что наблюдаемый сигнал представляет суперпозицию (смесь) некоторых сигналов. Требуется рассчитать динамические параметры смеси (частота, коэффициент затухания) и на этой основе выполнить оценки статистик второго порядка для любой комбинации сигналов суперпозиции. Такая постановка является элементом более общей задачи о сепарации (выделении) компонент сигнала с определенными динамическими свойствами из смеси.

1.1. Классическая теория построения векторов ФВК в смеси сигналов

Согласно работе (Драница Ю.П., Драница А.Ю., 2009) будем рассматривать наблюдаемые данные как выход $y(t)$ некоторой линейной динамической системы. Будем предполагать, что наблюдаемый выход центрирован, т.е. $E(y(t))=0$, где $E(\cdot)$ - оператор вычисления математического ожидания. Классическая постановка и решение задачи оценки функций корреляций заключается в следующем. Пусть центрированный сигнал $y(t)$ представляет сумму двух компонент, т.е. $y(t)=y_1(t)+y_2(t)$ и на выходе фильтра требуется получить (желаемый сигнал) сигнал $y_1(t)$. Для построения линейного оптимального фильтра необходимо оценить ФАК суммарного сигнала и ФВК между сигналами $y_1(t)$ и $y(t)$ (Губанов В.С., 1997), которые по определению представляют следующие оценки

$$R_{yy}(\tau)=E(y(t)y(t+\tau)), R_{y_1y}(\tau)=E(y_1(t)y(t+\tau)), \tau=0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (1)$$

где τ -задержка сигналов. Очевидно, что оценка функции $R_{yy}(\tau)$ не представляет каких-либо технических проблем, т.к. она является непосредственно вычисляемой по наблюдаемым данным. Проблемы возникают при оценке функции $R_{y_1y}(\tau)$, поэтому

рассмотрим эту задачу более тщательно. Учитывая, что наблюдаемый сигнал является аддитивной смесью, распишем формулы (1) более подробно

$$\begin{aligned} R_{yy}(\tau) &= E(y(t)y(t+\tau)) = E((y_1(t)+y_2(t))(y_1(t+\tau)+y_2(t+\tau))) = \\ &= E(y_1(t)y_1(t+\tau)) + E(y_1(t)y_2(t+\tau)) + E(y_2(t)y_1(t+\tau)) + E(y_2(t)y_2(t+\tau)) = \end{aligned} \quad (2)$$

$$R_{y_1y_1}(\tau) + R_{y_1y_2}(\tau) + R_{y_2y_1}(\tau) + R_{y_2y_2}(\tau),$$

$$\begin{aligned} R_{y_1y}(\tau) &= E(y_1(t)y(t+\tau)) = E(y_1(t)(y_1(t+\tau)+y_2(t+\tau))) = \\ &= E(y_1(t)y_1(t+\tau)) + E(y_1(t)y_2(t+\tau)) = R_{y_1y_1}(\tau) + R_{y_1y_2}(\tau). \end{aligned} \quad (3)$$

В классическом варианте предполагается, что сигналы y_1 и y_2 между собой не коррелируют, т.е. $R_{y_1y_2}(\tau) = R_{y_2y_1}(\tau) = 0$ и в этом случае формулы (2, 3) упрощаются и принимают следующий вид

$$R_{yy}(\tau) = R_{y_1y_1}(\tau) + R_{y_2y_2}(\tau), \quad R_{y_1y}(\tau) = R_{y_1y_1}(\tau). \quad (4)$$

Условие $R_{y_1y_2}(\tau) = 0$ сильно ограничивает класс функций, которые могут находиться в смеси. Это обстоятельство резко снижает возможности фильтрации. Действительно, полезный сигнал обычно представляет низкочастотную, а шум - высокочастотную составляющие наблюдений. В этом случае требование некоррелируемости между полезным сигналом и помехой означает, что ее статистика близка к распределению типа белого шума. Только в этом случае возможна реализация требования о некоррелируемости. Известно, что ФАК белого шума имеет следующее выражение

$$\Gamma_{y_2y_2}(\tau) = \sigma_{y_2y_2}^2 \delta(\tau),$$

где $\sigma_{y_2y_2}^2$ - дисперсия белого шума; $\delta(\tau)$ - дельта функция следующего вида, $\delta(\tau) = 1$, если $\tau = 0$, $\delta(\tau) = 0$, если $\tau \neq 0$. Как показано в работе (Губанов В.С., 1997), дисперсию белого шума $\sigma_{y_2y_2}^2$ можно оценить непосредственно по эмпирической ФАК наблюденного сигнала. В этом случае формулы (4) дает решение проблемы оценки нужной ФВК. Анализ литературных источников показывает, что, вероятно, не существует методик, позволяющих выполнять оценки ФВК для сигналов, имеющих более сложную природу, чем белый шум.

Таким образом, класс фильтруемых помех в классической постановке ограничивается белым шумом. В общем случае фильтруемый шум может иметь любую природу с неизвестным законом распределения. Другой аспект проблемы заключается в том, что для повышения разрешающей способности записи, возникает необходимость выделения из полезных данных наиболее высокочастотных составляющих. Необходимость декомпозиции данных возникает и при диагнозе работы сложной системы - так называемая проблема сепарации данных. Все это приводит к необходимости постановки и решения следующей более общей задачи.

2. Предлагаемая постановка задачи

Пусть наблюденный сигнал представляет аддитивную смесь некоторого количества сигналов. Ни количество сигналов в смеси, ни их корреляционные свойства априорно не известны. Имея только наблюденные данные требуется: 1) оценить число сигналов в смеси; 2) рассчитать их основные динамические характеристики; 3) сделать оценки ФВК отдельных компонент смеси или их произвольной комбинации; 4) построить алгоритм фильтрации, как отдельных компонент смеси, так и их произвольной комбинации.

Первая задача связана с определением оптимального лага регрессионной модели. Эта задача хорошо проработана, некоторые рекомендации по ее решению

можно найти, например, в работе (С.Л. Марпл-мл., 1990). Расчет собственных частот и постоянных затухания сигналов смеси на основе теории линейных динамических систем излагается в работах (Драница Ю.П., 2001, Драница Ю.П., Драница А.Ю., 2009). Данная работа посвящена решению третьей задачи с позиций теории линейных динамических систем. Решение четвертой задачи, в концепции построения оптимальных линейных фильтров, автоматически следует из решения третьей задачи

Список литературы:

- 1) Вапник В.Н., Глазкова Т.Г. и др. Алгоритмы и программы восстановления зависимостей. /Под редакцией В.Н. Вапника. М.: Наука, 1984, 816 с.
- 2) Губанов В.С. Обобщенный метод наименьших квадратов. СПб.: Наука, 1997, 318с.
- 3) Драница Ю.П. Моделирование одномерных динамических процессов с целью предварительной обработки результатов. //Вестник МГТУ. Тр. Мурман. гос. технич. ун-та. Т. 4, № 1, 2001, с. 97-115.
- 4) Драница Ю.П., Драница А.Ю. Некоторые аспекты интерпретации экспериментальных данных на основе теории линейных динамических систем. //Вестник МГТУ. Тр. Мурман. гос. технич. ун-та. Т. 12, № 1, 2009.
- 5) Г. Корн, Т. Корн Справочник по математике (для научных работников и инженеров). М.: Наука, 1977, 832 с.
- 6) С.Л. Марпл-мл. Цифровой спектральный анализ и его приложения. М.: Мир, 1990.
- 7) Теребиж В.Ю. Введение в статистическую теорию обратных задач. М.: Физматлит, 2005, 342 с.

МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРИЗАБОЙНЫХ ЗОН СКВАЖИНЫ, ОСНАЩЕННОЙ КОНТЕЙНЕРНЫМИ ГРАВИЙНЫМИ ФИЛЬТРАМИ

Евенко И.А. (Ставрополь, Ставропольский кооперативный институт (филиал) Белгородского университета потребительской кооперации, кафедра естественнонаучных дисциплин и информационных технологий, irina.evenko@rambler.ru)

Abstract. A method for analytical evaluation of the quality of well bottom zones is developed. Well bottom zones' terminations are meant in which container gravel filters designed by "SevKavNIPigas" are used along with gravel packs. Application of the given method will make possible stricter control of building organizations that should fulfill well construction according to the project.

Многие специалисты нефтегазовой промышленности России высказываются о необходимости создания стандарта на нефтяные и газовые скважины [1, 2]. Основная цель создания такого стандарта в том, чтобы с его помощью можно было проверить качество выполненных при строительстве скважины работ, для чего должны быть предусмотрены количественные оценки качества выполнения всех предусмотренных проектом видов работ.

Важной составляющей в оценке качества строительства скважины является оценка качества призабойной зоны, фильтрационные свойства которой в ходе строительства, как известно [3], заметно ухудшаются в силу появляющихся вокруг скважины зон загрязнения.

Рассмотрим общий принцип оценки качества призабойной зоны скважины (ПЗС). Предлагаемая оценка качества ПЗС основана на изучении данных технической документации и геофизических исследований (ГИС). На основании фактических данных, полученных в результате широкого исследования объекта с помощью геофизических приборов и датчиков, делается аналитический расчет производительности (дебита) $M_{\text{ФАКТ}}$ скважины и сравнивается с ее потенциальной производительностью $M_{\text{ПЛАН}}$, которую она имела бы по проектным данным. В результате можно предложить следующую теоретическую оценку $R_{\text{теор}}$ качества призабойной зоны скважины:

$$R_{\text{теор}} = \frac{\text{Дебит скважины при фактических данных}}{\text{Дебит скважины при проектных данных}} = \frac{M_{\text{ФАКТ}}}{M_{\text{ПЛАН}}}. \quad (1)$$

Если соблюдаются все условия вскрытия продуктивного пласта, регламентируемые проектом, то показатель качества $R_{\text{теор}}$ будет равен единице. Это будет высшая оценка качества ПЗС.

Для того чтобы нагляднее представить, насколько высокой получилась оценка $R_{\text{теор}}$ качества призабойной зоны, с ее помощью по формуле

$$D_{\text{теор}} = \frac{M_{\text{ПЛАН}} - M_{\text{ФАКТ}}}{M_{\text{ПЛАН}}} \cdot 100\% = (1 - R_{\text{теор}}) \cdot 100\% \quad (2)$$

можно вычислить процентную величину недополученной за единицу времени от планового показателя продукции. При соблюдении всех проектных условий строительства скважины величина недополученной продукции равна нулю.

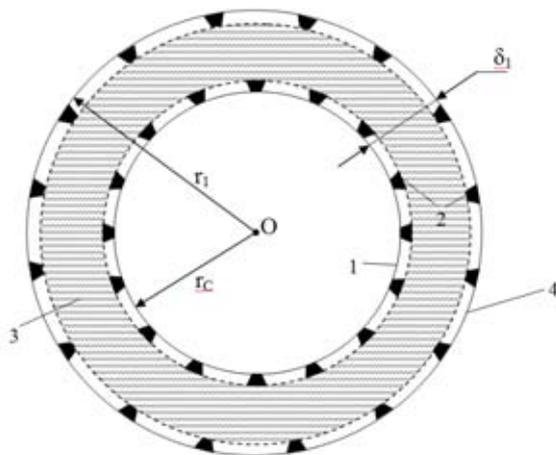


Рис. 1. Поперечное сечение контейнерного гравийного фильтра:

1 – внутренняя поверхность гравийного фильтра с радиусом r_c ; 2 – стрингеры (на которые наматывается профилированная проволока); 3 – засыпка из просеянного песка с диаметром фракций, превышающим размер щелей каркаса фильтра; 4 – наружная поверхность гравийного фильтра с радиусом $r_l = r_c + \delta_1$, где δ_1 – толщина кольца из гравийной засыпки

Предложенная оценка (1) качества вскрытия пласта, несомненно, носит объективный характер и не вызывает сомнений. Если на практике и возникнут спорные моменты, то они коснутся вопросов влияния погрешностей данных ГИС на точность оценки качества ПЗС, что потребует повторного проведения ГИС и последующего пересчета $R_{теор}$ по формуле (1).

Трудность практического применения предлагаемого метода аналитической оценки качества ПЗС в том, что он основан на применении расчетных формул для дебитов скважин в различных конкретных условиях месторождений и конструкций их окончаний. Такие формулы не всегда известны и требуют в отдельных случаях их специального вывода.

В конструкциях окончаний скважин, эксплуатирующих продуктивные пласты, представленные песчаниками и слабосцементированными породами, могут использоваться контейнерные гравийные фильтры (КГФ) конструкции ОАО «СевКавНИПИгаз» [4], поперечное сечение которых показано на рисунке 1.

На рисунке 2 показан вид зонально-неоднородной области фильтрации в призабойной зоне скважины, оснащенной КГФ. Коэффициент проницаемости $k(r)$ для такой области фильтрации представляет собой кусочно-постоянную функцию вида

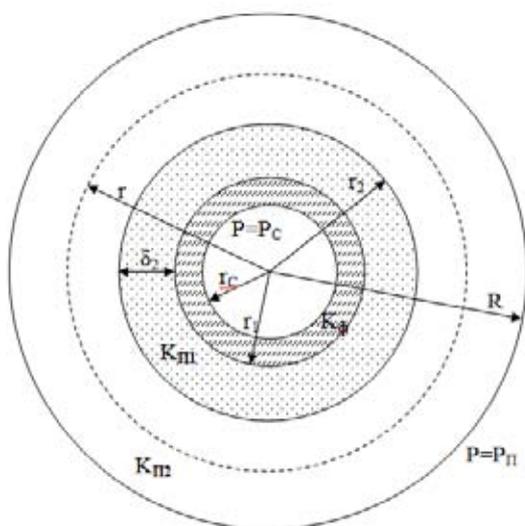


Рис. 2. Вид области фильтрации в призабойной зоне скважины, оснащенной КГФ:

R – радиус кругового контура области питания, давление на котором равно пластовому давлению $P_{П}$; r_c – радиус внутренней поверхности КГФ, давление внутри которого равно P_c ; $r_1 = r_c + \delta_1$ – радиус наружной поверхности КГФ; r – радиус произвольной окружности в области течения; k_ϕ , $k_{П1}$ и $k_{П2}$ – определяемый экспериментально эффективный коэффициент проницаемости гравийного фильтра, коэффициент проницаемости гравийной обсыпки (1-ой кольцевой зоны пласта) и коэффициент проницаемости пласта (2-ой кольцевой зоны) соответственно.

$$k(r) = \begin{cases} k_{\phi}, & \text{если } r_c \leq r < r_1 \\ k_{\Pi 1}, & \text{если } r_1 \leq r < r_2 \\ k_{\Pi 2}, & \text{если } r_2 \leq r \leq R \end{cases} \quad (7)$$

Для расчетов 1) удельного объемного дебита $q \left(\frac{M^3}{M \cdot c} = \frac{M^2}{c} \right)$ нефтедобывающей скважины и 2) удельного массового дебита $m \left(\frac{kg}{M \cdot c} \right)$ газодобывающей скважины, оснащенных КГФ и гравийной обсыпкой, в статье [5], в предположении справедливости линейного закона Дарси, выведена следующая формула

$$\frac{m}{m_0} = \frac{q}{q_0} = w, \quad (8)$$

где

$$w = \frac{\ln\left(\frac{R}{r_c}\right)}{\frac{k_{\Pi 2}}{k_{\phi}} \cdot \ln\left(\frac{r_1}{r_c}\right) + \frac{k_{\Pi 2}}{k_{\Pi 1}} \cdot \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) + \ln\left(\frac{R}{r_2}\right)}. \quad (9)$$

Через $m_0 \left(\frac{kg}{M \cdot c} \right)$ и $q_0 \left(\frac{M^2}{c} \right)$ в (8) обозначены размерные базисные величины, вычисляемые по формулам

$$m_0 = \frac{2\pi \cdot k_{\Pi 2} \cdot \rho_{am} \cdot z(P_{am}) \cdot \Phi_{\Pi}}{\mu \cdot P_{am} \cdot \ln\left(\frac{R}{r_c}\right)}, \quad (10)$$

$$q_0 = \frac{2\pi \cdot k_{\Pi 2} \cdot (P_{\Pi} - P_c)}{\mu \cdot \ln\left(\frac{R}{r_c}\right)}. \quad (11)$$

В формуле (10) ρ_{am} – плотность газа при атмосферном давлении P_{am} и пластовой температуре и коэффициент сверхсжимаемости газа $z(P)$ [6,7] при атмосферном давлении. P_c и P_{Π} давление газа (в случае нефтедобывающей скважины – приведенное давление нефти) на внутренней поверхности КГФ и на круговом контуре питания соответственно. Через Φ_{Π} в (10) обозначен интеграл

$$\Phi_{\Pi} = \int_{P_c}^{P_{\Pi}} \frac{P \cdot dP}{z(P)}. \quad (12)$$

Применим формулы (8), (9) для аналитической оценки качества призабойной зоны скважины, окончание которой оснащено КГФ и вокруг которого сделана гравийная обсыпка.

Удельные дебиты m' и q' , соответствующие фактическим данным, снова можно вычислить по формуле (8) $\frac{m'}{m'_0} = \frac{q'}{q'_0} = w'$ в которой w' , m'_0 и q'_0 будут вычисляться уже по фактическим данным $R, r_c, r_1, r_2, k_{\phi}, k_{\Pi 1}$ и $k_{\Pi 2}$. Если теперь подставить проектные m и q и фактические m' и q' дебиты в формулу (1), то для теоретической оценки $R_{теор}$ качества призабойной зоны скважины (как нефтедобывающей, так и газодобывающей) с КГФ получим следующее значение

$$R_{\text{теор}} = \frac{w'}{w} = \frac{\frac{k_{\Pi 2} \cdot \ln\left(\frac{r_1}{r_c}\right) + \frac{k_{\Pi 2} \cdot \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) + \ln\left(\frac{R}{r_2}\right)}{k_{\Phi}}}{\frac{k_{\Pi 2} \cdot \ln\left(\frac{r_1}{r_c}\right) + \frac{k_{\Pi 2} \cdot \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) + \ln\left(\frac{R}{r_2}\right)}{k'_{\Phi}}}. \quad (13)$$

Подчеркнем, что при написании формулы (13) было учтено, что меняется лишь гранулометрический состав обсыпки и засыпки (варьируемые параметры отмечены знаком «штрих»), а все прочие параметры остаются неизменными. При расчете проектных k_{Φ} , $k_{\Pi 1}$ и фактических k'_{Φ} , $k'_{\Pi 1}$ коэффициентов проницаемостей гравийной засыпки и гравийной обсыпки по диаметрам d фракций используемого гравия можно пользоваться формулой И. Козени и П. Кармана [7], которая для модели фиктивного грунта (наиболее подходящей к гравийным засыпкам из однородного песка) имеет вид: $k = \lambda \cdot d^2$. Здесь k - проницаемость в единицах Дарси, d - средний диаметр фракций гравия (в мм), а λ - безразмерный коэффициент, имеющий (в зависимости от плотности упаковки шарообразных зерен гравия) значение $\lambda \approx 173 \div 5447$.

Список литературы:

- 1) БЕЛОРУСОВ В. О. Впервые создан стандарт на законченную бурением глубокую нефтяную скважину //НТЖ «Нефтегазовые технологии». 1998, № 1, С. 10-12.
- 2) Методика контроля технического состояния эксплуатационных скважин. /ОАО «Газпром», ООО «ВНИИГАЗ». – М.: 2000. – 69 с.
- 3) МИХАЙЛОВ Н. Н. Изменение физических свойств горных пород в околоскважинных зонах. - М.: Недра, 1987. - 152 с.
- 4) ДУБЕНКО Д. В. Повышение эффективности работы скважин ПХГ путем совершенствования технологии сооружения гравийно-намывных фильтров / Автореферат дисс. ... канд. техн. наук. – Краснодар, 2003. – 23 с.
- 5) ТОЛПАЕВ В. А., ЕВЕНКО И. А., ХАРЧЕНКО Ю. В. Элементарная теория проектирования забоя скважины с контейнерным гравийным фильтром при линейном законе Дарси. // НТЖ «Нефтепромысловое дело», М., 2008 г., №5, С.26-34.
- 6) МИРЗАДЖАНЗАДЕ А.Х., КУЗНЕЦОВ О.Л., БАСНИЕВ К.С., АЛИЕВ З.С. Основы технологии добычи газа. - М.: Недра, 2003. – 880 с.
- 7) БАСНИЕВ К. С., ДМИТРИЕВ Н. М., РОЗЕНБЕРГ Г. Д. Нефтегазовая гидромеханика. – Москва – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 480 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЛОСКОРАДИАЛЬНОГО ФИЛЬТРАЦИОННОГО ПОТОКА К СКВАЖИНЕ С КОНТЕЙНЕРНЫМ ГРАВИЙНЫМ ФИЛЬТРОМ

Евенко И.А. (Ставрополь, Ставропольский кооперативный институт (филиал) Белгородского университета потребительской кооперации, кафедра естественнонаучных дисциплин и информационных технологий, irina.evenko@rambler.ru)

Abstract. The study proposes the simplest model of a flat-radial seepage flow. With the help of flat-radial model the possible relative error for the calculation of specific well yield has been investigated. Specific well yield of a well with container gravel filter is meant. The possible relative error is caused by inaccuracy of the formation permeability determination. A practical method for permeability function fitting $k(r)$ of a radial-inhomogeneous well bottom zone is proposed.

Исследуем плоскорадиальный поток несжимаемой жидкости в условиях линейного напорного режима фильтрации. Будем считать, что жидкость притекает к гидродинамически совершенной скважине с контейнерным гравийным фильтром (КГФ), пласт изотропен и его проницаемость $k(r)$ зависит только от расстояния r от оси скважины до точки наблюдения. Тогда скорость фильтрации $v(r)$ с одной стороны может быть выражена из уравнения неразрывности [1], а с другой – из закона Дарси [2] формулами

$$v(r) = \frac{q}{2 \cdot \pi \cdot r} = \frac{k(r)}{\mu} \cdot \frac{dP}{dr}, \quad (1)$$

где q – удельный дебит скважины, μ – динамическая вязкость жидкости, P – приведённое давление. Интегрируя уравнение (1) найдём функцию распределения давления в окрестности скважины

$$P = P_C + \frac{q \cdot \mu}{2\pi} \int_{r_c}^r \frac{dr}{r \cdot k(r)}, \quad (2)$$

где P_C – давление на контуре скважины с радиусом r_c .

Если на контуре питания в виде окружности с радиусом $r = R$ давление P известно и равно $P = P_{II}$, то из уравнения (2) удельный дебит q можно будет вычислить по формуле

$$q = \frac{2 \cdot \pi (P_{II} - P_C)}{\mu \cdot \int_{r_c}^R \frac{dr}{r \cdot k(r)}}. \quad (3)$$

Применим уравнения (1), (2), (3) простейшей модели плоскорадиального фильтрационного потока к исследованию конкретных задач, вытекающих из практики разработки пластов.

Задача 1. Какова относительная ошибка расчёта удельного дебита скважины по формуле (3), вызванная неточностью определения проницаемости пласта $k(r)$?

Решение. Если вместо истинного значения проницаемости $k(r)$ пользоваться приближённой величиной $k(r) + \delta k(r)$, где $\delta k(r)$ – вариация (погрешность) функции

проницаемости, то, согласно (3), удельный дебит скважины будет вычислен вместе с погрешностью δq по формуле

$$q + \delta q = \frac{2\pi \cdot (P_i - P_C)}{\mu \cdot \int_{r_c}^R \frac{dr}{r \cdot [k(r) + \delta k]}}. \quad (4)$$

Из формул (3) и (4) найдём относительную погрешность расчёта дебита:

$$\frac{\delta q}{q} = \left(\frac{\int_{r_c}^R \frac{dr}{r \cdot k(r)}}{\int_{r_c}^R \frac{dr}{r \cdot (k(r) + \delta k(r))}} - 1 \right) \cdot 100\%. \quad (5)$$

Экспериментальное определение проницаемости пласта в окрестности выделенной скважины может быть осуществлено методом её гидропрослушивания.

Задача 2. Зная давления P_1, P_2, \dots, P_n в скважинах пьезометрах, давление P_C в эксплуатационной скважине и её удельный дебит q найти аппроксимацию функции проницаемости пласта $k(r)$ в рамках модели плоскорадиального фильтрационного потока.

Решение. Для круговой области с центром в эксплуатационной скважине–стоке и с границей $r = r_n$, где r_n – радиус окружности, на которой находится последняя n -я скважина-пьезометр, введём в рассмотрение эффективную проницаемость k_0 . Значение k_0 вычислим по известному дебиту q и давлениям P_C и $P_{II} = P_n$ по формуле (3), в которой полагаем $k(r) = k_0$. Из (3) для определения k_0 приходим к формуле Дюпюи

$$q = \frac{2 \cdot \pi \cdot k_0 \cdot (P_n - P_C)}{\mu \cdot \ln\left(\frac{r_n}{r_c}\right)}. \quad (10)$$

С помощью введённого коэффициента эффективной проницаемости k_0 распределение давления P в соответствии с (2) и (10) может быть представлено в виде

$$\frac{P - P_C}{P_n - P_C} = \frac{k_0}{\ln\left(\frac{r_n}{r_c}\right)} \cdot \int_{r_c}^r \frac{dr}{r \cdot k(r)}. \quad (11)$$

Для определения $k(r)$ из (11) на основании опытных данных $P_1, P_2, \dots, P_{n-1}, P_n$ необходимо выбрать вид аппроксимирующей функции $\tilde{k}(r) \approx k(r)$.

Рассмотрим сейчас самый простой случай, когда $k(r)$ считается постоянной в круговом кольце $[r_{i-1}, r_i]$, т.е.

$$k(r) = k_i = \text{const} \text{ для } r \in [r_{i-1}, r_i], \quad i = 1, \dots, n. \quad (12)$$

При этом r_0 в формуле (12) равен радиусу скважины r_c . Для рассматриваемого случая разность в давлениях P_{i-1} и P_i в $(i-1)$ -ой и i -ой скважинах-пьезометрах в соответствии с (9) будет равна

$$\frac{P_i - P_{i-1}}{P_n - P_C} = \frac{k_0}{\ln\left(\frac{r_n}{r_C}\right)} \cdot \int_{r_{i-1}}^{r_i} \frac{dr}{r \cdot k(r)} = \left(\frac{k_0}{k_i}\right) \cdot A_i, \quad (13)$$

где $A_i = \frac{\ln\left(\frac{r_i}{r_{i-1}}\right)}{\ln\left(\frac{r_n}{r_C}\right)}$. Полагая последовательно в формуле (13) $i = 1, 2, \dots, n$ и учитывая, что

$P_0 = P_C$ получим уравнения для расчёта значений k_1, k_2, \dots, k_n .

Для повышения точности экспериментальной оценки проницаемости пласта вместо (12) можно рекомендовать использовать другие способы аппроксимации $k(r)$, например, кусочно-линейными функциями.

Простейшая плоскорадиальная модель фильтрации может быть применена для решения важных технологических задач по совершенствованию конструкций забоев скважин [3].

Список литературы:

- 1) Толпаев В. А., Харченко Ю. В. Значение простейшей модели плоско-радиального фильтрационного потока для практики разработки пластов //НТЖ «Нефтепромысловое дело», №10, 2005. – С. 9 – 13.
- 2) Басниев К. С., Дмитриев Н. М., Розенберг Г. Д. Нефтегазовая гидромеханика. – Москва – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 480 с.
- 3) АШРАФЬЯН М. О., ЛЕБЕДЕВ О. А., САРКИСОВ Н. М. Совершенствование конструкций забоев скважин. М., «Недра», 1987.-156 с.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ГАУССОВЫХ ВЕЙВЛЕТОВ ПРИ ИХ ОГРАНИЧЕНИИ ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ И СПЕКТРУ

Жарких А.А., Квашенко В.А. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ, zharkihaa@mstu.edu.ru, kvashenko@gmail.com)

Abstract. The paper presents formulas for calculation of errors that arise when Gaussian wavelets are limited in time and frequency. Both error indexes $\xi_{err,a}^{(n)}(\Delta)$ and $\eta_{err,a}^{(n)}(\omega_U)$ are calculated on the basis of L_2 -metric as wavelet-limitation-error-signal-norm-to-wavelet-norm. Dependences $\xi_{err,a}^{(n)}(\Delta)$ and $\eta_{err,a}^{(n)}(\omega_U)$ on duration limitation Δ and upper frequency limitation $f_U = \omega_U / 2\pi$, respectively, are presented for the 1–6-orders Gaussian wavelets. The availability of results for the analysis, compression and recognition of one-dimensional analog signals is discussed in this article. The results of the given work were announced partially in [1].

Введение

Цель работы – представление методики анализа точности представления гауссовых вейвлетов при переходе к их дискретным аналогам.

В работе исследуется возможность представления одномерного аналогового сигнала, как сигнала с ограничением по спектру и длительности в базисе гауссовых вейвлетов.

Работа представляется актуальной в силу того, что запись аналогового сигнала возможна только в цифровой форме. При этом качество и точность записи напрямую связаны с представлением аналогового сигнала как сигнала с ограниченным спектром. В силу того, что фрагменты записи аналогового сигнала ограничены по количеству отсчетов, такой сигнал является также сигналом, ограниченным по длительности.

В данной работе исследуются два вида ошибок аппроксимации гауссовых вейвлетов:

1). При разложении их в базисе Котельникова-Найквиста, т.е. при ограничении по спектру частотой f_U ;

2). При переходе от их определения на вещественной оси $(-\infty; +\infty)$ к определению на конечном интервале $(-\Delta/2; +\Delta/2)$, т.е. при ограничении по длительности временным интервалом Δ .

В работе [2] было показано, что гауссов вейвлет второго порядка («мексиканская шляпа») существенно лучше аппроксимируется в базисе Котельникова-Найквиста, чем вейвлет Хаара. Этот результат стимулировал написание настоящей работы.

Гауссовы вейвлеты

Наряду с разрывными функциями, подобными вейвлетам Хаара, в вейвлет-преобразованиях сигналов используются и непрерывные вейвлеты. Наиболее распространенные вещественные базисы таких вейвлетов конструируются на основе производных функции Гаусса $g(t) = \exp(-t^2/2)$:

$$\psi^{(n)}(t) = (-1)^n \frac{d^n}{dt^n} \left(e^{-\frac{t^2}{2}} \right) \quad (1)$$

Это обусловлено тем обстоятельством, что функция Гаусса имеет наилучшие показатели локализации как во временной, так и в частотной областях [3,4].

Выражение (1) для материнского гауссова вейвлета n -го порядка можно записать в более компактной форме:

$$\psi^{(n)}(t) = He_n(t) \cdot e^{-\frac{t^2}{2}} \quad (2)$$

где $He_n(t)$ – полином Эрмита [5].

Использование такой формы записи целесообразно потому, что существуют рекуррентные формулы для многочленов Эрмита, в которых отсутствуют выражения для производных. Эти формулы связывают многочлены нескольких соседних порядков. Мы используем рекуррентную формулу для многочлена $He_n(t)$:

$$He_{n+1}(t) = t \cdot He_n(t) - n \cdot He_{n-1}(t), \quad (3)$$

где $n > 0, He_0(t) = 1, He_1(t) = t$.

Спектральная плотность сигнала (2) имеет вид:

$$\Psi^{(n)}(\omega) = (-1)^n \sqrt{2\pi} (j\omega)^n e^{-\frac{\omega^2}{2}} \quad (4)$$

Сконструируем базис $\psi_{a,b}^{(n)}(t)$ с помощью непрерывных масштабных преобразований (a) и переносов (b) материнского вейвлета $\psi^{(n)}(t)$ с произвольными значениями базисных параметров a и b [3,4]:

$$\psi_{a,b}^{(n)}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi^{(n)}\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (5)$$

Спектральная плотность такого сигнала имеет вид:

$$\Psi_{a,b}^{(n)}(\omega) = (-1)^n \sqrt{2a\pi} (ja\omega)^n e^{-\frac{(a\omega)^2}{2}} e^{-j\omega b} \quad (6)$$

Прямое вейвлет-преобразование:

$$W_s^{(n)}(a,b) = \int_{-\infty}^{+\infty} s(t) \overline{\psi_{a,b}^{(n)}(t)} dt \quad (7)$$

Обратное вейвлет-преобразование:

$$s(t) = \frac{2}{(n-1)!} \int_{-\infty}^{+\infty} \left(\int_0^{+\infty} \left(\frac{1}{a^2} \cdot W_s^{(n)}(a,b) \cdot \psi_{a,b}^{(n)}(t) \right) da \right) db \quad (8)$$

Формулы (1)-(8) могут быть использованы в теоретическом анализе разложений аналогового сигнала в базисах гауссовых вейвлетов различных порядков.

Влияние ограничений на представление аналогового сигнала в базисе гауссовых вейвлетов

Договоримся далее, что число уровней квантования сигналов мы учитывать не будем. Этому вопросу необходимо посвятить отдельную работу.

Запись аналогового сигнала в цифровой форме может быть представлена вектором $\{s_k\}_{k=0}^{N-1}$. Дополнительным параметром, необходимым для восстановления сигнала в аналоговой форме является интервал дискретизации $\Delta t = 1/2f_U$. f_U – верхняя частота в спектре записанного сигнала.

Восстановленный сигнал представляется разложением (9) по базису Котельникова-Найквиста:

$$s(t) = \sum_{k=0}^{N-1} s_k \frac{\sin(\omega_U(t - k\Delta t))}{(\omega_U(t - k\Delta t))} \quad (9)$$

Сигнал, определенный выражением (9) имеет бесконечную длительность. Однако для $t < 0$ он физически нереализуем, а при $t > N\Delta t$ быстро убывает и не имеет практического значения.

Согласно определению, гауссов вейвлет любого порядка является симметричной относительно нуля функцией, быстрозатухающей при стремлении аргумента к $-\infty$ и $+\infty$. Гауссовы вейвлеты чётного порядка являются чётными функциями, гауссовы вейвлеты нечётного порядка – нечётными функциями. Для того чтобы использовать такие функции для анализа сигналов, заданных на интервале времени $[0; N \cdot \Delta t]$, необходимо осуществить сдвиг по координате t . Проще всего сдвинуть во времени исходный сигнал на величину $(N/2) \cdot \Delta t$, затем провести его разложение по гауссовым вейвлетам и после этого осуществить обратный сдвиг вейвлет-спектра. Поэтому условимся далее изменить пределы суммирования по отсчетам речевого сигнала со значения 0 и $N-1$ на значения $-N/2$ и $N/2-1$. В этом случае формула (9) переписывается в виде:

$$s(t) = \sum_{k=-N/2}^{N/2-1} s_k \frac{\sin(\omega_U(t - k\Delta t))}{(\omega_U(t - k\Delta t))} \quad (10)$$

Заметим, что информации большей, чем представлено в (10), запись аналогового сигнала получить не позволяет.

Представим вейвлет из (5) в том же базисе, что и (10). Вейвлет из (5) не является сигналом с ограниченным спектром. Поэтому это представление (11) не является точным. Неточность представления (11) мы отмечаем знаком «тильда» в левой части.

$$\tilde{\psi}_{a,b}^{(n)}(t) = \sum_{m=-\infty}^{+\infty} \psi_{a,b,m}^{(n)} \frac{\sin(\omega_U(t - m\Delta t))}{(\omega_U(t - m\Delta t))} \quad (11)$$

Подставив (10) и (11) в (7) мы получаем приближенное выражение (12) для вейвлет-спектра сигнала $s(t)$ в виде конечного ряда для любых $a \in [0; +\infty)$, $b \in (-\infty; +\infty)$.

$$\tilde{W}_s^{(n)}(a, b) = \frac{\pi}{\omega_U} \sum_{k=-N/2}^{N/2-1} s_k \psi_{a,b,k}^{-(n)} \quad (12)$$

Подставляя (11) и (12) в (8), мы получаем приближенную оценку $\tilde{s}(t)^{(n)}$ (14) сигнала $s(t)$ в виде конечного ряда в том же базисе. Коэффициенты этого ряда могут быть вычислены согласно (13).

Анализ (13) и (14) приводит к постановке следующих вопросов:

1). Какова погрешность при выборе в (13) конечных пределов интегрирования по a, b вместо бесконечных?

$$\tilde{s}_k^{(n)} = \frac{2}{(n-1)!} \int_{-N\Delta t/2}^{N\Delta t/2} \left(\int_{a_{\min}}^{a_{\max}} \left(\frac{1}{a^2} \cdot \tilde{W}_s^{(n)}(a, b) \cdot \psi_{a,b,k}^{(n)} \right) da \right) db \quad (13)$$

2). Какова погрешность при выборе в (14) конечных пределов суммирования вместо бесконечных?

$$\tilde{s}^{(n)}(t) = \sum_{k=-N/2}^{N/2-1} \tilde{s}_k^{(n)} \frac{\sin(\omega_U(t - k\Delta t))}{(\omega_U(t - k\Delta t))} \quad (14)$$

Ответы на эти вопросы можно получить на основе анализа ошибок выражения (11).

В данной работе в следующих двух разделах представлены формулы для вычисления относительных ошибок аппроксимации гауссовых вейвлетов и некоторые расчеты по этим формулам. Методика вычислений является развитием методики, представленной в [6]. Для ускорения расчетов и повышения точности были использованы рекуррентные соотношения между полиномами Эрмита $He_n(t)$ [5]. Для программирования использовался пакет Matlab 7.0.

Расчет относительной ошибки аппроксимации гауссова вейвлета при его ограничении по спектру

Относительная ошибка аппроксимации в контексте разложения гауссового вейвлета n -порядка в ряд Котельникова-Найквиста описывается выражением [6]:

$$\eta_{err,a}^{(n)}(\omega_U) = \sqrt{1 - \frac{2L_n(a\omega_U)}{\Gamma(n+0.5)}}, \quad (15)$$

где

$$L_n(a\omega_U) = \frac{1}{\pi} \int_0^{a\omega_U} |\Psi^{(n)}(z)|^2 dz \quad (16)$$

На рис. 1 представлены результаты расчета согласно формуле (10). По оси абсцисс отложена верхняя частота спектра $f_U = \omega_U / 2\pi$: в единицах $1/a$, a – масштаб вейвлета. По оси ординат отложен $\lg(\eta_{err,a}^{(n)}(2\pi f_U))$. Зависимость ошибки аппроксимации на графиках рис. 1 от порядка вейвлета достаточно простая. При любом значении f_U с ростом порядка вейвлета ошибка аппроксимации увеличивается. Это объясняется моноэкстремальностью энергетического спектра гауссового вейвлета в области положительных частот: $|\Psi^{(n)}(\omega)|^2 = 2\pi\omega^{2n}e^{-\omega^2}$.

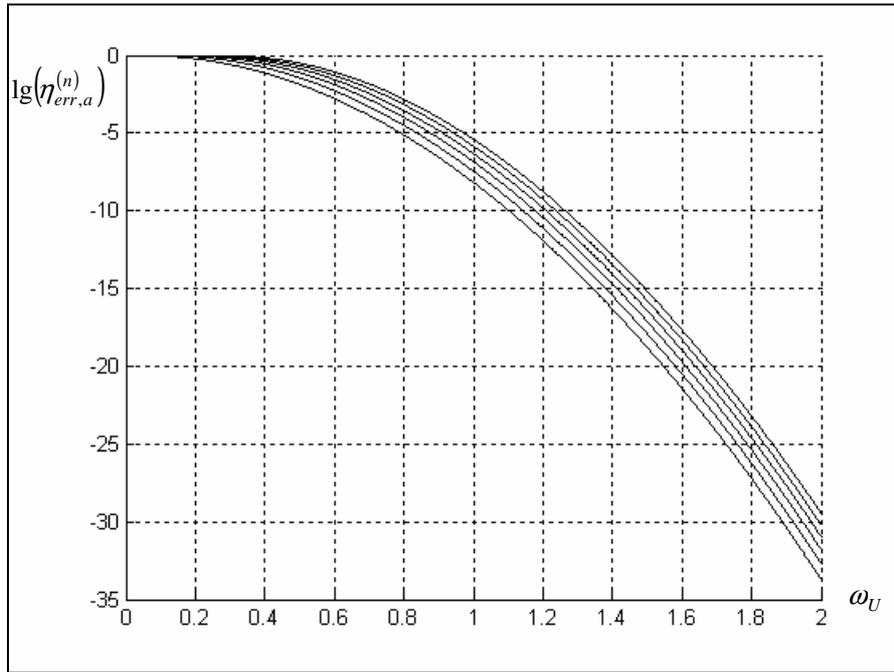


Рис. 1. Зависимость ошибки аппроксимации от верхней граничной частоты для гауссовых вейвлетов 1-6 порядков при их ограничении по спектру.

4. Расчет относительной ошибки аппроксимации гауссова вейвлета при его ограничении по длительности

Ошибка аппроксимации при ограничении по длительности вычисляется как отношение нормы сигнала ошибки к норме исходного сигнала. Пусть сигнал ограничивается по длительности. Если из исходного сигнала вычесть сигнал, ограниченный по длительности, то получается сигнал ошибки.

$$\xi_{err,a}^{(n)}(\Delta) = \sqrt{1 - \frac{2R_n(\Delta/2a)}{\Gamma(n + 0.5)}}, \quad (17)$$

где

$$R_n(\Delta/2a) = \int_0^{\frac{\Delta}{2a}} (\psi^{(n)}(u))^2 du \quad (18)$$

На рис. 2 и рис. 3 представлены результаты расчета согласно формуле (12). По оси абсцисс отложена временная длительность ограничения вейвлета Δ в единицах масштаба вейвлета a . По оси ординат отложен $\lg(\xi_{err,a}^{(n)}(\Delta))$. В начальной части графиков рис. 2 и рис. 3 зависимость ошибки аппроксимации от порядка вейвлета достаточно сложная. Такая зависимость обусловлена немонотонностью и осцилляциями любого гауссового вейвлета (кроме нулевого порядка) вблизи нуля.

Действительно $(\psi^{(n)}(t))^2 = (He_n(t))^2 e^{-t^2}$. Для первых 6 порядков n можно записать:

$$\psi^{(1)}(t) = t \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}, \quad \psi^{(2)}(t) = (t^2 - 1) \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}, \quad \psi^{(3)}(t) = (t^3 - 3t) \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}, \quad \psi^{(4)}(t) = (t^4 - 6t^2 + 3) \cdot e^{-\frac{t^2}{2}},$$

$$\psi^{(5)}(t) = (t^5 - 10t^3 + 15t) \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}, \quad \psi^{(6)}(t) = (t^6 - 15t^4 + 45t^2 - 15) \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}.$$

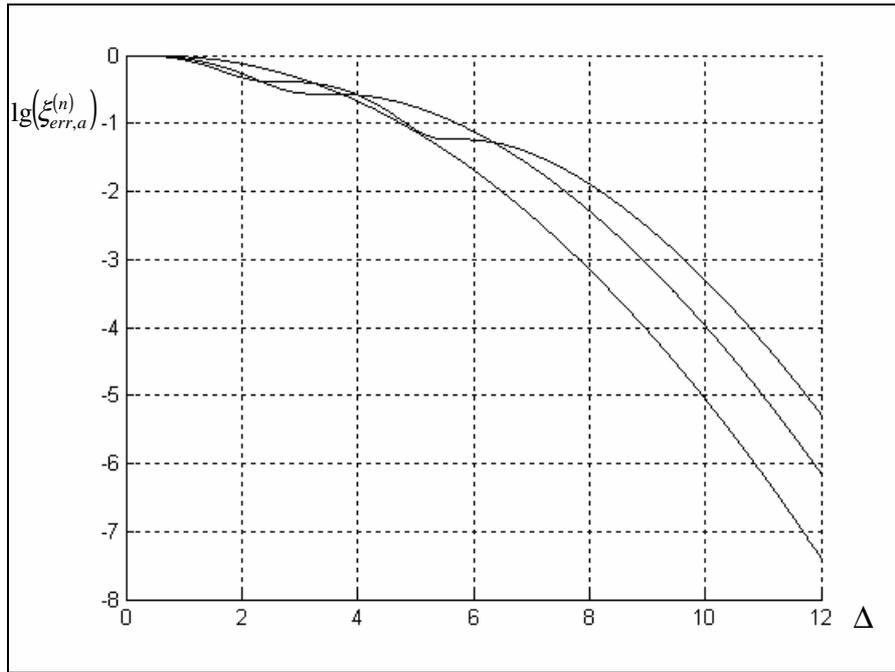


Рис. 2. Зависимость ошибки аппроксимации от длительности для гауссовых вейвлетов 1, 3 и 5 порядков при их ограничении по длительности.

Немонотонность гауссовых вейвлетов $\psi^{(n)}(t)$ определяется немонотонностью полиномов Эрмита $He_n(t)$.

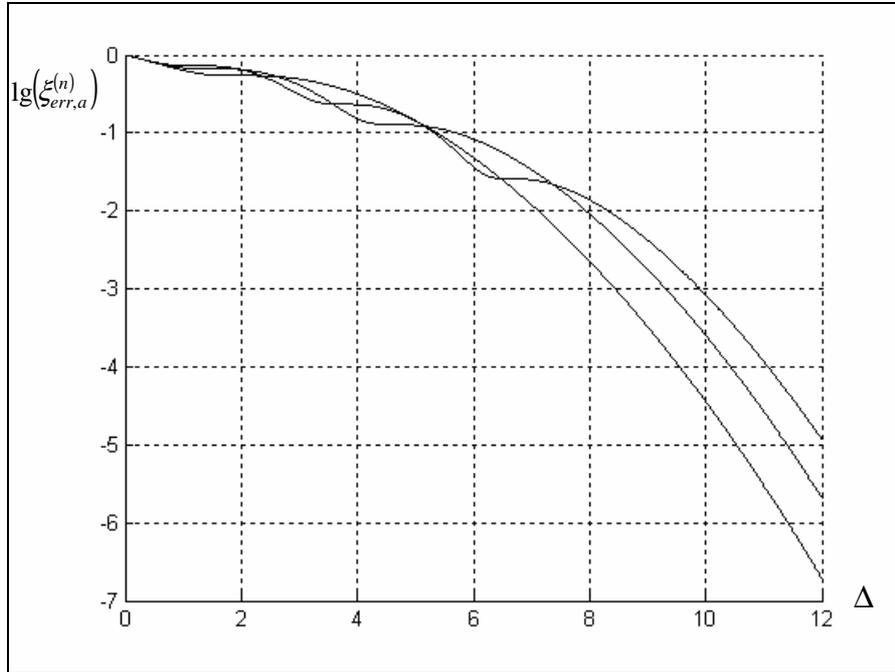


Рис. 3. Зависимость ошибки аппроксимации от длительности для гауссовых вейвлетов 2, 4 и 6 порядков при их ограничении по длительности.

При достаточном увеличении Δ зависимость упрощается: с ростом порядка вейвлета ошибка аппроксимации увеличивается. Это и наблюдается в правой части графиков рис. 2 и рис. 3.

При достаточном увеличении Δ зависимость упрощается: с ростом порядка вейвлета ошибка аппроксимации увеличивается. Это и наблюдается в правой части графиков рис. 2 и рис. 3.

Диадное и дискретное представление сигнала в базисе гауссовых вейвлетов

При непрерывном изменении параметров a и b для расчета вейвлет-спектра (7) необходимы большие вычислительные затраты. Множество функций $\psi_{a,b}(t)$ избыточно. Необходима дискретизация этих параметров при сохранении возможности восстановления сигнала из его преобразования. Дискретизация, как правило, осуществляется через степени двойки [4]:

$$a = a_0 \cdot 2^m, \quad b = k \cdot \Delta \quad (19)$$

где a_0 – минимальный масштаб вейвлета, который необходим для разложения данного сигнала, m и k – целые числа, Δ – ограничение по длительности вейвлета масштаба a . $\Delta/a = const$ выбирается из тех соображений, что ошибка аппроксимации должна быть одинаковой для вейвлетов всех масштабов (фиксированного порядка), которые используются для представления заданного сигнала. В этом случае плоскость a, b превращается в соответствующую сетку m, k , а выражение (5) принимает вид:

$$\psi_{m,k}^{(n)}(t) = \frac{1}{\sqrt{a_0 \cdot 2^m}} \psi^{(n)}\left(\frac{t - k \cdot \Delta}{a_0 \cdot 2^m}\right) \quad (20)$$

Рассмотренная дискретизация наиболее распространена. Сетка дискретизации называется диадной и соответствующее преобразование – диадным вейвлет-преобразованием.

При фиксированном параметре m вейвлеты имеют одинаковые масштабы и лишь смещаются во времени. При увеличении параметра m на 1 масштаб увеличивается вдвое и вейвлеты вдвое растягиваются. Для различных значений m ширина $\psi_{m,k}^{(n)}(t)$ различна и выбор $b = a_0 \cdot k \cdot \Delta$ гарантирует, что растянутые вейвлеты на уровне m “покрывают” ось времени так же, как это делают вейвлеты минимального масштаба на уровне $m = 0$.

Прямое диадное вейвлет-преобразование сигналов запишется в виде:

$$W_s^{(n)}(m, k) = \int_{-\infty}^{+\infty} s(t) \overline{\psi_{m,k}^{(n)}}(t) dt \quad (21)$$

Ранее нами было получено приближенное выражение (12) для вейвлет-спектра сигнала $s(t)$ для любых $a \in [0; +\infty), b \in (-\infty; +\infty)$. С учётом дискретизации параметров a и b (19) конечный ряд (12) примет вид:

$$\tilde{W}_s^{(n)}(m, k) = \frac{\pi}{\omega_U} \sum_{i=-N/2}^{N/2-1} s_i \overline{\psi_{m,k,i}^{(n)}} \quad (22)$$

Выражение (22) является дискретным вейвлет-преобразованием отсчётов s_i сигнала $s(t)$.

Заключение

Представленные в работе показатели ошибок аппроксимации $\eta_{err,a}^{(n)}(2\pi f_U)$ и $\xi_{err,a}^{(n)}(\Delta)$ представляют собой удобный инструмент для оценки возможности перехода к дискретному представлению в разложении по гауссовым вейвлетам фиксированного порядка. Для вейвлета данного порядка, число отсчетов, которое необходимо выбрать при фиксированных значениях показателей $\eta_{err,a}^{(n)}(2\pi f_U)$ и $\xi_{err,a}^{(n)}(\Delta)$, не зависит от масштаба вейвлета a . С ростом же порядка вейвлета n для достижения тех же значений показателей ошибок требуется большее количество отсчетов как за счет уменьшения интервала дискретизации сигнала, так и за счет увеличения временной длительности.

Изменяя $a_{\min} = 2k_1\Delta t$, $a_{\max} = N\Delta t/k_2$, где k_1, k_2 – натуральные числа, можно управлять масштабами вейвлетов и точностью их представления при фиксированном значении N .

Вектор коэффициентов разложения аналогового сигнала по гауссовому вейвлету можно использовать для распознавания таких сигналов. Мы предполагаем, что несколько независимых базисных представлений (для различных порядков гауссовых вейвлетов) могут быть использованы для автоматизации распознавания и для уточнения принятия решений относительно содержания аналогового сигнала и источника его формирования.

Список литературы:

- 1) Zharkikh A.A., Kvashenko V.A. Accuracy evaluation of time-limited and spectrum-limited Gaussian wavelet representation // Pattern Recognition and Image Analysis: New Information Technologies: Conference Proceedings, Vol. 2. – Nizhny Novgorod, the Russian Federation, 2008, pp. 351 – 354.
- 2) Жарких А.А., Юрко А.С. Сравнительная характеристика базисов вейвлетов для представления речевых сигналов // Доклады 9-й международной конференции «Цифровая обработка сигналов и её применение», Москва – М.: 2007. С. 143-146.
- 3) Чуи Ч. Введение в вейвлеты: Пер. с англ. – М.: Мир, 2001. 412 с.
- 4) Яковлев А.Н. Введение в вейвлет-преобразования: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. 104 с.
- 5) Справочник по специальным функциям. / Под. ред. М. Абрамовица и Стигана. – М.: Наука, 1979. 832 с.
- 6) Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высш. шк., 2000. 462 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООБМЕНА В ШКАФАХ-ВИТРИНАХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК В МАГАЗИНЕ ОАО "НОРД-ВЕСТ ФК"

Голубев Б.В.¹, Кобылянский И.Г.¹, Шутов А.В.¹, Лискова Т.Ю.²

(¹ Технологический факультет МГТУ, кафедра технологического и холодильного оборудования, ² Инженерно-экономический факультет СПбГУ ВК МФ, кафедра естественнонаучных и математических дисциплин)

Abstract. In clause the results of the equation of a heat transfer and developed criterion of dependence for construction of mathematical model of heat exchange in cases - show-windows of refrigerating machineries are described.

1. Введение

Выбор оптимального теплообмена в шкафах-витринах холодильных установок представляется сложной задачей. Проведение большой серии экспериментов на натуральных или макетных образцах с проработкой многочисленных вариантов инженерных решений и вариаций параметров элементов системы требует значительных материальных затрат и времени.

Экспериментальное определение теплообмена в шкафах-витринах холодильной установки для различных комбинаций условий, меняющихся в процессе эксплуатации, практически невозможно, что ставит задачу математического моделирования работы холодильных установок, т.е. использование метода математического моделирования с учетом всей совокупности взаимосвязанных процессов теплообмена.

Наличие математической модели теплообмена в шкафах-витринах холодильной установки позволяет провести математический эксперимент для существующих и проектируемых холодильных установок с учетом многообразия факторов, влияющих на их работу. Эффективная математическая модель дает возможность разработать рекомендации по рациональной эксплуатации, оптимальному проектированию и модернизации холодильных установок различного назначения. Математическая модель теплообмена в шкафах-витринах холодильных установок на нестационарных режимах позволяет составить рекомендации для проектирования рациональных систем регулирования теплообмена в шкафах-витринах холодильных установок.

Для успешного и своевременного решения поставленных задач необходимо расширить экспериментальные и теоретические исследования термогазодинамических процессов, протекающих в шкафах-витринах холодильных установок.

Теоретические исследования - более короткий, но и более трудный путь, а именно - создание адекватных математических моделей с последующим численным экспериментом.

2. Определение теплообмена в шкафах-витринах на нестационарных режимах

В связи с тем, что режимы холодильных установок почти всегда нестационарны, целесообразно разделить их на два основных класса: квазистационарные, для которых могут быть применены уравнения стационарных процессов при подстановке в них мгновенных значений параметров, и переходные, характерные для режимов теплообмена в холодильных установках.

Разграничить эти классы рабочих режимов можно с помощью критерия квазистационарности, полученного на основании анализа рабочего процесса холодильной установки на нестационарных режимах и исходя их равенства холодопроизводительностей, найденных из уравнений для нестационарного и стационарного процессов в виде:

$$\frac{dE_{II}}{d\tau} - \frac{dm_{II}}{d\tau} i_B = 0 \quad (1)$$

где: $\frac{dE_{II}}{d\tau}$ и $\frac{dm_{II}}{d\tau}$ - производные общего теплосодержания и массы хладагента в

испарительной системе по времени;

i_B - энтальпия жидкого хладагента перед регулирующим вентилем.

В технических расчетах энтальпии обычно не рассчитывают, а находят их значения при данной температуре из тепловых и энтропийных диаграмм или из справочных таблиц.

Теплообмен осуществляется при изменении агрегатного состояния теплоносителя. Например, расход горячего теплоносителя составляет Q_1 , его энтальпия на входе в шкаф-витрину холодильной установки I_{1H} и на выходе из шкафа-витрины холодильной установки I_{1K} , а расход холодного теплоносителя Q_2 , его начальная энтальпия I_{2H} и конечная I_{2K} , то тепловой баланс определится в виде:

$$Q = Q_1 (I_{1H} - I_{1K}) = Q_2 (I_{2K} - I_{2H}) \quad (2)$$

При условии, что теплообмен протекает без изменения агрегатного состояния теплоносителей, их энтальпии можно определить как произведение теплоемкости c на температуру t .

$$\begin{aligned} I_{1H} &= c_{1H} t_{1H}, & I_{1K} &= c_{1K} t_{1K}, \\ I_{2H} &= c_{2H} t_{2H}, & I_{2K} &= c_{2K} t_{2K}. \end{aligned} \quad (3)$$

где: c_{1H} и c_{1K} - средние удельные теплоемкости горячего воздуха в пределах изменения температур от 0 до t_{1H} (на входе в шкаф-витрину холодильной установки)

и t_{1K} (на выходе из шкафа-витрины холодильной установки);

c_{2H} и c_{2K} - средние удельные теплоемкости холодного воздуха в пределах изменения

температур от 0 до t_{2H} и от 0 до t_{2K} соответственно.

Соблюдение критерия квазистационарности для данного нестационарного режима означает, что фактически имеется мгновенный стационарный режим, для которого могут быть применены уравнения стационарного режима, а следовательно, и статические характеристики узлов установки.

Если для расчета параметров холодильной установки на нестационарном режиме, отличающемся от квазистационарного, применяются статические характеристики, то ошибка в величине холодопроизводительности будет тем большей, чем больше отклонение от квазистационарного режима, и может достигать 10-15%.

Для построения математической модели необходимы аналитические или графические выражения статических и динамических характеристик теплообмена в шкафах-витринах холодильных установок.

Примером взять шкафы-витрины холодильных установок в магазине ОАО "Норд-Вест ФК" (г. Мурманск, ул.Дзержинского, 2). Тепловой баланс при отсутствии тепловых потерь выражается

$$Q = Q_1 = Q_2 \quad (4)$$

где: Q - тепловая нагрузка шкафа-витрины холодильной установки;

Q_1 - расход горячего теплоносителя;

Q_2 - расход холодного теплоносителя.

Тепловой поток Q от горячего к холодному теплоносителю пропорционален площади поверхности теплопередачи F , среднему температурному напору Δt_{CP} и времени τ . Для непрерывного процесса теплопередачи

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{CP} \quad (5)$$

где: K - коэффициент теплопередачи, показывающий, какое количество теплоты передается от горячего теплоносителя к холодному за 1 с через 1 м² стенки при средней разности температур между теплоносителями, равной 1 град.

На основе метода элементарных балансов разрабатывается методика расчета применительно к одномерной схеме распространения тепла в стандартных блоках-формах.

Созданная математическая модель продукта (в данном случае замороженной рыбы) учитывает изменение теплофизических характеристик в зависимости от температуры и влияния геометрических характеристик замороженного сырья.

3. Заключение

- 1) Построение математической модели теплообмена в шкафах-витринах холодильной установки и получение в аналитическом виде уравнений позволяет подойти к общему решению самых разнообразных задач эксплуатации шкафов-витрин холодильных установок;
- 2) На примере теплообмена в шкафах-витринах холодильных установок в магазине ОАО "Норд-Вест ФК" составляется критерий общей эффективности и оптимизации теплообмена;
- 3) Результаты работы, внедренные в практику приносят большой экономический эффект.

Список литературы:

- 1) Голубев Б.В., Кобылянский И.Г., Шутов А.В., Лискова Т.Ю. Результаты хронометрирования частоты открывания-закрывания дверей шкафов-витрин в магазине ОАО "Норд-Вест ФК" и расчет его в теории вероятностей и математической статистике // Сб. докл. Международной научно-технической конференции "Наука и образование – 2008". ФГОУ ВПО «МГТУ». Мурманск. 2008. НТЦ "Информрегистр" от 21.01.08.
- 2) Голубев Б.В., Кобылянский И.Г., Шутов А.В., Долматова Е.В. Экономический эффект от внедрения нового способа температурных испытаний и испытаний на оттаивание шкафов-витрин в магазинах, кулинарных магазинах, ресторанах, кафе и столовых / Голубев Б.В., Кобылянский И.Г., Шутов А.В., Долматова Е.В. // Вестник МГТУ. – 2007. - Т.10, № 4. - С.577-580.
- 3) Луканин. М.Г. Теплотехника - М.: Высшая школа, 1999. -671с.
- 4) Остапчук Н.В. Основы математического моделирования процессов пищевых производств: Учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Киев: Выща школа, 1991.-338 с.
- 5) Стабников В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств / В.Н.Стабников, В.М.Лысянский, В.Д.Попов.-М.:Агропромиздат,1985.-503с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ВЫЧИСЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛА ПУАССОНА НА ОСНОВЕ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО

Зияутдинов В.С., Корнев П.А., Волобуев А.В. (Липецк, Липецкий государственный педагогический университет, кафедра электроники телекоммуникаций и компьютерных технологий, zvs@lspu.lipetsk.ru)

Abstract. In this article process of automation of a problem of a finding of integral on the basis of numerical methods in package Scilab is in detail considered. As concrete integral Puasson's integral of is considered. As a base numerical method the method of Monte-Carlo gets out.

1. Параграф

В большинстве случаев, когда необходимо вычислить определенный интеграл, используют стандартные методы решения подобной задачи на основе элементарных функций (1). Однако существует особый класс специальных интегралов, которые невозможно преобразовать с помощью элементарных функций. К числу таких интегралов относятся:

- интегральный синус – $\int_a^b \frac{\sin x}{x} dx$;
- интегральный косинус – $\int_a^b \frac{\cos x}{x} dx$;
- интегральный логарифм – $\int_a^b \frac{dx}{\ln x}$;
- интеграл Пуассона – $\int_a^b e^{-x^2} dx$;
- интегралы Френеля – $\int_a^b \sin x^2 dx, \int_a^b \cos x^2 dx$ и т.д.

На данный момент существуют достаточно эффективные численные методы, которые активно используются для решения любых задач вычисления интегралов. Среди подобных методов следует выделить так называемый метод Монте-Карло. На основе данного метода в рамках настоящей статьи рассматривается создание программы на языке пакета Scilab для вычисления интеграла Пуассона на заданном интервале.

Прежде всего, следует рассмотреть идеи метода Монте-Карло на примере вычисления интеграла от функции, зависящей от одной переменной. Пусть необходимо

вычислить интеграл $F = \int_a^b f(x)dx$ от функции $f(x)$ на интервале $[a, b]$. Построим

прямоугольник высотой H и длиной $b-a$, такой, что функция $f(x)$ будет целиком находиться внутри данного прямоугольника. Создадим N пар случайных чисел, равномерно распределенных в данном прямоугольнике:

$$a \leq x_i \leq b, 0 \leq y_i \leq H.$$

В таком случае, доля точек (x_i, y_i) удовлетворяющих условию $y_i \leq f(x_i)$, является оценкой отношения интеграла от функции $f(x)$ к площади построенного

прямоугольника. Значит, оценка интеграла в данном методе может быть представлена следующим образом:

$$F_N = A \frac{n_s}{N},$$

где n_s – число точек, удовлетворяющих условию, N – полное число точек, A – площадь прямоугольника (2).

В качестве программного инструментария для автоматизации задачи вычисления интеграла Пуассона не случайно выбран математический пакет Scilab.

Scilab – это некоммерческий программный пакет для выполнения инженерных и научных вычислений. Язык пакета Scilab весьма схож по семантике с языком пакета MATLAB, а потому все нижеприведенные примеры программного кода легко могут быть перенесены на платформу пакета MATLAB.

Создание программного модуля в среде Scilab для решения вышеуказанной прикладной задачи целесообразно разделить на следующие этапы:

1. Проектирование графического интерфейса пользователя.
2. Написание функционального программного кода для реализации необходимых вычислений.
3. Тестирование полученного модуля.

В ходе первого этапа опишем в среде Scilab следующие элементы графического интерфейса:

- 3 поля для редактирования (для ввода текста);
- 5 текстовых полей (для вывода надписей и результата);
- 2 кнопки для управления (3).

Для этого необходимо написать следующую последовательность команд:

```
F=figure('position',[0,0,250,200],'figure_name','Calculate_integral');
Button1=uicontrol(F,'style','pushbutton','string','Calculate','position',
[40,5,70,40],...'Callback','calc');
Button2=uicontrol(F,'style','pushbutton','string','Close','position',
[120,5,70,40],'Callback','finish');
edit_a=uicontrol(F,'style','edit','string','0','position',[10,120,70,20],
'backgroundcolor',[65535,65535,65535]);
edit_b=uicontrol(F,'style','edit','string','3','position',[90,120,70,20],
'backgroundcolor',[65535,65535,65535]);
edit_c=uicontrol(F,'style','edit','string','1000','position',
[170,120,70,20], 'backgroundcolor',[65535,65535,65535]);
text_a=uicontrol(F,'style','text','string','Number_A:','position',
[10,142,70,20]);
text_b=uicontrol(F,'style','text','string','Number_B:','position',
[90,142,70,20]);
text_c=uicontrol(F,'style','text','string','Count:','position',
[170,142,70,20]);
text_Result=uicontrol(F,'style','text','string','Result:','position',
[40,80,70,20]);
text_res=uicontrol(F,'style','text','string','08','position',
[20,55,200,30], 'fontsize',25);
```

Таким образом, получилось 2 кнопки с надписями «Calculate» и «Close», 4 текстовых поля с надписями «Number_A», «Number_B», «Count» и «Result:», а также текстовое поле для вывода полученного численного значения интеграла.

Теперь выполним создание функций на языке Scilab для непосредственного вычисления интеграла и закрытия окна программы.

Первая функция будет реализована следующим образом:

```
function calc()
Xmin=eval(get(edit_a,'string'));
Ymin=0;
Xmax=eval(get(edit_b,'string'));
Ymax=1,5;
N=eval(get(edit_c,'string'));
for i=1:N
    x(i)=Xmin+(Xmax-Xmin)*rand(1);
end;
for i=1:N
    y(i)=Ymin+(Ymax-Ymin)*rand(1);
end;
deff('[f]=myfunc(x)','f=exp(-x^2)');
for i=1:N
    if myfunc(x(i))>=y(i)
        s(i)=1;
    else
        s(i)=0;
    end;
end;
S=sum(s);
A=(Xmax-Xmin)*(Ymax-Ymin);
I=A*S/N;
set(text_res,'string',sprintf("Integral=%1.5f",I));
endfunction;
```

Вторая же функция по сравнению с первой будет содержать намного меньше программного кода. Для реализации функции завершения приложения достаточно определить следующую последовательность команд:

```
function finish()
close(F);
endfunction;
```

Таким образом, второй этап создания программного модуля завершен. Необходимо приступить к заключительному этапу.

Для апробации работы созданного модуля воспользуемся двумя тестовыми заданиями:

1. Вычислить интеграл $\int_0^4 e^{-x^2} dx$ (количество точек случайной последовательности – 1000).
2. Вычислить интеграл $\int_1^7 e^{-x^2} dx$ (количество точек случайной последовательности – 3000).

После ввода в соответствующие поля исходных значений получим следующие результаты (рис. 1,2)

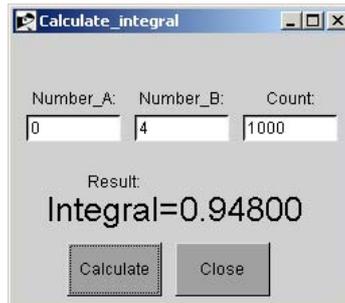


Рис. 1. Результат первого тестового задания

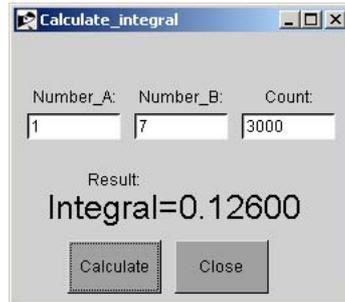


Рис. 2. Результат второго тестового задания

Очевидно, что приведенную последовательность действий можно повторить для автоматизации вычислений любых интегралов средствами некоммерческого программного обеспечения.

Список литературы:

- 1) Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевникова Т.Я. Высшая математика в упражнениях и задачах. В 2-х ч. Ч. I. – М.: Высш. шк., 1986. – 304 с.
- 2) Поршнева С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 592 с
- 3) Алексеев Е.Р. Scilab: Решение инженерных и математических задач / Е.Р. Алексеев, О.В.Чеснокова, Е. А.Рудченко. – М.: ALT Linux; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 260 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗГИБА НЕЖЕСТКИХ ВАЛОВ

Кропоткина Е. Ю. (Ростов-на-Дону, РГАСХМ, кафедра «Технология автоматизированного машиностроения», elenajuri@yandex.ru)

Abstract. There is an analytical model to calculate the size and shape of shaft bends made under the influence of asymmetrical strengthening by rolling or pressing, according to technological factors

Качество изготовления деталей, их эксплуатационные свойства во многом связаны с точностью размеров, формы, и расположения их отдельных поверхностей. Особо следует выделить класс деталей типа нежестких валов, к которым предъявляются повышенные требования точности, одним из основных показателей которой является прямолинейность оси. Существующие способы управления формой детали часто осуществляются методами обработки, которые ухудшают качество поверхностного слоя изделий. Это затрудняет их применение на последних этапах обработки или в ремонтных целях.

Метод управления изгибом может быть основан на создании в поверхностном слое детали неравномерного напряжённого состояния. Для решения рассматриваемой задачи можно использовать такие отделочные методы обработки, как обкатывание или выглаживание. Одним из сравнительно новых направлений применения методов поверхностного пластического деформирования является асимметричное обкатывание цилиндрических поверхностей. Оно характеризуется возможностью управления деформациями с целью уменьшения погрешностей формы продольного сечения (изгиба) вала (1).

Известно, что обработка поверхностным пластическим деформированием сопровождается появлением в поверхностном слое детали достаточно больших и благоприятных для эксплуатационных качеств детали остаточных напряжений сжатия. Если в поверхностном слое детали с помощью поверхностного пластического деформирования создать новую асимметричную картину распределения остаточных напряжений, то последующий переход такого напряжённого состояния в равновесное будет сопровождаться развитием значительных деформаций детали. При надлежащем распределении остаточных напряжений направленность действия изгибающего момента позволит осуществить направленную деформацию, противоположную имеющейся. В результате может быть получен эффект, заключающийся в уменьшении изгиба и повышении точности вала.

Для практического использования предлагаемого метода разработана специальная методика (1), позволяющая определить форму и величину пространственного изгиба при асимметричном упрочнении нежестких валов. Проведено моделирование процесса асимметричного упрочнения, которое базировалось на решении нескольких взаимосвязанных задач: - задачи создания асимметричной эпюры силы поверхностного пластического деформирования в зависимости от условий обработки; - задачи определения параметров области контакта; - задачи распределения остаточных напряжений; - задачи управления изгибом. Создана аналитическая модель определения формы и величины плоского и пространственного изгиба при асимметричном упрочнении нежестких валов, учитывающая схему приложения неравномерной силы обкатывания. Разработанная модель позволяет прогнозировать величину и диапазон изменения шероховатости поверхности деталей, обработанных асимметричным деформированием методами поверхностного пластического деформирования.

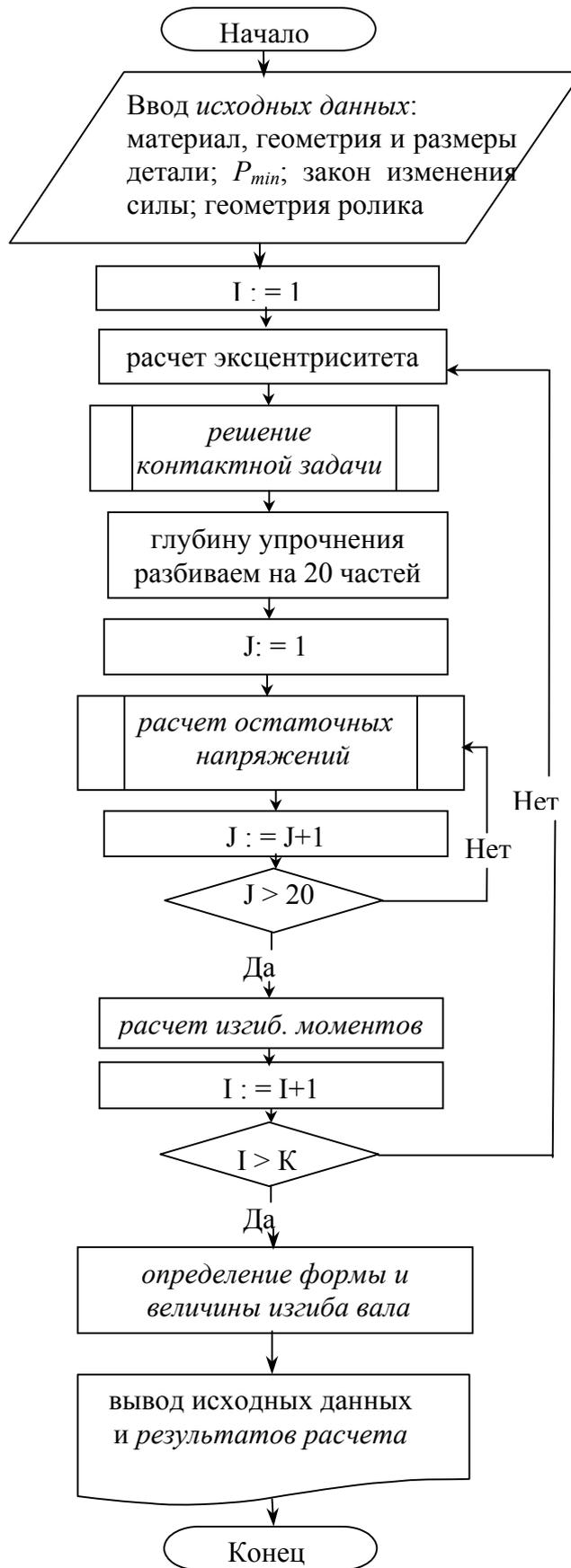


Рис.1. Краткий алгоритм расчета изгиба детали после асимметричного обкатывания

На основании аналитической модели создана система автоматизированного расчета технологических параметров деформирования для управления процессом асимметричного упрочнения. Для внедрения методики в производство разработана программа расчета величины изгиба на компьютере. Краткий алгоритм представлен на рис.1. Обкатывание для исправления погрешностей вала производится по уточненным режимам на станке с программным управлением.

Таким образом, для осуществления автоматического управления величиной и формой изгиба нежестких валов в процессе асимметричного упрочнения обкатыванием разработана аналитическая модель, устанавливающая комплексную взаимосвязь остаточных напряжений с технологическими параметрами систем косвенного управления упруго-пластическими деформациями.

Список литературы:

- 1) Зайдес С.А., Кропоткина Е.Ю., Лебедев А.Р. Моделирование процессов поверхностного пластического моделирования/ под ред. С.А. Зайдеса. - Иркутск: Изд-во ИргТУ, 2004. - 309с.

РАСЧЕТ МЕТАЛЛФТАЛОЦИАНИНОВ НА КЛАСТЕРЕ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Куранов Д.Ю. (Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский
государственный университет, ПМ-ПУ, cornholio85@bk.ru)

Abstract. Phthalocyanines and their derivatives are frequently used as light modulating materials or solar batteries elements. Using density functional method (DFT), we calculated molecular structures and physical properties of phthalocyanine and its derivatives with Zn as a central atom. Dependence of potential of ionization on molecular structure is revealed.

Введение

Металлфталоцианины (PcM) – это хорошо изученный класс органических веществ с общей формулой $MC_{32}N_8H_{16}$, где M - металл.

Фталоцианин используют в солнечных батареях. В нем наиболее привлекают высокая фотопроводимость в видимой области спектра и термическая стабильность. Основной недостаток - низкое время жизни носителей.

Для оценки возможности прогнозирования построения наноструктур на базе металлфталоцианинов и предсказания их физико-химических свойств в целях использования в качестве элементов для солнечных батарей и полупроводников был произведен расчет фталоцианинов с различной молекулярной структурой.

Была рассчитана молекула фталоцианина цинка $ZnC_{32}H_{16}N_8$ (рис. 1), а так же были построены различные модели, увеличивающие эту молекулу за счет присоединения бензольных колец, что приближает ее к наноструктурам.

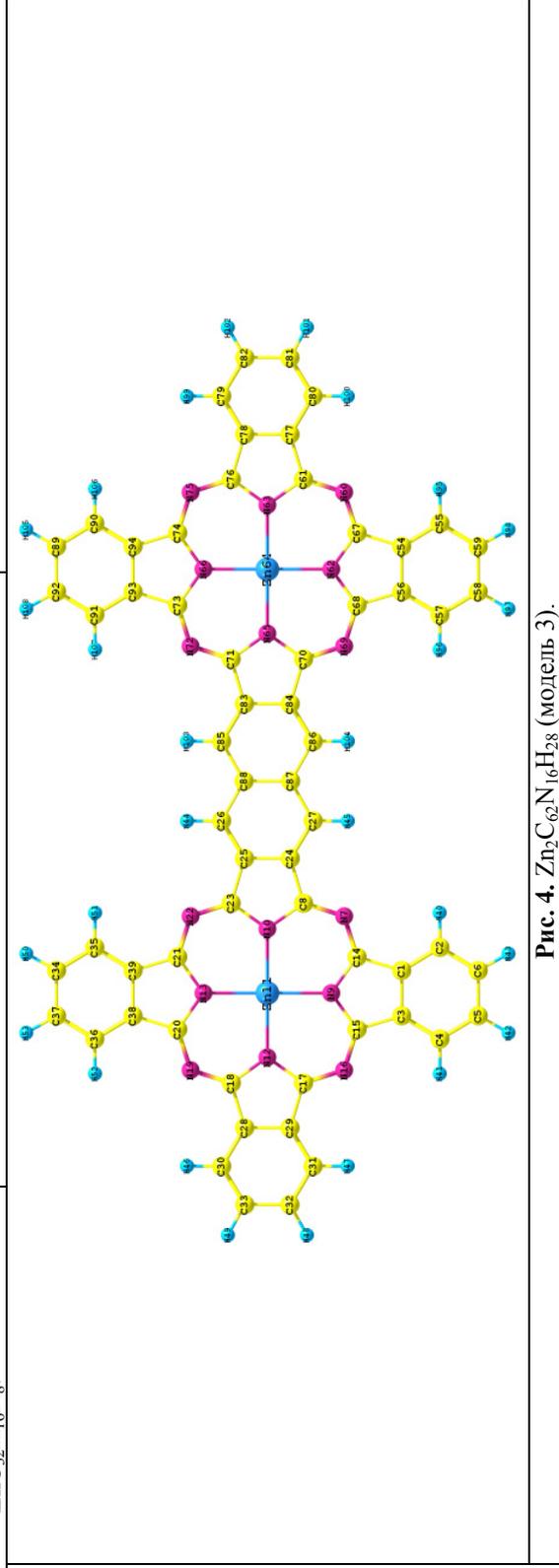
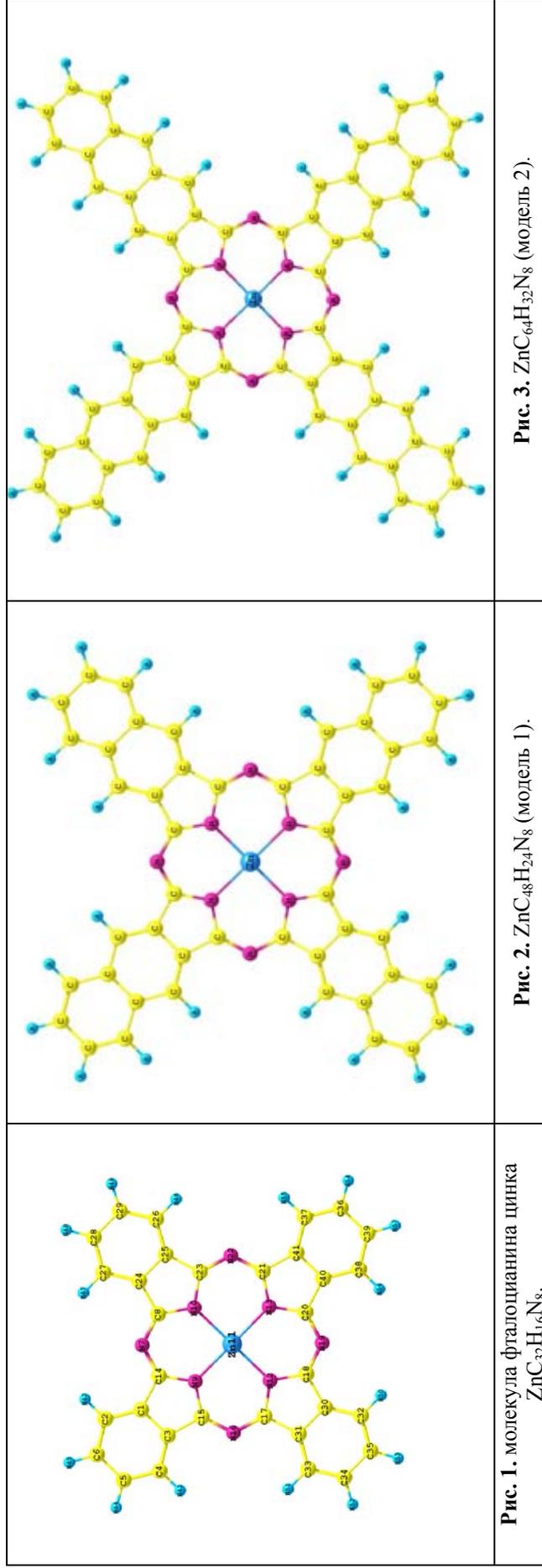
На рис. 2 изображена молекула замещенного фталоцианина цинка с добавлением четырех бензольных колец $ZnC_{48}H_{24}N_8$ (модель 1). А на рис. 3 к этой структуре были добавлены еще 4 бензольных кольца $ZnC_{64}H_{32}N_8$ (модель 2). Во всех случаях молекула плоская с группой симметрии D_{4h} .

Наряду с увеличением размеров молекулы за счет присоединения бензольных колец, была рассмотрена периодическая структура $Zn_2C_{62}N_{16}H_{28}$ (рис. 4), объединяющая две молекулы фталоцианина цинка, связанные друг с другом через бензольные кольца (модель 3).

Было интересно проверить, как скажется увеличение размеров молекулы на ее физико-химических характеристиках, которые в первую очередь определяются фталоцианиновым ядром. В связи с этим для всех систем произведен расчет соответствующих катион-радикалов.

При решении поставленных задач использовался новый высокопроизводительный вычислительный кластер факультета прикладной математики – процессов управления Санкт-Петербургского государственного университета. Кластер включает в себя 48 узлов (нодов), состоящих из двухпроцессорных (8-ядерных) вычислительных узлов. Тактовая частота процессора составляет 2 ГГц, оперативная память на каждом узле составляет 4 Гб.

Расчет проводился методом функционала электронной плотности с использованием различных базисных наборов.



Результаты и их обсуждения

1) Расчет молекулярной структуры фталоцианина цинка в различных базисах и молекулярной структуры его производных в базисе 6-31G.

В табл. 1 представлены полученные в результате расчета длины связей. Так как структура молекул симметрична, то длины связей указаны не для всей молекулы, а для соответствующего фрагмента.

Учет поляризующих функций несколько улучшает значения длин связей и приближает их к экспериментальным данным. Однако эти изменения, по сравнению с результатами расчета без учета поляризующих функций (d,p), не существенны и, по-видимому, не превышают погрешности эксперимента.

Из таблицы видно, что рассчитанные значения межатомных расстояний хорошо согласуются с экспериментальными данными.

Следует отметить, что экспериментальные значения длин связей фталоцианина цинка приведены для кристаллической фазы, а расчет произведен для молекулы в вакууме. Наиболее оптимальным для расчетов является базис 6-31G, т.к. при существенно меньших затратах машинного времени он достаточно точно передает экспериментальные значения.

В табл. 1 также приведены рассчитанные межатомные расстояния для моделей 1, 2, 3, 4. Видно, что с увеличением числа бензольных колец межатомные расстояния вблизи атома металла меняются незначительно. Существенные изменения наблюдаются в бензольных кольцах.

2) Оценка потенциалов ионизации.

Для оценки фото-ионизационных свойств молекулы фталоцианина цинка и модельных наноструктур были вычислены потенциалы ионизации. Расчет потенциалов во всех случаях проводился двумя способами. В первом – по энергии наивысшего занятого электронами уровнями (НОМО), т.к. взятая с обратным знаком энергия высшей занятой орбитали Кона-Шэма совпадает с энергией ионизации. Во втором случае была рассчитана разность энергий свободного катион-радикала и нейтральной молекулы с учетом изменения геометрических параметров при ионизации («адиабатический» потенциал ионизации).

В табл. 2 представлены значения потенциалов ионизации, вычисленные первым и вторым способом. Вычисление потенциала ионизации из разности энергий катион-радикала и нейтральной молекулы приводится в эВ и является более точным значением. Как видно из сопоставления данных таблицы, потенциал ионизации для молекулы фталоцианина цинка хорошо согласуется с экспериментом. Оценка потенциала ионизации по значению энергии наивысшего занятого электронного уровня представляет интерес для сопоставления этой величины в различных моделях. Тенденция его изменения остается такой же, как и в первом случае, при вычислении разностей энергий нейтральных молекул и катион-радикалов.

Таким образом, установлена зависимость потенциала ионизации от молекулярной структуры металфталоцианинов. С увеличением размера молекулы и приближения ее к наноструктуре, потенциал ионизации уменьшается. Наибольший вклад в уменьшение потенциала ионизации вносит присоединение дополнительных бензольных колец. Объединение двух молекул фталоцианина цинка в супермолекулу (модель 3) не приводит к таким существенным изменениям. Выявленная тенденция поведения потенциала ионизации в рассмотренных молекулярных структурах характеризует их фотоэлектронные свойства. Это позволяет предсказывать возможность использования таких структур в качестве солнечных батарей и полупроводников.

Табл. 1. Длины связей

	Межатомные расстояния (Å)						
	ZnC ₃₂ H ₁₆ N ₈		ZnC ₄₈ H ₂₄ N ₈		ZnC ₆₄ H ₃₂ N ₈		Zn ₂ C ₆₂ N ₁₆ H ₂₈
	6-31G	6-31G(d,p)	6-311G(d,p)	Эксперимент [17]	6-31G	6-31G	6-31G
C(1)-C(2)	1.3964	1.3952	1.3930	1,396	1.3781	1.3725	1.3962
C(1)-C(3)	1.4170	1.4102	1.4083	1,403	1.4328	1.4407	1.4170
C(1)-C(14)	1.4607	1.4606	1.4606	1,459	1.4603	1.4597	1.4604
C(2)-C(6)	1.3989	1.3939	1.3916	1,395	1.4225	1.4306	1.3991
C(2)-H(42)	1.0841	1.0849	1.0832	-	1.0851	1.0851	1.0840
C(3)-C(4)	1.3964	1.3952	1.3930	1,396	1.3782	1.3725	1.3962
C(3)-C(15)	1.4607	1.4606	1.4606	1,452	1.4604	1.4598	1.4606
C(4)-C(5)	1.3988	1.3939	1.3917	1,392	1.4226	1.4307	1.3992
C(4)-H(43)	1.0841	1.0849	1.0832	-	1.0851	1.0851	1.0840
C(5)-C(6)	1.4107	1.4077	1.4052	1,391	1.4486	1.4591	1.4104
C(5)-H(44)	1.0853	1.0860	1.0842	-	-	-	1.0852
C(6)-H(45)	1.0853	1.0860	1.0842	-	-	-	1.0852
N(7)-C(8)	1.3350	1.3300	1.3284	1,330	1.3342	1.3341	1.3340
N(7)-C(14)	1.3350	1.3299	1.3284	1,328	1.3343	1.3340	1.3362
N(9)-Zn	2.0021	1.9894	1.9968	1,980	2.0095	2.0118	2.0004
N(9)-C(14)	1.3866	1.3731	1.3696	1,373	1.3873	1.3877	1.3891
N(9)-C(15)	1.3866	1.3731	1.3696	1,372	1.3873	1.3877	1.3851
N(10)-Zn	2.0021	1.9905	1.9967	1,979	2.0084	2.0113	2.0115

Таблица 2. Потенциалы ионизации

	Энергия HF (a.e.)		Разность энергий (a.e.)	Потенциал ионизации (эВ)	Эксперимент (эВ) (19)	НОМО (a.e.) (occ. eigenvalues)	LUMO (a.e.) (virt. eigenvalues)
	B3LYP	UB3LYP					
ZnC ₃₂ H ₁₆ N ₈	-3445.8963097	-3445.6694401	0.2268696	6.17085312	6.37	-0.18810	-0.10573
ZnC ₄₈ H ₂₄ N ₈	-4060.3295862	-4060.1262542	0.203332	5.5306304	-	-0.17109	-0.10088
ZnC ₆₄ H ₃₂ N ₈	-4674.7411081	-4674.5516185	0.1894896	5.15411712	-	-0.16125	-0.09913
Zn ₂ C ₆₂ N ₁₆ H ₂₈	-6813.2018869	-6812.994372	0.2075149	5,644480429	-	-0.18051	-0.11179

3) Анализ эффективности использования параллельного режима в программе Gaussian на высокопроизводительном вычислительном кластере

В табл. 3 представлены результаты, полученные при расчете фталоциана цинка ($ZnC_{32}H_{16}N_8$) в различных базисах, а также с учетом распараллеливания и без него. Из данных таблицы следует, что при увеличении числа базисных функций, резко увеличивается длительность расчета (реальное время расчета) молекулы. В то же время, использование параллельных режимов вычислений в программе Gaussian позволяет существенно уменьшить длительность расчёта.

Таблица 3. Время расчета

Количество процессоров	Реальное время расчета	Базис	Энергия HF (a.e.)
1	19 hours 3 minutes 8 seconds	6-31G	-3445.8963099
2	9 hours 54 minutes 4 seconds	6-31G	-3445.8963100
3	7 hours 41 minutes 16 seconds	6-31G	-3445.8963097
4	6 hours 29 minutes 27 seconds	6-31G	-3445.8963097
1	1 days 3 hours 2 minutes 49 seconds	6-31G(d,p)	-3446.3920429
1	2 days 23 hours 24 minutes 26 seconds	6-311G(d,p)	-3446.9160953

Таким образом: рассчитана молекулярная структура фталоцианина цинка методом функционала электронной плотности в различных базисах. Результаты расчета хорошо согласуются с экспериментальными значениями длин связей и углов. Рассчитаны модельные структуры замещенного фталоцианина цинка. Оптимизирована их молекулярная геометрия. Проведена оценка потенциалов ионизации фталоцианина цинка и его производных двумя способами. Выявлена зависимость потенциала ионизации от молекулярной структуры.

Проведенные расчеты показывают, что с помощью методов квантовой химии можно предсказывать физико-химические характеристики веществ в зависимости от их молекулярной структуры. Это является актуальным в свете бурного развития нанотехнологий. В дальнейшем, опираясь на разработанный метод расчета фталоцианинов, можно сосчитать наноструктуры более сложного вида и их свойства.

Расчеты проводились с помощью программы Gaussian на кластере высокопроизводительных вычислений с использованием параллельного режима вычисления.

Список литературы:

- 1) Третьяк В. М. Строение и свойства алифатических углеводородов. СП ГУТД, 2003.
- 2) Сена Л. Ф. Единицы физических величин и их размерности. Наука, 1988.
- 3) Степанов Н. Ф. Квантовая механика и квантовая химия. Мир, 2001.
- 4) Хедвинг П. Прикладная квантовая химия. Мир, 1997.
- 5) Новосадов Б.К. Методы решения уравнений квантовой химии. Наука, 1988.
- 6) Кругляк Ю. А. Методы расчета электронной структуры и спектров молекул. Киев, 1969.
- 7) Wolfram Koch, Max C. Holthausen. A Chemist's Guide to Density Functional Theory. Second Edition. Wiley-VCH Verlag GmbH, 2001.

- 8) Klaus Capelle. A Bird's-Eye View of Density-Functional Theory. Universidade de S~ao Paulo, 2005.
- 9) Сизова О. В. Неэмпирические расчеты молекул. Санкт-Петербург, 2002.
- 10) Hiroshi Taketa. Gaussian-Expansion Methods For Molecular Integrals. Journal Of The Physical Society Of Japan, Vol. 21, №11, November, 1966.
- 11) Кларк Т. Компьютерная химия. Мир, 1990.
- 12) Драго Р. Физические методы в химии. Мир, 1981.
- 13) Chelikowsky J. R., Louie S. G. Ed. Quantum Theory of Real Materials. Boston: Kluwer Press, 1996.
- 14) Foresman J.B., Frisch A. Exploring chemistry with electronic structure methods. 1996.
- 15) Симон Ж., Андре Ж.-Ж. Молекулярные полупроводники. Фотоэлектрические свойства и солнечные элементы. 1988.
- 16) Dow. Molecular Stereochemistry of Phthalocyanatozinc(II). J. Chem. Soc., Vol. 99, №4, p. 1102, 1977.
- 17) J. Berkowitz. Photoelectron Spectroscopy of Phthalocyanine. J. Chem. Phys., Vol. 70, №6, 1979.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БИОИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКОГО СИГНАЛА

Лавеева К.А., Богатырёв Р.С. (Волгоград, ВолгГТУ, кафедра ВТ, ksenlavmeister@gmail.com)

Abstract. In this article we introduce the method of constructing the scheme of electromechanical artificial hand control. This method is based on comparison of the real and model surface electromyographic (SEMG) signals, and we represent the process of SEMG signal modeling.

Развитие современной науки и техники позволяет применять все более эффективные методы для разработки системы управления движением электромеханического протеза руки. Система управления данным протезом состоит из измерительной части и собственно управляющей (1). Как известно, биоэлектрическое воздействие, передаваемое от центральной нервной системы к мышцам, отражается на поверхности кожи человека повышением амплитуды суммарного биопотенциала (поверхностного электромиографического сигнала) (2). Особенно ярко это явление выражено в так называемых двигательных точках. Для определения положения двигательных точек рассматривается схема Альтенбургера (3).

Решая задачу построения системы управления электромеханическим протезом руки, необходимо определить зависимость степени сокращения мышц от таких параметров, как форма и амплитуда огибающей поверхностных ЭМГ сигналов. Известно, что одной из причин увеличения силы сокращения мышцы в естественных условиях является возрастание частоты импульсов, генерируемых мотонейронами. Второй причиной этого служат увеличение числа возбуждающихся мотонейронов и синхронизация частоты их возбуждения. Рост числа мотонейронов соответствует увеличению количества двигательных единиц (ДЕ), участвующих в сокращении, а возрастание степени синхронизации их возбуждения способствует увеличению амплитуды при суперпозиции максимального сокращения, развиваемого каждой двигательной единицей в отдельности (4).

Поэтому разрабатывается модель поверхностного электромиографического сигнала, в которой последовательность потенциалов действия отдельных двигательных единиц (ПДОДЕ) моделируется как выход линейной системы, импульсная характеристика которой представляет собой волну ПДОДЕ, а входной сигнал — точечный процесс. При этом последовательность межимпульсных интервалов (МИИ) является случайной величиной, имеющей логнормальное распределение. В зависимости от режима работы мышечных волокон (изометрический, изотонический), формируется дисперсия и математическое ожидание данной величины. Волна ПДОДЕ в случае использования биполярных электродов имеет двухфазный характер, и в зависимости от типа двигательной точки ее амплитуда варьируется в определенном интервале. При увеличении степени сокращения мышцы увеличивается количество задействованных ДЕ, при этом возрастают их амплитуды. Итоговый модельный сигнал представляет собой суперпозицию потенциалов действия всех активированных двигательных единиц. Данный сигнал суммируется с белым гауссовым шумом, вводимым для того, чтобы учесть влияние других физиологических факторов (например, толщины подкожного слоя и других). Поскольку большую роль играет также тип используемых электродов, чтобы учесть их влияние вводится передаточная функция $s(t)$.

Можно представить ЭМГ отдельной двигательной (5) единицы как:

$$y(t) = \int_0^t h(t - \tau)x(\tau)d\tau + w(t).$$

Далее рассмотрим следующую схему моделирования сигнала (рисунок 1).

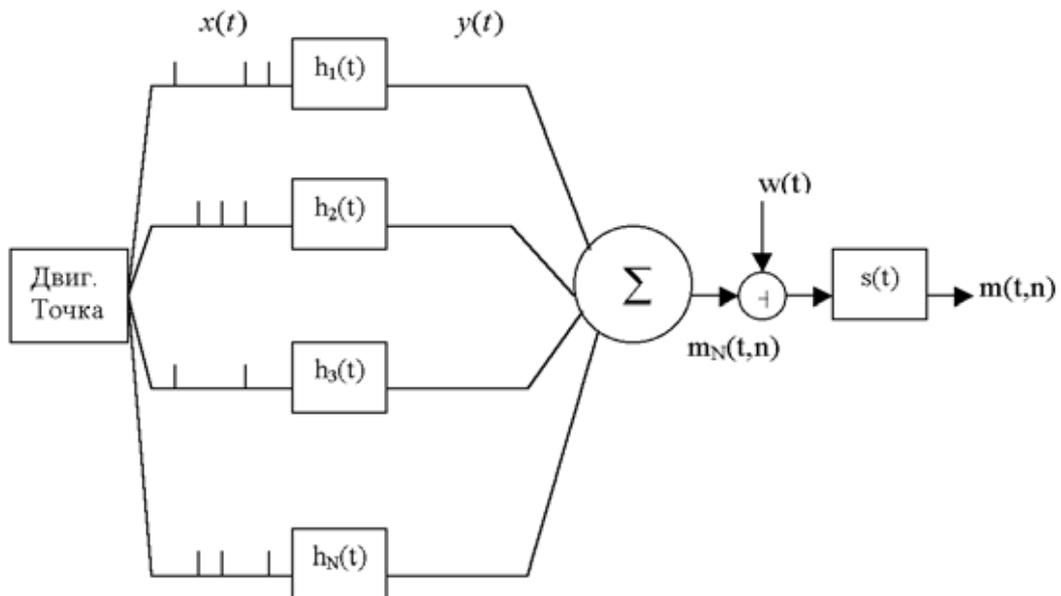


Рисунок 1 - Схема моделирования электромиографического сигнала

На данном рисунке $x(t)$ – набор импульсов Дирака, имеющий логнормальное распределение вероятностей; $h(t)$ – импульсная функция, представляет собой волну ПДОДЕ; N – количество вовлекаемых ДЕ, зависит от степени сокращения мышцы; $m_N(t,n)$ – физиологический сигнал суммарной ЭМГ; n – количество импульсов Дирака, связано с продолжительностью воздействия; $w(t)$ – шум, обусловленный проводимостью околмышечного пространства, $s(t)$ – передаточная функция, учитывающая влияние перехода электрод-кожа, $m(t,n)$ – снимаемый электродами сигнал ЭМГ.

Для задания начальных значений амплитудно-частотных характеристик (количества активизируемых ДЕ и частоты следования) моделируемого сигнала был проведен эксперимент, в ходе которого снимались сигналы ЭМГ с различных двигательных точек на предплечье человека в двух крайних положениях - в покое и при сгибании пальцев. Однако в каждой двигательной точке можно наблюдать смешивание сигналов не только тех двигательных единиц, которые иннервируются в районе данной двигательной точки, но и сигналов приходящих от областей соседних двигательных точек. Чтобы исключить влияние сигналов соседних двигательных точек, сигналы рассматривались попарно. Для получения сигнала на канале X сигнал с соседнего канала Y рассматривается как артефакт или образец шума. И наоборот, для получения сигнала на канале Y сигнал с соседнего канала X рассматривается как образец шума.

Построение огибающих являлось предпоследним шагом обработки измеренной информации. Для сравнения характеристик модельных и реальных сигналов в системе реального времени необходимо оценить их мощности, для чего и строится огибающая.

Экспериментальное задание крайних значений моделируемого сигнала позволяет реалистично представить градиацию движений отдельных пальцев и

построить более точную систему управления. Благодаря этому рассмотренный метод построения системы управления протезом руки обладает существенными преимуществами по сравнению с имеющимися в настоящее время аналогами.

Список литературы:

- 1) Муха, Ю.П., Медицинский комплекс «искусственная рука» / Ю.П. Муха, В.М. Антонович, Р.С. Богатырёв // Биомедицинская радиоэлектроника. - 2001, №4. – С. 53 – 57.
- 2) Юсевич, Ю.С. Очерки по клинической электромиографии / Ю.С. Юсевич.– М. : Наука, 1972. – 94 с.
- 3) Персон, Р.С. Мышцы – антагонисты в движениях человека / Р.С. Персон; А Н СССР. Ин-т высш. нерв. деят. и нейрофизиол. – М. : Наука, 1965. – 108 с.
- 4) Физиология человека / Под ред. В.М.Покровского, Г.Ф.Коротько. - М. : Медицина, 2007. - 656 с.
- 5) Рангайян, Р. М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход / Р.М. Рангайян. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 440 с.

МНОЖЕСТВА ЖЮЛИЯ И МАНДЕЛЬБРОТА В ПРОСТРАНСТВЕ КВАТЕРНИОНОВ

Луковкин С.Б. (г. Мурманск, МГТУ, каф. А и ВТ kendato@rambler.ru)

Abstract. Julia and Mandelbrot sets are considered in 4D quaternion space.

Множества Жюлия и Мандельброта получили широкую известность после выхода в свет в 1977 г. работы Б. Мандельброта «Фрактальная геометрия природы». Сам термин «фрактал» был также впервые введен в математику Мандельбротом. Его исследования в области фракталов опираются на результаты, полученные ранее Пуанкаре, Жюлиа, Фату, Кантором и Хаусдорфом.

Гастон Жюлия и Пьер Фату занимались исследованием функций комплексного переменного, в частности, процессом итерирования таких функций. Основные результаты в этой области были опубликованы ими в начале XX века.

Рассмотрим полином комплексного переменного z степени $n \geq 2$ с комплексными коэффициентами a_i :

$$f(z) = a_n z^n + a_{n-1} z^{n-1} + \dots + a_1 z + a_0, \quad (1)$$

Множество Жюлия J_f функции $f(z)$ это граница множества точек z на комплексной плоскости, стремящихся к бесконечности при итерировании $f(z)$. Под n -ой итерацией $f^{(n)}(z)$ точки z с помощью функции $f(z)$ понимается n - кратное применение f к заданному начальному значению z_0 :

$$z_n = f^{(n)}(z_0) = \underbrace{f \circ f \circ f \circ \dots \circ f}_{n\text{-раз}}(z_0). \quad (2)$$

Таким образом, множество Жюлия это

$$J_f = \Gamma\{z : f^{(n)}(z) \rightarrow \infty \text{ при } n \rightarrow \infty\}, \quad (3)$$

где $\Gamma\{z\}$ – граница множества $\{z\}$.

Простейшее множество Жюлия получается при итерировании точек комплексной плоскости при отображении

$$f(z) = z^2 + C, \text{ или } z_{n+1} = (z_n)^2 + C, \text{ где } n = 0, 1, 2, \dots; \quad (4)$$

Здесь $z = x+iy$, $C = a+ib$, i – мнимая единица. Выбирая различные постоянные C будем получать различные множества Жюлия. Каждое множество Жюлия отображения (4) либо связно, либо вполне несвязно.

Множество Мандельброта M_f отображения (4) это множество всех C на комплексной плоскости, для которых итерации точки 0 ограничены, т.е. $f^{(n)}(0)$ не стремится к бесконечности при $n \rightarrow \infty$:

$$M_f = \{C : f^{(n)}(0) \not\rightarrow \infty \text{ при } n \rightarrow \infty\}. \quad (5)$$

Связь между множеством Мандельброта и множеством Жюлия состоит в том, что для каждой точки C множества Мандельброта соответствующее множество Жюлия связно. Дополнение множества M_f состоит из тех значений C , для которых множество Жюлия вполне несвязно.

Алгоритм построения множества Жюлия состоит в следующем. Зададим постоянную $C = a + ib$ и выберем начальную точку $z_0 = x + iy$. Вычислим очередное значение z_{n+1} , $n = 0, 1, 2, \dots$ по формуле (4):

$$z_{n+1} = (z_n)^2 + C = x^2 - y^2 + a + (2xy+b)*i, \quad (6)$$

где $x = \text{Re}(z_n)$ и $y = \text{Im}(z_n)$. В формуле (6) вместо x и y на очередном шаге подставляем вновь вычисленные значения $\text{Re}(z_{n+1}) = (x^2 - y^2 + a)$ и $\text{Im}(z_{n+1}) = (2xy+b)$. Итерации

продолжаются пока n не достигнет заданного предельного значения N_{\max} или модуль очередного значения z_{n+1} не превзойдёт 2. Доказано, что итерации точек заведомо уходят в бесконечность, если на очередном шаге модуль z_{n+1} будет больше 2. Если выбранная точка z_0 при итерировании не ушла в бесконечность за заданное число шагов N_{\max} , то считается, что она принадлежит заполняющему множеству Жюлия, и её изображают на дисплее, например, черным цветом, а точки, итерации которых уходят в бесконечность изображают белым цветом.

Рассмотрим аналоги множеств Жюлия и Мандельброта в пространстве кватернионов. Кватернионы были введены в математику в 1843 г. В. Гамильтоном и являются исторически первым примером системы гиперкомплексных чисел. Гиперкомплексные числа явились результатом попыток найти обобщение системы комплексных чисел, которые, как известно, изображаются точками на плоскости. Оказалось, что из точек пространства размерности $n \geq 3$ нельзя построить числовую систему, аналогичную системе действительных или комплексных чисел. Однако, если отказаться от требования коммутативности операции умножения, то в пространстве 4-х измерений можно построить числовую систему – систему кватернионов.

Под кватернионом понимают число вида:

$$M = t*1 + x*i + y*j + z*k = (t, x, y, z), \quad (7)$$

где 1 – «обычная» действительная единица, t, x, y, z – действительные элементы кватерниона, i, j, k – мнимые единицы, квадрат каждой из которых равен -1.

Действия над кватернионами выполняются по следующим правилам:

1. Два кватерниона равны, если равны их действительные элементы.
2. Суммой кватернионов $M1 = (t1, x1, y1, z1)$ и $M2 = (t2, x2, y2, z2)$ является кватернион

$$M = M1 + M2 = (t1+t2, x1+x2, y1+y2, z1+z2).$$

3. Умножение кватерниона M на скаляр s выполняется по правилу:

$$s*M = (s*t1, s*x1, s*y1, s*z1)$$

4. Существует нулевой кватернион $0*M = (0, 0, 0, 0)$.

5. Для вычисления произведения кватернионов задают следующие правила умножения «базисных» единиц 1, i, j, k :

$$\begin{array}{llll} 1*1 = 1 & 1*i = i & 1*j = j & 1*k = k \\ i*1 = 1 & i*i = -1 & i*j = k & i*k = -j \\ j*1 = 1 & j*i = -k & j*j = -1 & j*k = i \\ k*1 = 1 & k*i = j & k*j = -i & k*k = -1 \end{array} \quad (8)$$

Единицы 1, i, j, k можно рассматривать как единичные орты 4-х мерного пространства. В пространстве кватернионов для операций сложения и умножения на скаляр выполняются правила обычной алгебры. При умножении двух кватернионов вновь получается кватернион. Пространство кватернионов содержит действительные числа $(t, 0, 0, 0) = t$, комплексные числа $(a, b, 0, 0) = a + ib$ и векторы $(0, x, y, z)$ пространства R^3 . Мнимые единицы i, j, k можно рассматривать как орты трёхмерного векторного пространства. Поэтому любой кватернион можно представить как сумму скалярной и векторной частей:

$$M = \text{scal}(M) + \text{vect}(M) = t + (x, y, z).$$

Тогда произведение двух кватернионов $M1 = \text{scal}(M1) + \text{vect}(M1) = t1 + (x1, y1, z1)$ и $M2 = \text{scal}(M2) + \text{vect}(M2) = t2 + (x2, y2, z2)$ можно представить в виде:

$$M1 * M2 = t1*t2 + t1*(x2, y2, z2) + t2*(x1, y1, z1) + \text{vect}(M1) \times \text{vect}(M2), \quad (9)$$

где слагаемое $\text{vect}(M1) \times \text{vect}(M2)$ вычисляется по правилам векторного произведения.

Из формулы (9) видно, что произведение кватернионов в общем случае некоммутативно: $M_1 \circ M_2 \neq M_2 \circ M_1$. Произведение коммутативно только в случае, когда один из сомножителей скаляр или когда векторные части кватернионов пропорциональны. В частности, при возведении кватерниона $M = t*1 + x*i + y*j + z*k$ в квадрат получим кватернион вида:

$$M^2 = t^2 - x^2 - y^2 - z^2 + 2tx*i + 2ty*j + 2tz*k = t^2 - x^2 - y^2 - z^2 + (2tx, 2ty, 2tz). \quad (9)$$

Для кватернионов вводится понятия сопряжённого кватерниона и нормы кватерниона. Кватернион, сопряжённый заданному кватерниону M , имеет вид:

$$\tilde{M} = t*1 - x*i - y*j - z*k = (t, -x, -y, -z). \quad (10)$$

Норма кватерниона M вычисляется по формуле:

$$M * \tilde{M} = t^2 + x^2 + y^2 + z^2. \quad (11)$$

По аналогии с формулой (4) рассмотрим итерационный процесс в пространстве кватернионов:

$$M_{n+1} = (M_n)^2 + G, \text{ где } M_n \text{ и } G \text{ – кватернионы.} \quad (12)$$

Назовём множеством Жюлия JK_f в пространстве кватернионов для функции $f(M) = M^2 + G$ и для заданного значения G границу множества точек M , стремящихся к бесконечности при итерировании отображения:

$$JK_f = \Gamma\{M : f^{(n)}(M) \rightarrow \infty \text{ при } n \rightarrow \infty\} \quad (13)$$

Если ввести обозначение для кватерниона $G = a + b*i + c*j + d*k$, то расчётные формулы для получения очередного значения по формуле (12) будут иметь вид:

$$\begin{aligned} t_{n+1} &= (t_n)^2 - (x_n)^2 - (y_n)^2 - (z_n)^2 + a; \\ x_{n+1} &= 2t_n x_n + b; \\ y_{n+1} &= 2t_n y_n + c; \\ z_{n+1} &= 2t_n z_n + d. \end{aligned} \quad (14)$$

Как и в случае комплексных чисел алгоритм построения множества Жюлия в пространстве кватернионов состоит в следующем. Зададим и зафиксируем постоянную $G = a + b*i + c*j + d*k$; выберем начальную точку $M_0 = t*1 + x*i + y*j + z*k$. Вычислим очередное значение M_{n+1} , $n = 0, 1, 2, \dots, N_{\max}$ по формулам (14). Итерации прекращаются, если для очередного n норма M_n будет больше 4. В этом случае считаем, что итерации начальной точки уходят в бесконечность. Если для заданного N_{\max} на каждом шаге норма M_n не превосходит 4, то траектория начальной точки не уходит в бесконечность и такая точка принадлежит заполняющему множеству Жюлия.

Аналогом множества Мандельброта в пространстве кватернионов является множество точек G , для которых итерации нулевого кватерниона не уходят в бесконечность:

$$MK_f = \{G : f^{(n)}(0) \not\rightarrow \infty \text{ при } n \rightarrow \infty\}, \text{ где } f(M) = M^2 + G. \quad (15)$$

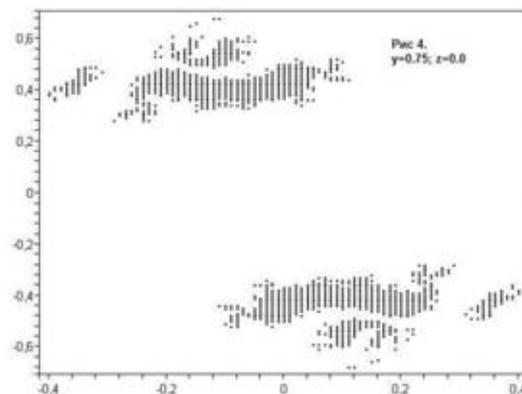
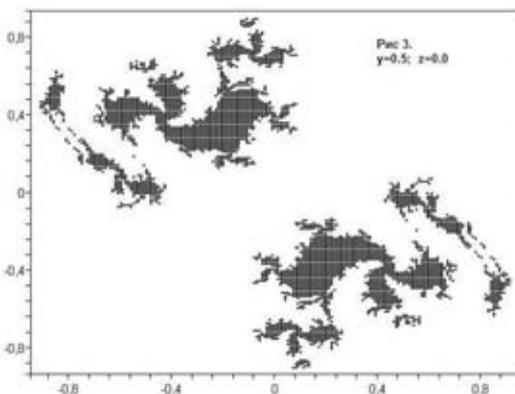
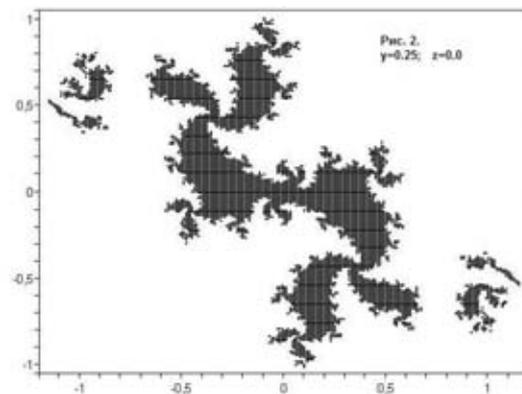
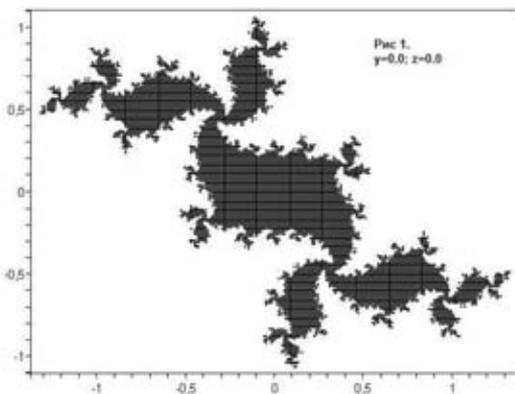
При построении множества MK_f мы изменяем значения G , а начальная точка – это нулевой кватернион. Те значения G , для которых итерации точки $(0, 0, 0, 0)$ при заданном N_{\max} не уходят в бесконечность, принадлежат множеству MK_f .

Проблема визуализации множеств Жюлия и Мандельброта в 4-х мерном пространстве кватернионов может быть решена с помощью проектирования этих множеств либо в пространство трёх, либо в пространство двух измерений. Если в процессе итераций мы зафиксируем какой-либо действительный элемент, например, $z = \text{const}$, то мы получим 3D проекцию четырёхмерного множества Жюлия (или Мандельброта). Если мы зафиксируем в процессе итераций два действительных элемента, например $y = \text{const}_1$ и $z = \text{const}_2$, то мы сможем построить на мониторе двумерную проекцию этих множеств. Очевидно, что при выборе сечений $y=0$, $z=0$ и $G =$

$a+ib$ мы получим стандартное 2D множество Жюлия или «обычное» 2D множество Мандельброта.

Построение проекций 4-х мерных фракталов Жюлия и Мандельброта можно выполнить с помощью различных средств программирования. Например, с помощью программы Maple. Приведём пример листинг на языке пакета Maple 9.0 для построения проекции и полученные с его применением 2D проекции множества Жюлия.

```
restart;
t,x,y,z,a,b,c,d,t1,x1,y1,z1::real;
pp2:={0,0}; Nmax:=30; a:=-0.2: b:=0.75: c:=0.0: d:=0.0:
h:=0.01; N:= 4/h +1: y1:= 0.75: z1:= -0.:
for L from 1 to N do t1:= -2+(L-1)*h:
for i from 1 to N do x1:= -2+(i-1)*h:
m:=0: t:=t1: x:=x1: y:=y1: z:=z1: r2:= t^2+x^2+y^2+z^2:
while (m <= Nmax) and (r2 <= 4) do tp:= t^2-x^2-y^2-z^2+a:
xp:= 2*t*x + b: yp:= 2*t*y + c: zp:= 2*t*z + d:
t:=tp: x:=xp: y:=yp: z:=zp: m:=m+1: r2:= t^2+x^2+y^2+z^2: od;
if (m>= Nmax) then pp2:= pp2 union {[t1,x1]}: fi od od:
pp2:=pp2 minus {[0,0]}:
with(plots): pointplot(pp2,axes=BOXED,symbol=POINT,color=black);
```



Все рисунки получены для $G = -0.2 + i*0.75$; $N_{max} = 30$; все проекции построены для $z=0.0$; на рис. 1 $y=0.0$ – стандартный фрактал Жюлия; на рис. 2 $y=0.25$, на рис. 3 $y=0.5$ и на рис. 4 $y=0.75$.

Трёхмерные проекции будут продемонстрированы во время доклада.

DELPHI: РЕШЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАЧ

Маринин А.А. (МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Abstract. The software lags behind needs(requirements) of manufacture. It constrains use of computer facilities by factory experts. The COMPUTER should become the basic tool of a workplace of activity of the engineer at the decision of the industrial problems(tasks), having replaced with itself a drawing board (culman), a set of various directories and tables, a slide rule (calculator), etc.

Высокая техническая культура современного производства требует обязательной 'электронной' грамотности инженера.

Творчески мыслящий, хорошо подготовленный к работе с электронно-вычислительной машиной инженер – вот кто определяет сегодня развитие производства, внедрение передовых технических идей, прогрессивных технологических решений.

С каждым днем программировать становится все более популярно среди обычных пользователей, что связано с интенсивным развитием информационных технологий.

Программисты всегда старались сделать свою жизнь более легкой, изобретая и совершенствуя технологии программирования, и на этом поприще им удалось одержать ряд действительно крупных побед.

Мечта программистов о среде программирования, в которой бы простота и удобство сочеталось с мощностью и гибкостью, стали реальностью с появлением среды Delphi. Она обеспечила визуальное проектирование пользовательского интерфейса, имела развитый объектно-ориентированный язык Object Pascal (позже переименованный в Delphi) и уникальные по своей простоте и мощи средства доступа к базе данных.

Однако программное обеспечение отстает от потребностей производства. Это сдерживает использование вычислительной техники заводскими специалистами.

ЭВМ должна стать основным инструментом рабочего места деятельности инженера при решении своих производственных задач, заменив собой чертежную доску (кульман), набор различных справочников и таблиц, логарифмической линейки (калькулятора) и т.п.

Разрыв между потребностями производства и возможностями программирования, которых требуется все больше во всех отраслях и сферах деятельности можно преодолеть, только научив инженера программировать свои задачи. Это будет эффективнее, чем программистами осваивать многие другие специальности.

Например, применение ЭВМ могло бы снизить трудоемкость работ по проведению систематической аттестации рабочих мест, но для этого необходимо разработать программы анализа технологических возможностей имеющегося оборудования, экономического обоснования выбора нового оборудования, обработки результатов аттестации.

Разработка технологических процессов является одной из основных обязанностей будущего инженера-технолога. Он должен выполнять следующие основные работы: изучить чертеж детали; установить последовательность операций обработки; разработать маршрутную технологию; вычертить операционные эскизы к технологическому процессу, на которых указать состав переходов и их характеристики, режущий и измерительный инструмент и требования к ним; рассчитать технически

обоснованные нормы времени; задать размеры на обработку; спроектировать приспособления. Однако это требует больших затрат времени и труда. Их можно сократить, если инженер будет делать только то, что он делает лучше ЭВМ, остальное должна делать ЭВМ.

На кафедре технологии металлов и судоремонта разработана компьютерная программа в среде Delphi по разработке технологического процесса обработки деталей на токарно-винторезном станке марки 1К62, наиболее распространенным оборудованием судоремонтных предприятий.

Судоремонт характеризуется индивидуальным типом производства в связи с большой номенклатурой ремонтируемых деталей и, как следствие, отсутствие разработанных типовых технологических процессов.

Процесс разработки технологической документации с помощью ПЭВМ состоит из следующих этапов.

Инженер, изучив чертеж и технические требования к детали, определяет состав установов, переходов, проходов; устанавливает последовательность обработки; задает размеры на обработку; выбирает из предложенных вариантов для каждого перехода режущий инструмент, вид обработки, способ движения рабочих органов; вводит исходные данные в ПЭВМ.

ПЭВМ определяет скорость резания в зависимости от перехода и обрабатываемого материала, рассчитывает частоту вращения шпинделя и осуществляет корректировку, необходимую при выполнении перехода частоты вращения по паспортным данным станка, технологическое время, норму времени и выработки.

Принтер позволяет получить твердую копию технологического документа, в котором указывается последовательность установов, переходов и проходов, выполняемой для каждой обрабатываемой поверхности, их линейные размеры и диаметры.

Документ содержит все основные данные, необходимые для наладки станка: параметры режимов резания, способы движения рабочих органов после завершения обработки поверхности, подачи.

Разработанная программа используется в учебном процессе для выполнения заданий по учебно-технологической практике в курсовом и дипломном проектировании курсантами и студентами механических специальностей.

В условиях массового обучения использование технических средств обучения и, особенно, применение электронно-вычислительной техники помогает на высоком научно-техническом уровне реализовать принципы индивидуального обучения и контроля знаний. Кроме того, использование ЭВМ позволяет улучшить организацию рабочего времени студентов, а преподавателю оперативно получать предварительную информацию о ходе учебного процесса и освобождает время от повторения часто шаблонной работы по контролю знаний.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ПОДДЕРЖКИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕГИОНЕ

Маслобоев А.В. (*Апатиты, ИИММ КНЦ РАН, лаборатория региональных информационных систем, masloboev@iimm.kolasc.net.ru*)

Abstract. In this paper problems of information support of innovations are considered. Information infrastructure for support of innovations development is described. Shared virtual business environment functional architecture for organizing efficient business subjects interreaction is developed.

Целью исследований является разработка научно-методических основ и методологических принципов формирования информационной инфраструктуры поддержки инновационной деятельности, как сложной организационно-технической системы, изучение ее взаимодействия с другими подсистемами социально-экономической сферы, создание методов и средств информационно-аналитической поддержки управления инновационным развитием региона.

Характерной особенностью современного инновационного бизнеса является потребность в новых коммерческих идеях, для воплощения которых на всех этапах жизненного цикла инновационного проекта необходимо информационное и методическое обеспечение [1].

1. *Информационное обеспечение* инновационной деятельности. Для эффективного решения задач, стоящих перед участниками инновационных процессов, они должны располагать необходимыми информационными ресурсами. Эти ресурсы играют роль, своего рода, «сырого материала», из которого путем адекватной переработки можно получать новые данные и знания, необходимые для обоснованного выбора и претворения в жизнь текущих решений по управлению инновационными процессами. К таким базовым информационным ресурсам относятся:

- различные базы данных, содержащие информацию об участниках инновационных процессов и ресурсах инноваций;
- веб-ресурсы инноваций, обеспечивающие удобный гипермедийный дистанционный доступ к данным;
- средства телекоммуникаций, обеспечивающие абстрагирование от территориальной привязки субъектов и ресурсов инноваций.

2. *Методическое обеспечение* инновационной деятельности, представляющее собой арсенал разнообразных методов и средств целенаправленной обработки «сырых» данных. Методическое обеспечение, в основном, составляют методы и средства поддержки принятия решений, а также средства автоматизации отдельных элементов инновационных процессов.

- методы и средства поддержки принятия решений;
- модели и методы прогнозирования;
- методы логистики;
- методы и средства автоматизации различных элементов инновационных процессов (автоматизированный поиск бизнес-партнеров по реализации инновационных проектов, методы интеграции семантически разнородных информационных ресурсов, и т.п.).

Для того, чтобы спланировать проектирование инновации, осуществить информационно-поисковый процесс, направленный на выявление новых научных открытий и разработок, провести экспертизу собранных сведений и превратить её в

необходимую для дальнейших этапов информацию, довести выявленную идею до стадии коммерческого продукта, оценить экономическую эффективность проекта и наладить серийное производство – необходимо создание эффективной и надёжной системы информационной поддержки инновационной деятельности, опирающуюся на развитую информационно-коммуникационную инфраструктуру, обеспечивающую благоприятные условия для создания, развития и внедрения инноваций.

Информационная инфраструктура инновационной деятельности

Одним из важнейших элементов эффективных национальных инновационных систем являются информационные инфраструктуры, которые занимаются накоплением, обработкой, хранением и организацией использования информационных ресурсов. Такие информационные инфраструктуры базируются на современных информационных и телекоммуникационных технологиях.

Работы по развитию и совершенствованию информационной инфраструктуры поддержки инновационной деятельности имеют многоаспектный комплексный характер и ведутся по следующим основным направлениям [2]:

- совершенствование государственной системы научно-технической информации (ГСНТИ) и развитие информационных ресурсов в целях обеспечения эффективной информационной поддержки различных стадий инновационного процесса;
- развитие национальной информационной инфраструктуры и ее информационных ресурсов (информационное обеспечение различных стадий инновационного процесса);
- развитие компьютерных сетей (обеспечение условий доступа участников инновационного процесса к структурированным информационным ресурсам и взаимодействие участников этого процесса);
- развитие высокопроизводительных вычислительных ресурсов (инструмент для разработки высокотехнологичных и наукоемких инновационных проектов);
- разработка и использование современных и перспективных информационных технологий (повышение эффективности работы информационной инфраструктуры, ускорение процессов проектирования наукоемкой техники и высокоэффективных технологических процессов).

Другим важным элементом информационной инфраструктуры поддержки инновационных процессов являются телекоммуникационные технологии и сети, обеспечивающие доступ участников инновационных процессов к информационным ресурсам и оперативное взаимодействие этих участников между собой. Перспективными задачами в этом направлении являются:

- обеспечение высокоскоростного информационного обмена между субъектами инновационной деятельности;
- интеграция с зарубежными специализированными исследовательскими сетями для решения задач высокой сложности;
- повышение эффективности использования высокопроизводительных вычислений и суперкомпьютерных приложений на основе высокоскоростного удаленного доступа к этим ресурсам;
- обеспечение реализации современных исследовательских задач в области метакомпьютинга, распределенных вычислений (создание GRID-сетей).

Реализация этих задач позволит создать телекоммуникационную сеть нового поколения, которая будет служить эффективным инструментом для реализации наукоемких инновационных проектов, а также позволит отечественным ученым и специалистам использовать в своей работе возможности глобальной мировой информационной инфраструктуры.

Информационная инфраструктура поддержки инновационной деятельности, архитектура которой показана на рисунке, включает в себя следующие функциональные подсистемы:

- 1) Государственная система научно-технической информации (ГСНТИ).
- 2) Региональные информационные системы и распределенные системы типа GRID.
- 3) Интернет и современные Интернет-технологии, веб-ресурсы по инновационной тематике, информационно-поисковые службы
- 4) Информационные базы данных и информационные ресурсы по инновационной тематике.
- 5) Аппаратно-программные комплексы автоматизации бизнес-процессов (системы типа BPMS – Business Process Management Systems).
- 6) Электронный документооборот (системы типа EDMS – Electronic Documentation Management Systems).
- 7) Электронная коммерция, система типа B2B и B2C, корпоративные информационные системы (системы типа CRM и SCM).
- 8) Информационно-аналитические системы (OLAP-системы) и системы поддержки принятия решений (DSS-системы).

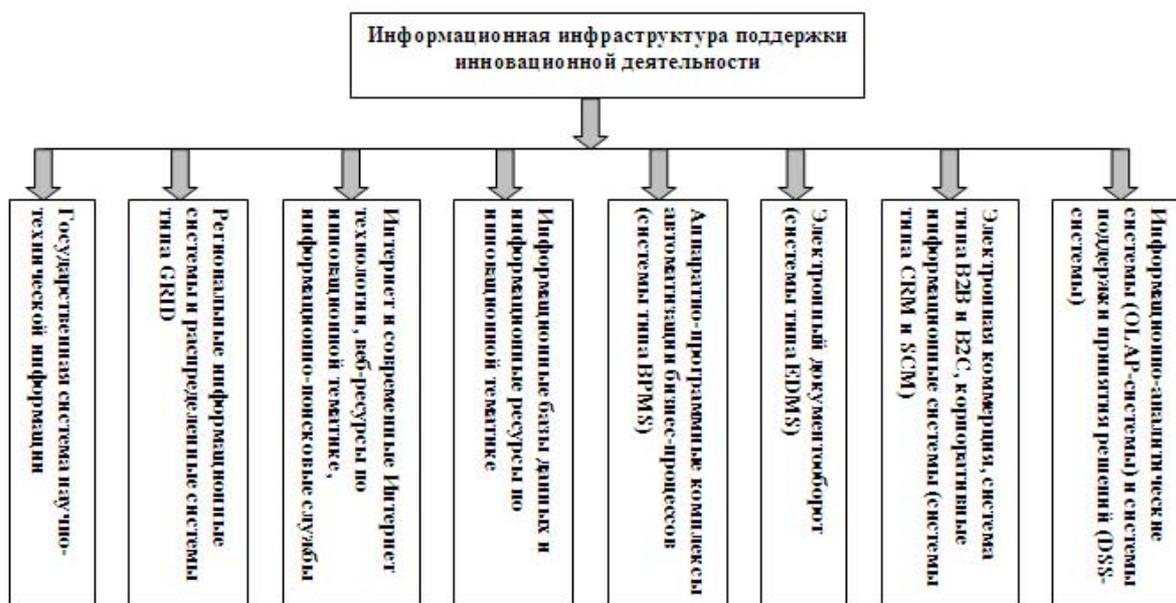


Рис. Информационная инфраструктура поддержки инновационной деятельности

Инновационно-ориентированные Интернет-ресурсы

Проведен анализ характеристик порталов инвестиционной и инновационной тематики российского и зарубежного сегментов сети Интернет [3], а также отечественного и зарубежного опыта создания инновационно-ориентированных Интернет-ресурсов как одного из подходов информационной поддержки инновационного развития. В настоящее время создано большое количество ресурсов, обеспечивающих информационную поддержку инноваций в том или ином аспекте, например [4]. Большинство ресурсов реализовано в виде специализированных Web-ресурсов в сети Интернет, чаще всего – информационных порталов по инновационной и инвестиционной тематике, в общем случае не связанных между собой, но имеющих схожую структуру представления бизнес-предложений субъектов инноваций, что в свою очередь позволяет говорить о необходимости разработки системы интеграции распределенных информационных ресурсов инноваций [5].

Недостатки существующих систем информационной поддержки инноваций

Основными недостатками существующих проблемно-ориентированных программных систем поддержки инновационной деятельности в соответствии с [2] являются:

- отсутствие возможности автоматизированного поиска потенциальных бизнес-партнеров в виртуальной бизнес-среде;
- отсутствие средств и методов формирования инновационных бизнес-структур;
- отсутствие средств и методов прогнозирования сценариев развития инновационных бизнес-проектов и автоматизации построения генеральных бизнес-планов;
- отсутствие средств и методов интеграции территориально-распределенных разнородных информационных ресурсов для создания единого коммуникационно-информационного бизнес-пространства.

Заключение

Информационная поддержка инноваций заключается не столько в создании информационных ресурсов, как таковых, сколько в обеспечении благоприятной информационной среды (инфраструктуры) для их развития. Компонентами такой среды являются, во-первых, открытый, расширяемый и доступный широкому кругу субъектов инновационной деятельности пул информационных ресурсов инноваций, во-вторых – методы и программно-технические средства полной или частичной автоматизированной обработки этих ресурсов.

В работе рассмотрена специфика задачи информационного обеспечения инноваций. Описана информационная инфраструктура поддержки инновационной деятельности. Разработана информационная и функциональная структура единого информационно-коммуникационного пространства для поддержки инновационной деятельности в регионе и взаимодействия участников инновационных процессов.

Работа поддержана грантом Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) № 08-07-00301-а «Разработка информационной технологии и распределенной информационно-аналитической среды поддержки инновационной деятельности».

Список литературы:

- 1) Путилов В.А., Шишаев М.Г., Маслобоев А.В. Специфика и структура задачи информационной поддержки инноваций // Качество. Инновации. Образование.– 2008. – №5.- С. 66-72.
- 2) Нечипоренко В.П. Информационное обеспечение инновационной деятельности.- Режим доступа: <http://masters.donntu.edu.ua/2008/fem/selivra/library/article06.htm>
- 3) Маслобоев А.В., Шишаев М.Г. Состояние, проблемы и перспективы развития информационных ресурсов по инновационной тематике в сети Интернет // Инновации.– 2008. – №7(117) – С. 97-100.
- 4) International system of support of innovations (ISSI). – Режим доступа: <http://www.iissi.ru/>
- 5) Маслобоев, А.В., Шишаев М.Г. Мультиагентная система интеграции распределенных информационных ресурсов инноваций // Программные продукты и системы.– 2007. – №4(92) – С. 30-32.

ПОСТРОЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-СЕТЕВОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СИСТЕМЫ

Найзабаева Л. (Алматы, Казахстано-Британский технический университет, кафедра вычислительной техники и программного обеспечения, naizabayeva@mail.ru)

Abstract. In this paper we consider example of a railway network in case of a spatial networks. All questions of organized database management are included: starting with a number of typical queries, creation of data models, a graphical query language and indexing.

В данной работе рассматривается пример железнодорожной сети в смысле пространственных сетей. Рассмотрены все соответствующие вопросы управления организованным хранилищем данных: начиная с ряда типичных запросов, создание моделей данных, графический язык запросов и индексирование.

Сегодня, в эпоху разгара информационной революции, данные движущие этим управляемым переворотом непрерывно накапливаются многочисленными датчиками и устройствами сбора данных. Снимки с искусственных спутников – пример пространственных данных. Чтобы прочитать информацию с такого снимка, нужно обработать данные с учетом пространственной системы координат, которой, возможно, является поверхность Земли. Запросы, или команды, составляемые в отношении пространственных данных, называются пространственными запросами (1). К примеру, запрос «Как называются все железнодорожные станции Казахстана?» является примером непространственного запроса. Ну а запрос «Как называются все железнодорожные станции в радиусе 10000 километров от города Алматы?» - это пример пространственного запроса.

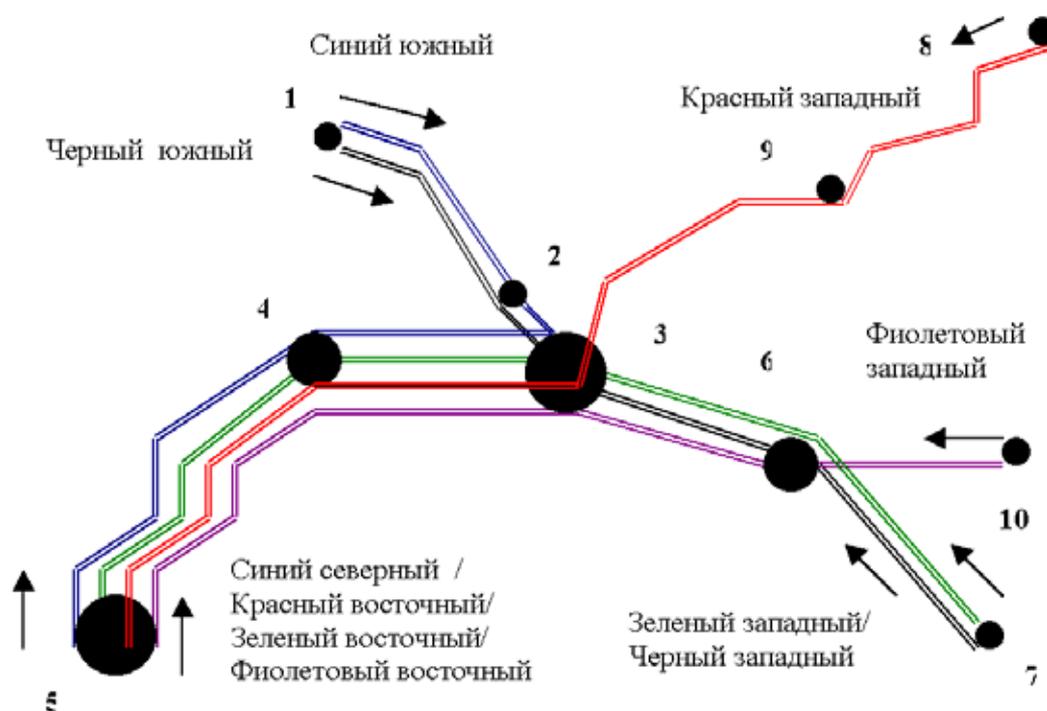


Рисунок 1. Пример упрощенной карты железнодорожной сети

Пространственно-сетевая база данных

Рассмотрим простейший пример железнодорожной системы (см.рис.1), обслуживающей город А и прилегающую к А территорию. Пять линий и десять маршрутов (по одному в каждом направлении) проходят по множеству городских районов пригородных поселений. Все линии сходятся в центре города А, затем расходятся в противоположных направлениях.

Для моделирования пространственно-сетевых приложений выберем повсеместно используемый *графовый* абстрактный тип данных. В рамках теории графов можно точно выразить самое важное понятие пространственных сетей, а именно связность объектов. Графовые абстрактные типы данных можно встраивать в логические модели, например в объектно-реляционную модель, модель на основе Transact-SQL и т.д. С целью упрощения диаграмм в концептуальных моделях.

Логическая модель данных

Основные понятия теории графов

Граф $G=(V,E)$ состоит из конечного множества *вершин* V и множества ребер E , соединяющих вершины из V . Таким образом, множество ребер E представляет собой бинарное отношение, заданное на множестве V . Если пара вершин, образующих набор ребер, упорядочена, то граф называется *ориентированным*, иначе - *неориентированным*. О вершинах и ребрах иногда соответственно говорят как об узлах и связях. Первый элемент упорядоченной пары вершин иногда называют *предшествующим элементом*, или *источником*. А второй элемент – *последующим элементом*, или *приемником*, или *стоком*.

В примере сети АВ1 узлами являются железнодорожные станции, а связи представляют прямые соединения между ними. Узлы не обязательно должны быть точками. В речной сети узлами возможного графа являются реки (а не конечные точки), и если одна река впадает в другую, то это отношение между ними представляется при помощи связи. Для разных приложений могут подходить другие графовые представления речной сети. В зависимости от приложения моделью системы АВ1 может быть ориентированный, так и неориентированный граф, в то же время речная сеть наиболее естественным образом представляется в виде ориентированного графа.

Иногда с целью кодирования дополнительной информации узлы и связи графа снабжаются *метками* и *весами*. Например, в узлах системы железных дорог могут указываться название, географические координаты или то и другое, а весами ребер могут служить расстояния между станциями. Два ребра называются *смежными*, если они имеют общий узел. Последовательность смежных ребер образует *путь*. Например, последовательность $(v_0, v_1), (v_1, v_2), \dots, (v_{n-2}, v_{n-1}), (v_{n-1}, v_n)$ образует путь потому, что каждое ребро имеет общий узел с предыдущим и последующим узлами. Если конечные точки v_0 и v_n совпадают, то путь именуется *циклом*. В речной сети циклы отсутствуют, а железнодорожная поездка в оба конца образует цикл.

Основные операции на графах, приложения, для моделирования которых применяются графы, имеется множество общих операций, высокоуровневая объектно-ориентированная форма записи, расширяющая графовую модель подробно рассмотрены в (2). Здесь не приводим элементарную терминологию объектно-ориентированных языков и синтаксис языка Java. Подробное описание интерфейсных средств Java для работы с важнейшими классами графов приводится в (1). В зависимости от характера приложения и структуры хранения графа, каждая из этих операций может быть реализована неединственным образом.

Некоторые системы включают дополнительные типы данных, например маршрут или путь (2),(3). Путь – это последовательность, начинающаяся в одном узле и заканчивающаяся в другом. Он включает в себя другие узлы и ребра в порядке обхода. Маршруты в примере A-Z представляют собой пути. Операция перезаписи *rewrite*, выполняемая над путями, принимает в качестве параметра набор преобразований подмножеств узлов и ребер, которые служат для получения другого пути. Например, *rewrite* (ребро \rightarrow , путь P) удалит все ребра из P. Операция вычисления пути учитывает какое-либо свойство (например, длину ребра) узлов и ребер, образующих путь, и возвращает скалярное значение (например, число).

Физические модели данных

Классы *Graph*, *Vertex*, *Edge* (1) не исчерпывают всех возможных классов, однако являются теми основными, которые необходимы во многих графовых алгоритмах (например, при расчете связности, кратчайшего пути и т.д.). Множества абстрактных типов данных для моделирования пространственных сетей еще не определены. *Матрица смежности* и *список смежных вершин* – это две хорошо известные структуры данных, предназначенные для реализации графов в оперативной памяти. Строки и столбцы матрицы смежности графа представляют его вершины. Элемент матрицы может быть равен либо 1, либо 0, в зависимости от того, существует ли ребро между двумя вершинами. Если граф является неориентированным, то получаемая в результате матрица оказывается симметричной. Матрица смежности эффективно отвечает на вопрос о существовании ребра (u,v) в графе G.

Список смежных вершин эффективен при обработке запросов, включающих перечисление вершин графа, например, в случае поиска всех соседних вершин узла *v*. Структура данных типа «список смежных вершин» - это массив указателей.

В примере пространственных сетей AB1 информация объединена в три отношения. Первое отношение *Stop* (Остановки) имеет два атрибута: *stopid* и *name*. Они соответствуют идентификатору и названию остановки. Во втором отношении *DirectedRoute* (Маршруты с направлениями) содержатся два атрибута: *number* (номер) и *name* (название) маршрута. Отношение *RouteStop* (Остановки на маршрутах) системы AB1. Атрибуты последнего отношения соответствуют номеру маршрута (*routenumber*), идентификатору остановки (*stopid*) и ее положению на маршруте (*rank*).

В примере A- Z все пути, соответствующие маршрутам различных поездов, материализуются в отношении *RouteStop*.

Применение языка запросов

Одной из таких важных графовых операций является отыскание всех узлов, из которых доступен данный узел. Языки запросов на основе реляционной алгебры не позволяют выразить некоторые важные запросы к графам без определенных допущений относительно самих графов.

Важной операцией над графом является определение его транзитивного замыкания. Транзитивным замыканием G^* графа $G(V,E)$ называется граф с тем же множеством вершин V , что и G , множество ребер которого состоит из всех путей в G . Например, G^* содержит ребро (1,3) постольку, поскольку из узла 1 исходного графа G можно перейти в узел 3.

Здесь приведены 2 примера из множества организованных запросов к системе AB1:

1. Перечислить номера маршрутов, соединяющих Алматы и Астану.

```
SELECT R1.routenumber FROM RouteStop R1, RouteStop R2, Stop S1, Stop S2
WHERE R1.routenumber = R2.routenumber AND
R1.stopid = S1.stopid AND
R2.stopid = S2.stopid AND
S1.name = 'Алматы' AND S2.name = 'Астана'
```

Примечания. Сначала выполним соединение отношение *RouteStop* с ним самим. Такая операция называется самосоединением (self-join). Затем по обе стороны результата самосоединения присоединим отношения *Stop*.

2. Составить список всех остановок, куда можно доехать из Астаны без пересадки на другие линии.

```
SELECT Distinct(S2.name) FROM RouteStop R1, RouteStop R2, Stop S1, Stop S2
WHERE R1.routenumber = R2.routenumber AND
R1.stopid = S1.stopid AND
R2.stopid = S2.stopid AND
S1.name = 'Астана' AND R1.stopid <> R2.stopid
```

Примечания. Таблица *RouteStop* подвергается самосоединению по атрибуту *routenumber*. Таблицы *Stop* присоединяются к обоим концам «самосоединенной» таблицы маршрутов.

В данной работе полученные результаты позволяют решать задачу моделирования дорожных карт с помощью обычной графовой модели, содержащей узлы и ребра. Вероятная модель может включать узлы, обозначающие пересечения дорог, а также ребра – участки между пересечениями. Моделирование ограничений поворота (например, «поворот налево запрещен»), к сожалению, в этом смысле затруднительно. Алгоритм расчета маршрута учитывает все соседние элементы узла и оказывается не в состоянии принять во внимание ограничение поворота. Одним из путей решения этой проблемы является добавление к узлам и ребрам необходимых атрибутов и с учетом этого модификация алгоритма расчета маршрута. Другим способом является такое описание узлов и ребер, при котором ограничения поворота моделируются в рамках семантики графа, а маршрутные алгоритмы остаются без изменений.

Пространственно-сетевые базы данных (ПСБД, *англ.* SNDB, *spatial network databases*) – важная составляющая пространственных БД. Они образуют ядро многих важных приложений, включая планирование перевозок, управление воздушным движением, водные, электрические и газовые коммунальные службы, телефонные сети, градостроительное проектирование, речной транспорт и др.

Список литературы:

- 1) Ш.Шекхар, С.Чаула. Основы пространственных баз данных./ Пер.с англ. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004.-336с.
- 2) Baley, D. Java structures. WCB McGraw-Hill.1998.
- 3) Смехов А.А., Зудилин Н.А., Николаева Т.А., Николашин В.М. Развитие автоматизированной системы управления грузовой станции. М.:Транспорт, 1996, 144с.
- 4) Маллинс Крейг С. Администрирование баз данных. Полное справочное руководство по методам и процедурам. Пер. с англ. КУДИЦ-ОБРАЗ 2003,752с.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ MICROSOFT SQL SERVER

Нугуманов Н.И. (Алматы, Международная академия бизнеса, кафедра информационных технологий, nugumanov@gmail.com)

Abstract. This work is devoted to develop software application that meets the challenges of transport logistics. Journal of applications developed module is designed for logistics operations to an application within courier service delivery, the Journal of applications allows automating records of all declarations, their sorting and data analysis. For simulation systems are used blueprints and diagrams of building Microsoft Office Visio 2007, to implement the database are used MS SQL Server tools, the client portion of the project was developed in an environment Borland Delphi.

Задача логистики состоит в том, чтобы организовать такое размещение источников сырья, незавершенного производства, запасов готовой продукции, чтобы издержки всего цикла производства и поставки готового продукта конечному потребителю были минимальными. Логистику используют ради получения конкретных конкурентных преимуществ, в первую очередь за счет качества обслуживания клиента. В частности, информационное обеспечение логистики означает также и постоянное отслеживание в режиме реального времени процесса обслуживания клиента с целью выявления и устранения недостатков прежде, чем они появятся при обслуживании клиента. Логистика - это оптимальное управление товарно-материальными потоками, следуемыми от поставщика до потребителя и связанными с ними информационными, финансовыми и сервисными потоками на основе системного подхода с целью сокращения времени и издержек в цепи поставок товаров.

В основе процесса управления материальными потоками лежит обработка информации, циркулирующей в логистических системах. В связи с этим одним из ключевых понятий логистики является понятие информационного потока. Количество телефонных звонков, связанных с поступлением товаров в сутки; количество требующих обработки накладных, поступающих с товаром в неделю; количество информации о проходящем через складской участок потоке грузов, поступающей на компьютер участка в единицу времени - все это информационные потоки, от рациональности управления которыми напрямую зависит эффективность управления материальными потоками (1,2).

В данной статье приводятся результаты разработки программного приложения, решающего задачи транспортной логистики с использованием средств Microsoft SQL Server (3,4) и среды программирования Borland Delphi. Разработанный модуль Журнал заявок предназначен для проведения логистических операций по поступившим заявкам внутри курьерской службы доставки. Журнал заявок позволяет автоматизировать учет всех заявок, их сортировку и анализ данных.

Для моделирования системы используется программа построения чертежей и диаграмм Microsoft Office Visio 2007. Для реализации базы данных использованы инструментальные средства MS SQL Server. Клиентская часть проекта разрабатывалась в среде Borland Delphi.

Применение модульного программирования

Для систем логистики в целом характерно модульное программирование соответственно их функциональности. Модульное программирование - метод

разработки программ, предполагающий разбиение программы на независимые модули. Модуль - это отдельная функционально-законченная программная единица, которая оформляется стандартным образом по отношению к компилятору и по отношению к другим модулям. Считается, что оптимальный по размерам модуль целиком помещается на экране дисплея.

Основные концепции модульного программирования:

- каждый модуль реализует единственную независимую функцию;
- каждый модуль имеет единственную точку входа и выхода;
- размер модуля по возможности должен быть минимизирован;
- каждый модуль может быть разработан и закодирован различными членами бригады программистов и может быть отдельно протестирован;
- вся система построена из модулей;
- каждый модуль не зависит от того, как реализованы другие модули.

Пользователи системы делятся на 3 группы в зависимости от их обязанностей и прав доступа к ресурсам системы. Пользователями являются:

- администраторы – привилегированная группа пользователей, обладающая правами доступа ко всем ресурсам. Администраторы осуществляют разграничение прав пользователей путём распределения пользователей по существующим группам
- классификаторы – группа пользователей, обладающих правами доступа на ввод-корректировку данных, поиск данных и расчет отчётов. Классификаторами являются ответственные сотрудники со стороны руководства, а также бухгалтерия. Классификаторы будут осуществлять классификацию полученных данных и распределение объёма работ по исполнителям.
- исполнители – группа пользователей, обладающих правами доступа на ввод-корректировку данных и поиск. Исполнителями являются логисты, которые осуществляют ввод данных по пришедшим заявкам в систему.

Для модуля Журнал заявок характерной особенностью является то, что он разработан специально для логистов, т.е. для исполнителей, которые обладают правами осуществления всех операций в данном модуле (5). Они создают заявки, сортируют на маршрут, передают курьеру, отслеживают их статусы, могут осуществлять поиск, просматривать информацию о компаниях.

Для разрабатываемой системы база данных спроектирована с использованием средств MS SQL SERVER, построена на восьми таблицах: *Account* содержит информацию о компании по лицевому счету, *Courier* - информацию о маршруте, *DT_Declaration* - данные о заявках, *DT_DeclareEvents* - коды событий при работе с заявками, *DT_DeclareStatus* содержит информацию о возможных статусах заявки. *DT_DeclareEventScheme* определяет схему событий при работе с заявками. Существует статус заявки *BeforeStatus*, который был до осуществления какой-либо операции. После совершения операции над заявкой (операцию определяет код события *EventCode*), статус заявки меняется на *AfterStatus*. *DT_Associative* – содержит данные о компании по их ассоциативным словам. Ассоциативные слова применяются для автоматизации ввода данных – логист вводит ассоциативное слово и один раз заполняет все поля, содержащие информацию о компании (имя компании, лицевой счет, адрес, телефон, контактное лицо, время работы, время обеда, комментарии). Вся информация сохраняется в этой таблице. В следующий раз при вводе ассоциативного слова система находит его в таблице и автоматически выдает все данные о компании. Разработана диаграмма связей (4) таблиц базы данных, изображенная на рисунке 1.

Пользовательский интерфейс (GUI) – это система правил и средств, регламентирующая и обеспечивающая взаимодействие программы с пользователем.

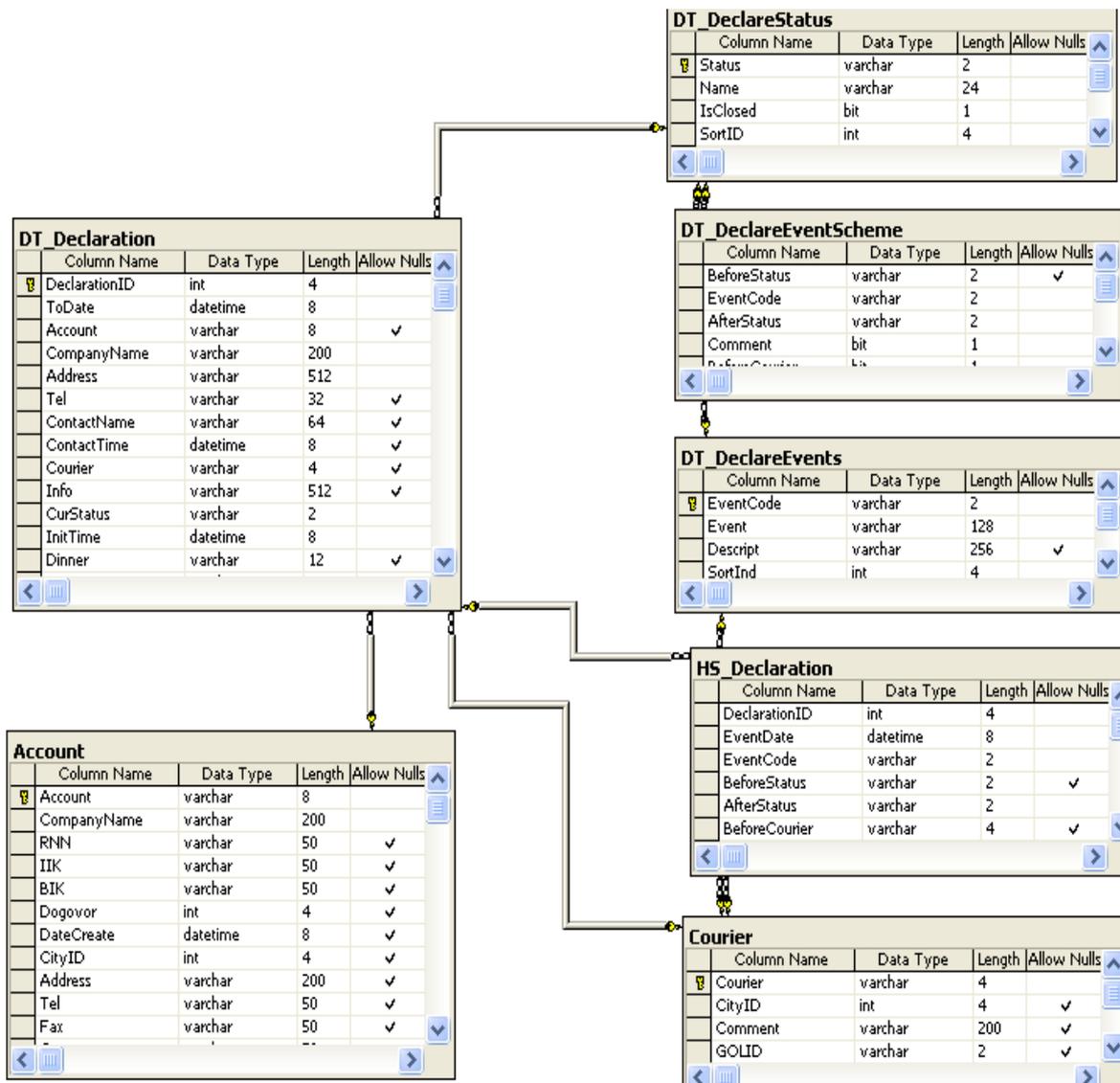


Рисунок 1 – Диаграмма базы данных в MS SQL Server

Описание GUI-окон

Модуль Журнал Заявок содержит одно главное окно и три вспомогательных. С помощью элементов управления на главной форме Журнала заявок можно осуществить все необходимые функции, при необходимости будут вызываться вспомогательные формы. В момент старта программы на экране появляется окно для авторизации пользователя в системе. После успешной авторизации на экран выводится главное окно Журнала Заявок, где можно осуществлять все необходимые операции с заявками.

Модуль Журнал заявок является программно-законченной единицей. Для упрощения и демонстрации результатов создан исполняемый exe-файл, позволяющий проверить и протестировать корректность работы модуля. Заметим, что в системе доступ к нему осуществляется другим способом – из Корпоративного клиента приложения, что является отдельной задачей. На рисунке 2 показано основное окно Журнала заявок.

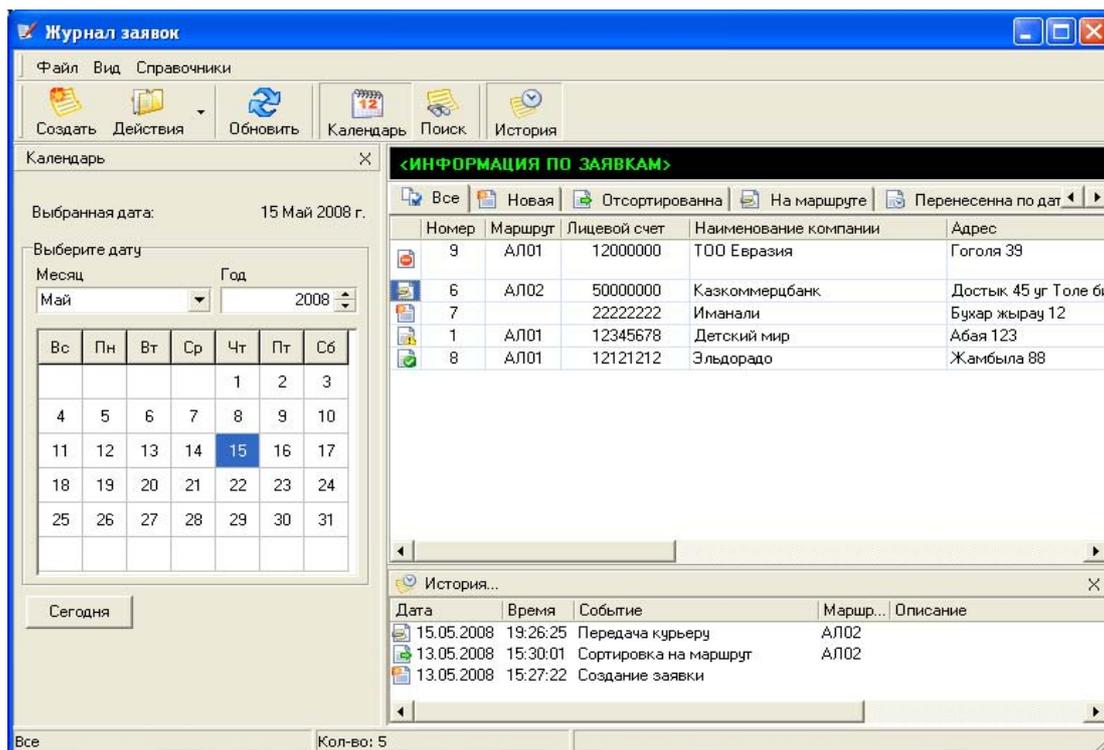


Рисунок 2 – Окно журнала заявок

В работе проведены: анализ необходимых требований на этапе проектирования, обоснование средств разработки, определена методология решения задачи; физическое и логическое проектирование базы данных (3), а также проектирование пользовательского интерфейса; получены результаты работы приложения, тестирование и описание работы с Журналом заявок; анализ и оценка экономической эффективности приложения, расчет затрат на разработку.

Разработанный модуль Журнал заявок позволяет: автоматизировать учет заявок клиентов на различные виды перевозки, производить сортировку заявок и анализ данных, оказывать качественное обслуживание клиентов. Журнал заявок приспособлен к специфике проведения логистических операций по поступившим заявкам внутри курьерской службы доставки, внедрен и используется в настоящее время.

Список литературы:

- 1) Курганов В.М. Логистика. Управление автомобильными перевозками. Практический опыт.- М.: Книжный мир. 2007.-448с.
- 2) Модели и методы теории логистики: Учебное пособие. 2-е изд./ Под ред. В.С.Лукинского.- СПб: Питер, 2007.-448с.
- 3) Брост Эндрю Дж., Форте Стивен. Разработка приложений на основе Microsoft SQL Server 2005. Мастер-класс./ Пер.с англ.-М.: Издательство «Русская Редакция», 2007.-880 с.
- 4) Конноли Томас, Бегг Каролин Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика = Database systems. A Practical Approach to Design,Implementation,and Management; Пер.с англ.3-е изд. - М. : Вильямс, 2003.
- 5) Информационный портал Adviss Logistic. url: <http://www.adviss.ru>

СРАВНЕНИЕ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ КРИТЕРИЕВ АУДИО СИГНАЛА С ЕГО КОПИЕЙ ВОССТАНОВЛЕННОЙ ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ К НЕМУ АЛГОРИТМА КОДИРОВАНИЯ АУДИО ВОЛНЫ С ПОТЕРЯМИ

Жарких А.А., Павлов И.А. (*Мурманск, МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ,*
zharkihaa@mstu.edu.ru, ilya.pavlov@list.ru)

Abstract. The purpose of this work is the quantitative assessment of changes in the audio signal after using the algorithm of audio wave coding (AAWC). In this work the algorithms of audio wave coding and reverse recovery on the base of AAWC are shortly stated. After that the algorithm of recognition based on the parameters of audio wave code is described. Further the results of comparison of audio signals with audio signals transformed by the algorithms of coding and restoration on the base of AAWC are presented.

Введение.

Цель работы – количественная оценка изменений в аудио сигнале после использования алгоритма кодирования аудио волны (АКАВ).

В работах [3, 6] был предложен алгоритм кодирования речевой волны (АКРВ). Авторы алгоритма утверждали, что восстановленный после кодирования речевой сигнал имеет приемлемую разборчивость при прослушивании. Мы использовали данный алгоритм в системе распознавания изолированных слов русского языка для формирования признаков. Тестирование различных вариантов алгоритма показало изменение разборчивости анализируемого сигнала в широком диапазоне. Результаты распознавания кодированных фрагментов давали также различную точность распознавания. Эти результаты потребовали от нас более тщательного математического анализа АКРВ. В силу того, что мы стали применять этот алгоритм к различным аудио сигналам, мы перешли от авторского названия алгоритма кодирования речевой волны к АКАВ.

В данной работе коротко излагаются алгоритмы кодирования аудио сигнала и обратного восстановления на основе АКАВ. После этого описывается алгоритм распознавания [2, 4] основанный на параметрах кода аудио волны. Далее приведены результаты сравнения аудио сигналов с аудио сигналами преобразованными алгоритмами кодирования и восстановления на основе АКАВ. Сравнение проводится во временной, частотной и частотно-временной областях.

Формирование информативных признаков на основе АКАВ.

Под признаком понимается некий параметр исходного сигнала, отражающий свойство, важное для распознавания. Выделять информативные признаки аудио сигнала можно как во временной, так и в частотной области. Для получения признаков, описывающих аудио волну, применялся алгоритм кодирования аудио волны (АКАВ), использующий временное представление аудио сигнала. АКАВ осуществляет поиск глобальных экстремумов на интервалах постоянного знака аудио волны. Исходной информацией для алгоритма является массив дискретных значений аудио сигнала $x = (x_0, x_1, \dots, x_n, \dots, x_{L-1})$ и количество отсчетов L в этом массиве. На выходе алгоритм формирует два результирующих вектора: вектор модулей ординат глобальных экстремумов $y = (y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_J)$, где $y_j = \max |x_n|$ на j -ом интервале постоянного знака аудио волны; вектор разностей абсцисс соседних глобальных экстремумов

$t = (t_1, t_2, \dots, t_j, \dots, t_J)$, где $t_j = \arg y_j - \arg y_{j-1}$ (величины t_j выражаются в количестве шагов дискретизации кодируемого аудио сигнала). Совокупность двух указанных векторов является компактным описанием аудио волны, которая может быть восстановлена по правилу [6]:

$$\hat{x}_n = \frac{(-1)^{j-1} \cdot y_{j-1} + (-1)^j \cdot y_j}{2} + (-1)^{j-1} \cdot \frac{y_{j-1} + y_j}{2} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{t_j} \cdot i\right), \quad (1)$$

где $i = 1..t_j, j = 1..J$. Таким образом, для каждого аудио сигнала получается вектор информативных признаков: $(y_1, y_2, \dots, y_J, t_1, t_2, \dots, t_J)$, состоящий из $2J$ компонент. Эти признаки в дальнейшем используются при распознавании сигналов. АКAB применялся совместно с низкочастотной Фурье-фильтрацией [1], что позволило гибко управлять размером вектора информативных признаков.

Алгоритм распознавания аудио сигнала на основе АКAB признаков.

Для распознавания аудио сигналов использовался метод сравнения с эталонами с последующим нахождением степени сходства с эталонами. Степень сходства между аудио записями и эталонами рассчитывалась на основе алгоритма динамического программирования [5].

На вход алгоритма подавались входной и эталонный векторы информативных признаков: $(y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_M, t_1, t_2, \dots, t_i, \dots, t_M)$, $(Y_1, Y_2, \dots, Y_j, \dots, Y_N, T_1, T_2, \dots, T_j, \dots, T_N)$. Алгоритм дает возможность найти функции f_y и f_Y , позволяющие для любого элемента входного вектора признаков найти соответствующий ему элемент эталонного вектора признаков. На основе данного алгоритма определялась степень сходства входного и эталонного векторов признаков.

Степень сходства между парами (y_i, t_i) и (Y_j, T_j) рассчитывалась по формуле:

$$R_{i,j} = \left(\frac{\min\{y_i, Y_j\}}{\max\{y_i, Y_j\}} \cdot \omega_1 + \frac{\min\{t_i, T_j\}}{\max\{t_i, T_j\}} \cdot \omega_2 \right) / (\omega_1 + \omega_2), \quad (2)$$

где $i = 1, \dots, M, j = 1, \dots, N$; ω_1, ω_2 - весовые коэффициенты, $\omega_1 + \omega_2 = 1$.

Алгоритм распознавания показал различную степень правильного распознавания изолированных слов русского текста. Если использовались дополнительные фильтры, то степень распознавания изменялась от 50 до 97 процентов. При кодировании АКAB как правило разборчивость аудио сигнала ухудшалась. Однако прямой корреляции между ухудшением качества распознавания и ухудшением разборчивости при прослушивании не наблюдалось. То есть были варианты приемлемые при прослушивании и хорошие по распознаванию, но были и варианты плохие при прослушивании и хорошие при распознавании. Это и привело авторов к необходимости тщательного математического анализа результатов применения АКAB.

Сравнение исходного сигнала и восстановленного после АКAB.

Для различных вариантов аудио сигналов были проведены сравнения исходных записей с записями, восстановленными после АКAB. Сравнения проводились во временной, в частотной и в частотно-временной областях. Рассматривались три варианта образцов: фрагменты записей речевых сигналов фиксированного говорящего, фрагменты записей классической музыки, фрагменты записей современной музыки. Для визуализации речи использовалась спектрограмма на основе кратковременного

преобразования Фурье. Спектрограмма представляет характеристики речи в координатах «время – частота – амплитуда». Обозначим значения амплитуд спектрограммы как $A[t][f]$, где t – координата по времени, f – координата по частоте. Значения амплитуд $A[t][f]$ получались из дискретного преобразования Фурье от исходного сигнала следующим образом:

$$A[t][f] = 20 \cdot \log_{10}(\sqrt{FFT[f].Im^2 + FFT[f].Re^2}), \quad (3)$$

где t -время, $t \in [0, T]$, T -длительность сигнала; FFT -вектор, полученный в результате обработки сигнала быстрым преобразованием Фурье, f -частота, $f \in [0, f_s / 2]$, f_s -частота дискретизации сигнала.

Для удобства сравнения исходного сигнала и восстановленного после АКАВ строилось изображение разности спектрограмм этих сигналов. Для амплитуд спектрограмм $A_1[t][f]$ и $A_2[t][f]$ изображение разности строилось с использованием формулы:

$$A_3[t][f] = |A_1[t][f] - A_2[t][f]|, \quad t \in [0, T], \quad f \in [0, f_s / 2]. \quad (4)$$

Несколько характерных примеров спектрограмм приведены на рис.1-3. На всех рисунках: график (а) – исходный сигнал, график (б) – спектрограмма исходного сигнала, график (в) – спектрограмма сигнала восстановленного после АКАВ, график (г) – разность спектрограмм исходного сигнала и восстановленного после АКАВ.

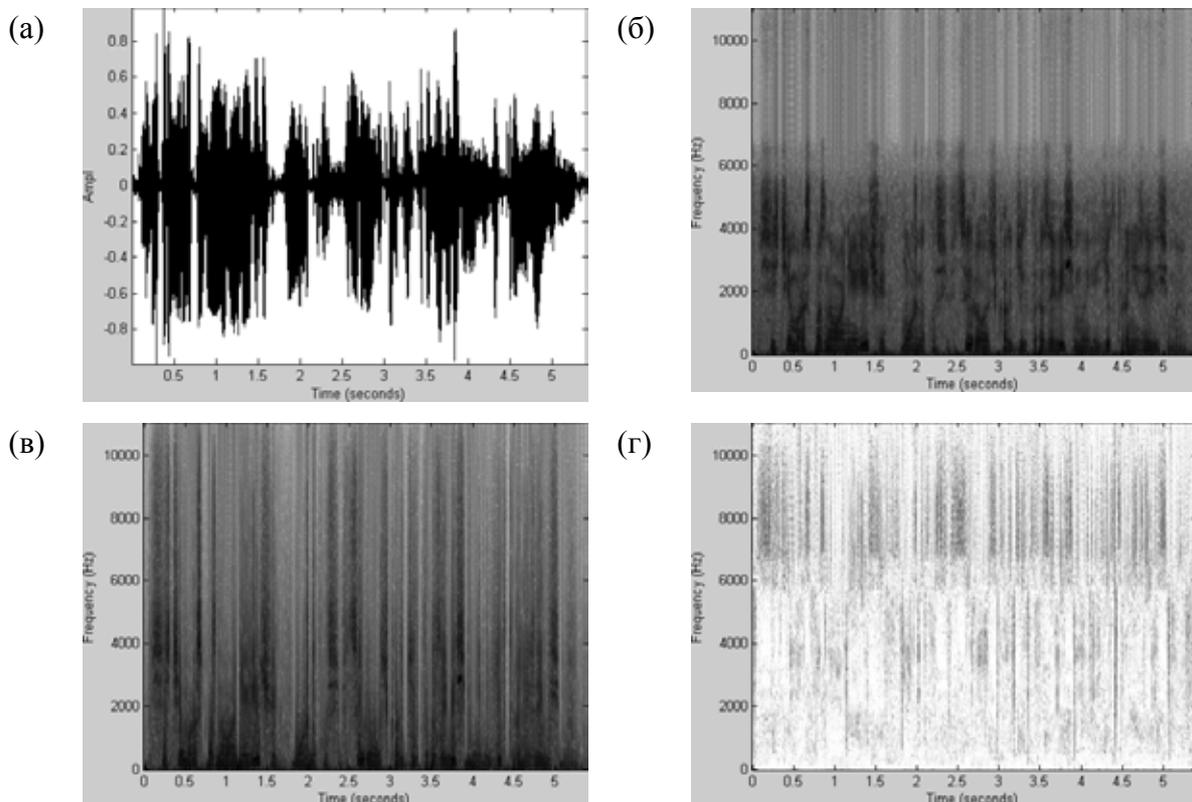


Рис.1. Фрагмент речевого сигнала, соответствующий фразе, произнесенной одним из авторов

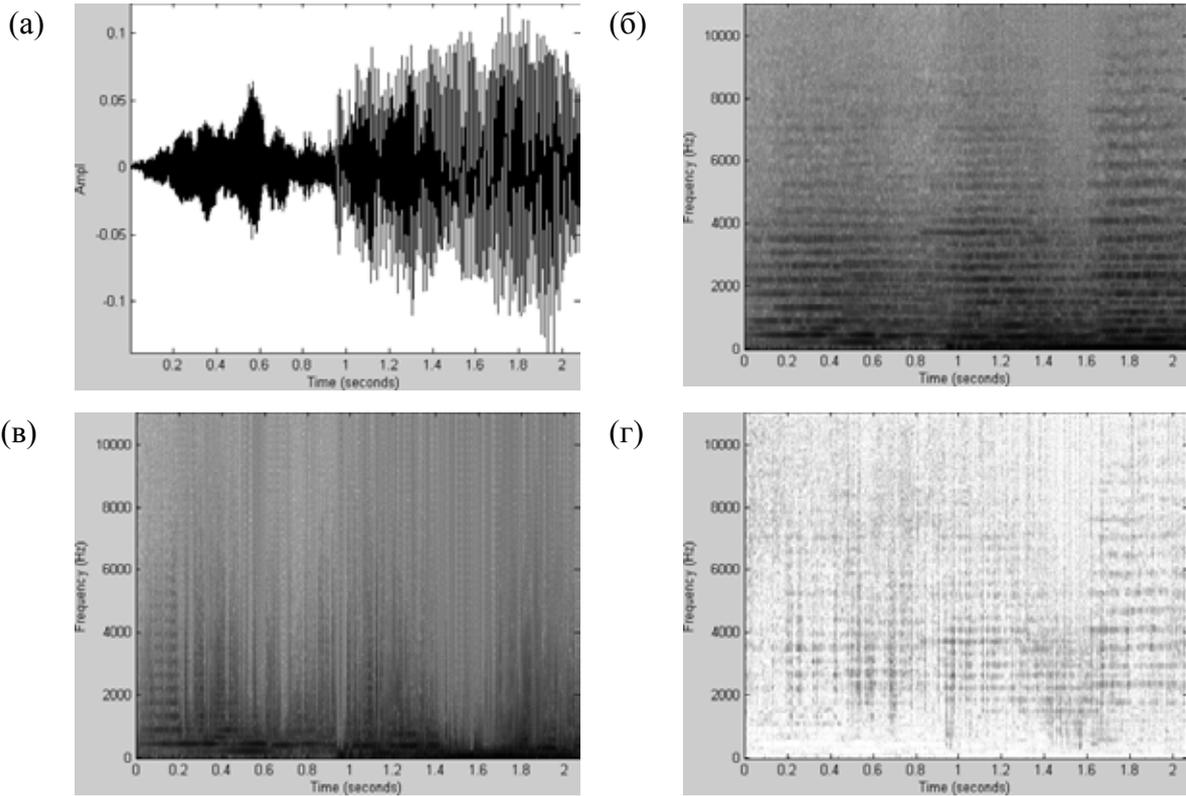


Рис.2. Фрагмент классической музыки, соответствующий музыкальному произведению «Менуэт», композитор Вольфганг Амадей Моцарт

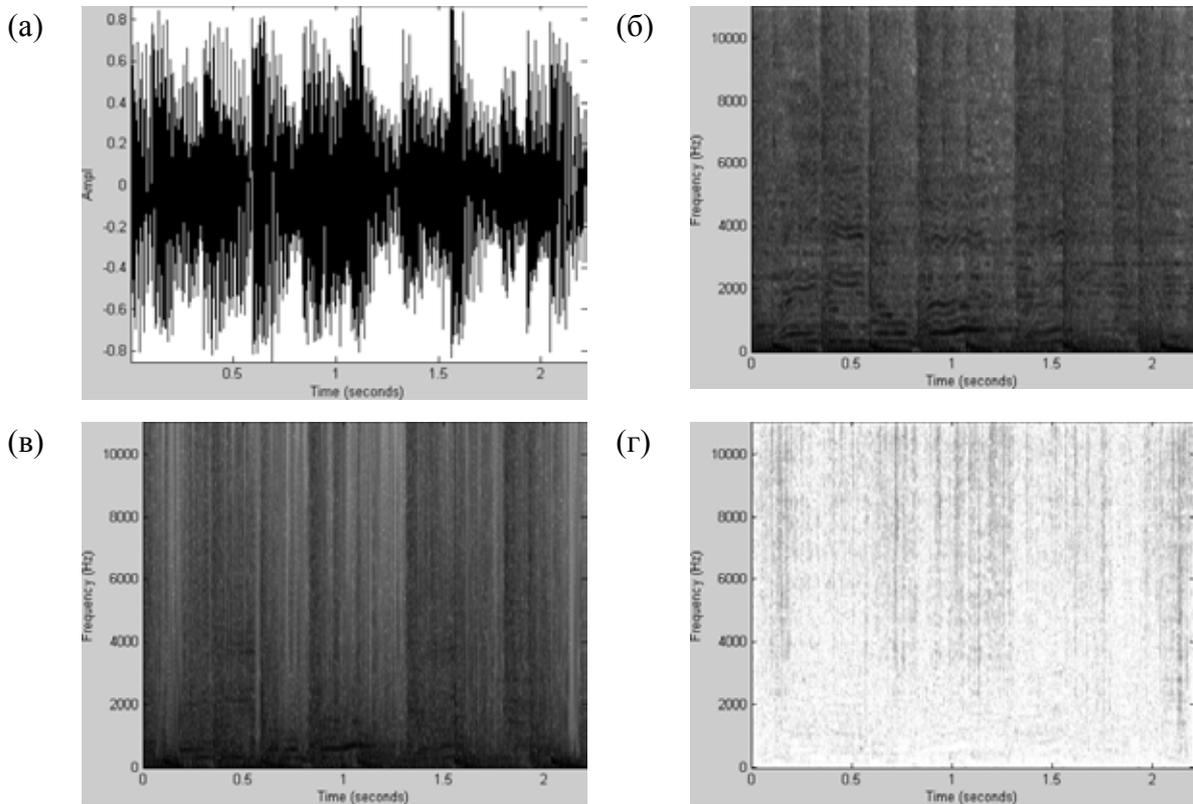


Рис.3. Фрагмент современной музыки, соответствующий песне What Is Love музыканта Haddaway

Кроме этого проводились следующие оценки, которые осуществлялись на основе метрики L_2 :

- нормированное расстояние между исходным и восстановленным после АКAB сигналом:

$$\rho(x, y) = \|x - y\| / (\|x\| + \|y\|), \quad (5)$$

где $\|x\| = \sqrt{\sum_{m=0}^{N-1} x_m^2}$, N - количество временных отсчетов, x_m - значение отчета исходного сигнала, y_m - значение отчета сигнала восстановленного после АКAB. Аналогичным образом рассчитывались $\|y\|$ и $\|x - y\|$.

- коэффициент корреляции во временной области между исходным и восстановленным после АКAB сигналом:

$$k(x, y) = (x, y) / (\|x\| \cdot \|y\|), \quad (6)$$

где $(x, y) = \sum_{m=0}^{N-1} x_m \cdot y_m$.

- коэффициент корреляции в частотной области между исходным и восстановленным после АКAB сигналом:

$$K(X, Y) = \text{Re}(\sum_{m=0}^{N-1} X_m \cdot \overline{Y_m}) / (\|X\| \cdot \|Y\|) \quad (7)$$

Заключение.

Результаты анализа АКAB позволяют сделать следующие выводы:

1). Сигнал, полученный в результате кодирования на основе АКAB, требует для хранения объем памяти в 4-5 раз меньше, чем исходный сигнал. 2). Во всех случаях действие АКAB эквивалентно пропусканию сигнала через фильтр нижних частот. 3). Во многих случаях применение АКAB приводит также к режекции средней части спектра в области нижних частот. 4). Нормированное расстояние между исходным и восстановленным после АКAB сигналом для аудио сигналов различного класса составляет приблизительно 0.22-0.5. 5). Коэффициент корреляции во временной области между исходным и восстановленным после АКAB сигналом для различных типов аудио сигналов изменяется от 0.5 до 0.92. 6). Коэффициент корреляции в частотной области между исходным и восстановленным после АКAB сигналом для различных типов аудио сигналов изменяется от -0.24 до 0.35. Такие маленькие величины связаны с изменением фазы в восстановленном сигнале и интерференцией сигналов при вычислении коэффициента корреляции. 7). Разность спектрограмм исходного сигнала и восстановленного после АКAB ведет себя по-разному в зависимости от вида аудио сигнала. Если исходный аудио сигнал речевой либо является музыкальной записью с присутствием голоса солиста и музыки, то наблюдаются большие изменения на частотах в районе 4000 и 12000 Гц, нежели в остальном частотном диапазоне. Если же исходный сигнал представляет собой запись классического музыкального произведения, то основные изменения наблюдаются в области 1000-4000 Гц. Для всех трех вариантов образцов лучше всего сохраняется частотный диапазон 0-1000 Гц.

Список литературы:

- 1) Гольденберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н. Цифровая обработка сигналов. - М.: Радио и связь, 1990.
- 2) Жарких А.А., Павлов И.А. Реализация программного модуля распознавания речевых сигналов // Сборник материалов VIII Международной конференции «Распознавание-2008», Ч.1, Курск: Курск. гос. техн. ун-т, 2008, С. 158-159.
- 3) Лейтес Р.Д., Соболев В.Н. Цифровое моделирование систем синтетической телефонии. - М.: Связь, 1969. - 120 с.
- 4) Павлов И.А., Жарких А.А. Программный модуль выделения информативных признаков речевого сигнала // Материалы 15 межрегиональной научно-технической конференции «Обработка сигналов в системах наземной связи и оповещения», М.: НТОРЭС им. А.С.Попова, 2007, С. 223-224.
- 5) Рабинер Л. Р., Шафер Р. В. Цифровая обработка речевых сигналов: пер. с англ. / Под ред. М. В. Назарова, Ю. Н. Прохорова.- М: Радио и связь, 1981.- 496с.
- 6) Соболев В.Н. Простые алгоритмы экономного кодирования и декодирования речевой волны // Материалы 14 межрегиональной научно-технической конференции «Обработка сигналов в системах наземной связи и оповещения», М.: НТОРЭС им. А.С.Попова, 2006, С. 172-174.

МЕТОД ВСТРАИВАНИЯ В АУДИОСИГНАЛ ВОДЯНОГО ЗНАКА В ВИДЕ АУДИОСИГНАЛА

Жарких А.А., Пластунов В.Ю. (*Мурманск, МГТУ, кафедра РТКС, zharkikh090107@mail.ru, zharkihaa@mstu.edu.ru, plvasily@yandex.ru*)

Abstract. This paper presents a method of an audio signal digital watermarking by audio signal. The method is based on the conformal algebra transformations of a unit disk. Partly, the results of this paper were announced earlier in [10]. The paper examines the results of modeling method in time domain and the method computational complexity. Encouraging results are presented showing digital watermark embedding and extraction with negligibly small distortions.

Цель работы - представление нового метода встраивания в аудиосигнал водяного знака в виде аудиосигнала. Методы защиты информации, при которых сам факт ее передачи скрывается, исследует отрасль знаний под названием «стеганография». Большинство методов в этой отрасли знаний основаны на внедрении передаваемого сообщения в некоторое другое сообщение, называемое контейнером [1]. В работе [1] выделяются 4 основных направления в стеганографии: встраивание сообщения с целью его скрытой передачи (covert communication), встраивание цифровых водяных знаков (watermarking), встраивание идентификационной информации (fingerprinting), встраивание заголовков (captioning). Одним из главных же направлений в области стеганографии (а если судить по объему существующих работ - самым главным) является встраивание цифровых водяных знаков (ЦВЗ). О качественно новом уровне разработок в области ЦВЗ в последние годы говорит созданный в 2006 году 15-тью крупнейшими компаниями альянс разработчиков методов ЦВЗ «Digital Watermarking Alliance» (<http://www.digitalwatermarkingalliance.org>).

В большинстве современных работ часто понятие “watermarking” (в него входят вопросы, связанные с авторскими правами и защитой контента) смешивается с понятием “fingerprinting” (встраивание идентификационной информации в мультимедийный контент, без рассмотрения вопросов связанных с авторскими правами).

ЦВЗ широко применяется для различных задач:

- Для мониторинга ТВ/радио/интернет вещания (управление правами на вещание, обнаружение «воровства» сигнала, подтверждение присутствия в программе спонсированного контента);
- Для идентификации и отслеживания источника утечки копии пререлизного контента;
- Для борьбы с распространением экранных копий видеофильмов, например, при помощи принудительного встраивания идентификационного номера в видео и аудио ряды;
- Для улучшения взаимодействия систем (устройств) управления, создания и распространения (фильтрации и классификации) различного мультимедийного контента (фотографий, аудиосигналов, видеоизображений и т.д.), например, в сетях P2P.

В работах [2-4] анонсировалась возможность использования алгебры преобразований единичного круга [9] в задачах защиты информации. Как показали

теоретические расчеты и программная реализация, алгебраические операции, алгебры преобразований единичного круга, могут быть использованы для защиты аудиосигналов [5,6,8,10].

В [7] показано, что математические операции, используемые в [5,6,8] и настоящей работе, являются следствием ограничения преобразований единичного круга до преобразований интервала $(-1;1)$ вещественной оси. Сумма двух чисел из интервала $(-1;1)$ определяется выражениями (1) и (2). Произведение вещественного числа из интервала $(-\infty; \infty)$ на число из интервала $(-1;1)$ со значениями в интервале $(-1;1)$ определяется выражениями (3) и (4). Произведение, определенное выражениями (3) и (4), в общем случае нелинейно по обоим аргументам. Для натуральных значений r выражение (4) может быть получено путем применения к выражению (2) метода математической индукции. Для целых, рациональных и вещественных значений r выражение (4) обобщается тривиально.

$$\oplus : (-1;1)^2 \Rightarrow (-1;1) \quad (1)$$

$$\forall X, Y \in (-1;1) \quad Z = X \oplus Y = \frac{X+Y}{1+XY} \in (-1;1) \quad (2)$$

$$\otimes : (-1;1) \times (-\infty; +\infty) \Rightarrow (-1;1) \quad (3)$$

$$\forall X \in (-1;1) \ \& \ \forall r \in (-\infty; +\infty)$$

$$Z = X \otimes r = \frac{(1+X)^r - (1-X)^r}{(1+X)^r + (1-X)^r} \in (-1;1) \quad (4)$$

В [10] были рассмотрены методы встраивания аудиосигнала в аудиосигнал в контексте общего подхода к задачам стеганографии. В данной работе мы адаптируем один из методов работы [10] для задач встраивания в аудиосигнал водяного знака в виде аудиосигнала.

Перечислим характерные требования к методам внедрения цифрового водяного знака в контент [1]:

- Необходимо обеспечить минимально низкую вероятность ложного обнаружения водяного знака в контенте (обратная ситуация может привести к отказу воспроизведения контента не содержащего водяной знак);
- Метод должен обеспечивать внедрение водяного знака заданного размера;
- Метод должен реализовываться минимально возможным числом операций.
- Извлечение водяного знака должно быть максимально простым и быстрым для авторизованного пользователя;
- Метод должен обеспечивать заданную стойкость к преднамеренным и случайным воздействиям на сигнал с внедренным ЦВЗ;
- Возможность добавления или изменения ЦВЗ в контенте с уже внедренным водяным знаком.

В [5,6] был предложен метод стеганографии, который обладал следующей особенностью: для извлечения сообщения на приемной стороне необходимо было наличие пустого контейнера.

Метод из [10], в отличие от метода из [5,6], позволяет решить задачу встраивания цифрового водяного знака, так как в [10] нет необходимости использования пустого контейнера на приемной стороне. Требование наличия пустого контейнера (контента), делает бессмысленным внедрение цифрового водяного знака – контент уже присутствует на приемной стороне.

Напомним кратко метод стеганографии предложенный в [5,6].

Обозначим через $X_C(t)$ и $X_M(t)$ сообщение-контейнер и внедряемое сообщение соответственно. Здесь, традиционно, через t обозначается время.

Определим алгоритм формирования заполненного контейнера следующим выражением:

$$S(\alpha, m, t) = X_C(t) \oplus \left(X_M \left(\frac{t}{m} \right) \otimes \alpha \right) \quad (5)$$

, где α - параметр преднамеренного ослабления, m - параметр преднамеренного растяжения сигнала во времени.

Заполненный контейнер передается через канал, в котором могут появиться ошибки $N_{CH}(t)$. После прохождения через канал аудиосигнал с внедренным ЦВЗ преобразуется следующим образом:

$$U_C(\alpha, m, t) = S(\alpha, m, t) * N_{CH}(t) \quad (6)$$

где $*$ - операция взаимодействия сообщения и помехи в канале передачи.

Мы не моделируем изменение заполненного контейнера в канале передачи. Мы отражаем только тот факт, что ошибки существуют, но являются достаточно малыми.

Алгоритм выделения скрытого сообщения из заполненного контейнера можно представить следующими формулами

$$D_1(t) = U_C(\alpha, m, t) \oplus (X_C(t) \otimes (-1)) \quad (7)$$

$$D_2(t) = D_1(t) \otimes \frac{1}{\alpha} \quad (8)$$

$$D(\alpha, m, t) = D_2(mt) \quad (9)$$

В случае малости канальных ошибок, $D(\alpha, m, t)$ практически совпадает с $X_M(t)$. Если канальные ошибки не являются малыми, то выражение (9) должно быть изменено с учетом возможной компенсации этих ошибок. Упрощенные структурные схемы преобразований одноканального алгоритма представлены на рисунках 1 и 2. Во всех приведенных схемах 1) и 2) обозначают входы для уменьшаемого и вычитаемого, 3) и 4) обозначают входы для основания и показателя степени, 5) и 6) обозначают входы для числителя и знаменателя, соответственно.

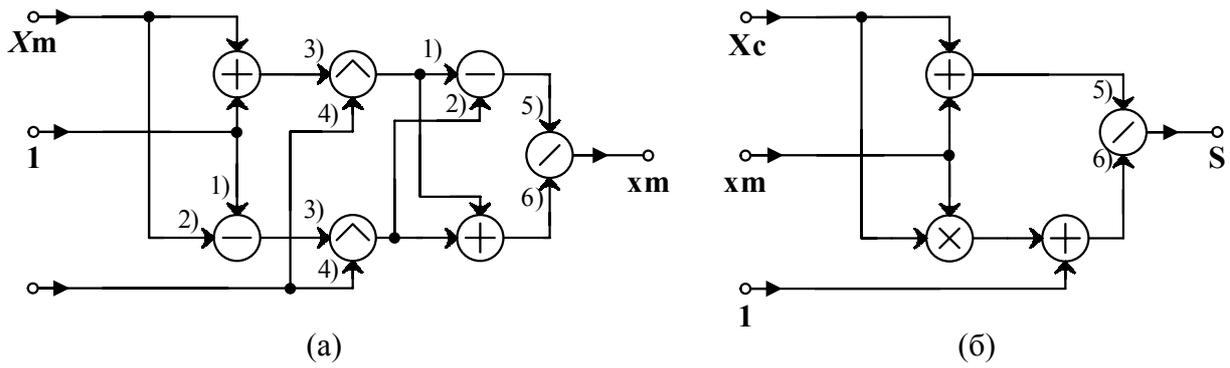


Рис. 1 Нелинейное ослабление сообщения (а) и внедрение сообщения в контейнер (б)

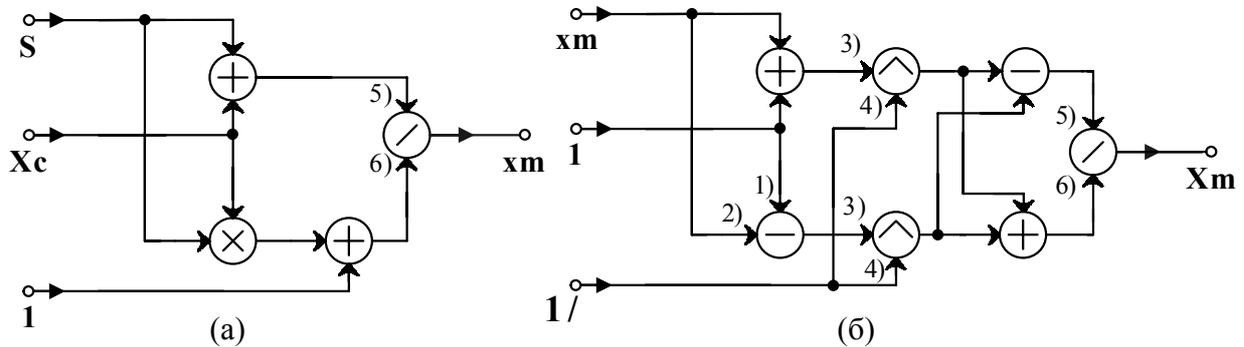


Рис. 2 Извлечение ослабленного сообщения из контейнера (а) и нелинейное усиление ослабленного сообщения (б)

Для двухканального метода через $X_C(t)$ и $X_M(t)$ обозначены защищаемый аудиосигнал (контент) и внедряемый аудиосигнал (ЦВЗ), соответственно. Организуется два канала: канал суммирования (10) и канал вычитания (11).

$$S^{(+)}(\alpha, m, t) = X_C(t) \oplus \left(X_M \left(\frac{t}{m} \right) \otimes (+\alpha) \right) \quad (10)$$

$$S^{(-)}(\alpha, m, t) = X_C(t) \oplus \left(X_M \left(\frac{t}{m} \right) \otimes (-\alpha) \right) \quad (11)$$

Здесь $S^{(+)}(\alpha, m, t)$ - суммарный аудиосигнал с ЦВЗ, $S^{(-)}(\alpha, m, t)$ - разностный аудиосигнал с ЦВЗ. Физически эти каналы могут быть организованы различными способами. Важно лишь то, что значение исходного аудиосигнала входит в них идентичным образом с точностью до знака. После прохождения канала связи каналы аудиосигнала с ЦВЗ преобразуются следующим образом:

$$U_C^{(+)}(\alpha, m, t) = S^{(+)}(\alpha, m, t) * N_{CH}^{(+)}(t) \quad (12)$$

$$U_C^{(-)}(\alpha, m, t) = S^{(-)}(\alpha, m, t) * N_{CH}^{(-)}(t) \quad (13)$$

, где $N_{CH}^{(+)}(t)$ и $N_{CH}^{(-)}(t)$ - помехи при передаче по суммарному и разностному каналам, соответственно, * - операция взаимодействия помех и сигнала в канале передачи. Как и ранее считаем ошибки достаточно малыми. Алгоритм извлечения контента и ЦВЗ из суммарного и разностного сигналов описывается следующими формулами:

$$R_1(t) = U_C^{(+)}(\alpha, m, t) \oplus \left(U_C^{(-)}(\alpha, m, t) \otimes (-1) \right) \quad (14)$$

$$R_2(t) = R_1(t) \otimes \frac{1}{2\alpha} \quad (15)$$

$$R(\alpha, m, t) = R_2(mt) \quad (16)$$

$$Q_1(t) = U_c^{(+)}(\alpha, m, t) \oplus U_c^{(+)}(\alpha, m, t) \quad (17)$$

$$Q_2(t) = Q_1(t) \otimes \frac{1}{2} \quad (18)$$

$$Q(\alpha, m, t) = Q_2(t) \quad (19)$$

В отсутствие ошибок канала передачи $R(\alpha, m, t)$ практически совпадает с $X_M(t)$, а $Q(\alpha, m, t)$ совпадает с $X_C(t)$. Если ошибки не малы и необходимо их компенсировать, то в метод может вводиться растяжение. Упрощенные структурные схемы внедрения ЦВЗ в два канала аудиосигнала и извлечения ослабленного ЦВЗ и усиленного контента 2-канального алгоритма представлены на рисунке 3. В зависимости от того, что подается на второй вход схемы рисунка 3(б) ($-S2$ или $S2$), на выходе схемы появляется $Xm \otimes 2\alpha$ или $Xc \otimes 2$, соответственно. Операции нелинейного ослабления и усиления сообщения в одно- и двухканальном методах выполняются по идентичным схемам (рис. 1 (а) и 2(б), соответственно).

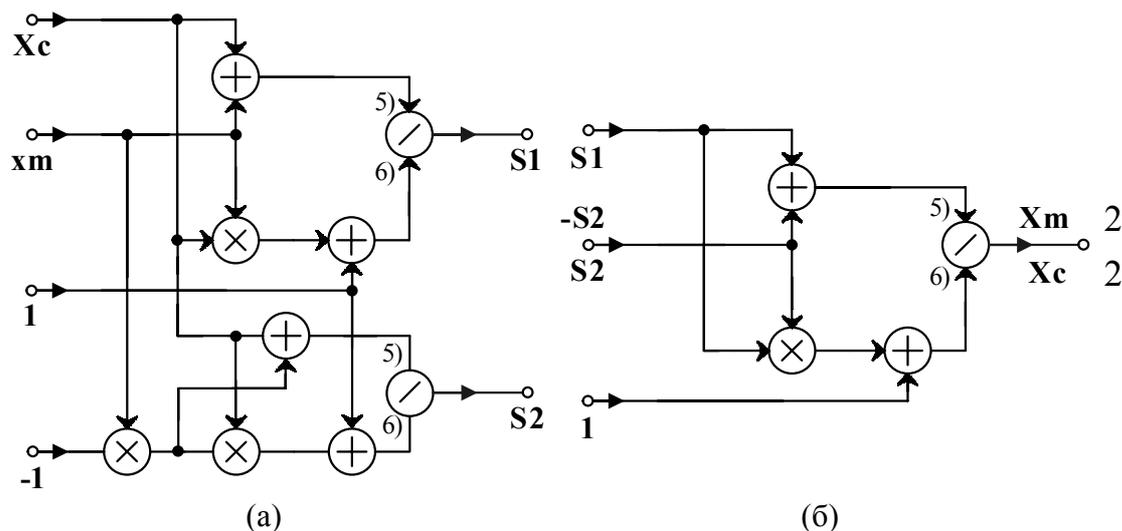


Рис. 3 Формирование суммарного и разностного сигналов на основе сигнала контента и ослабленного ЦВЗ (а) и извлечение усиленного контента и ослабленного ЦВЗ из суммарного и разностного сигналов (б).

Для практического использования приведенного метода необходимо согласованно выбирать сигналы контента, ЦВЗ, и параметр α . Задача такого согласования и выбора является очень сложной и требует дальнейшего исследования. Тем не менее, для заданного класса сигналов можно использовать сигнал ЦВЗ и параметр α найденные методом простого подбора. При фиксированных сигналах контента и ЦВЗ формируемые сигналы на передающей и приемной стороне существенно зависят от параметра α . Для практики важны такие значения параметра α при которых сигнал ЦВЗ хорошо прячется, извлекается, внедрение ЦВЗ происходит без искажения сигнала контента. Если параметр α выбран относительно малым, то сигнал ЦВЗ хорошо скрывается, не искажает сигнала контента, но извлекается с

артефактами. Если параметр выбран α относительно большим, то сигнал ЦВЗ плохо скрывается в контенте, искажает сигнал контента, но извлекается с высоким качеством и без артефактов. Таким образом, выбор значений параметра α ограничен как сверху, так и снизу требованиями к реальным системам встраивания ЦВЗ.

Как показали многочисленные эксперименты $0 < \alpha < 1$. Если параметр α выбран оптимальным образом, то сигнал ЦВЗ хорошо прячется, т.е. в суммарном и разностном сигналах его невозможно обнаружить путем прослушивания или измерения. Это также означает, что суммарный и разностный сигналы практически совпадают с исходным сигналом контента, т.е. внедрение ЦВЗ не искажает сигнала контента и этом случае сигнал ЦВЗ также будет извлекаться с хорошим качеством. Для фиксированных сигналов контента и ЦВЗ всегда можно указать некоторый интервал оптимальных значений параметра α .

Для примера приведем некоторые графики временных представлений сигналов, полученных в результате моделирования алгоритмов встраивания и извлечения. На всех графиках по оси абсцисс отложено время t в миллисекундах, по оси ординат L – нормированные на единицу значения отсчетов сигналов из wav-файлов.

В качестве аудиосигнала контента был выбран музыкальный фрагмент (рис. 4), а в качестве аудиосигнала ЦВЗ – фрагмент фонемы речи (рис. 5(a)). Для данных фрагментов параметр α , лежащий в пределах $[0.01; 0.04]$, является оптимальным. При указанных значениях параметра α суммарный и разностный сигналы практически совпадают с исходным сигналом контента (рис. 4), а извлеченный ЦВЗ с исходным сигналом ЦВЗ (рис. 5(a)). На рисунках 5(б), 6(a), 6(б) показаны временные представления сигналов для случаев неоптимального выбора параметра α . На рис. 5(б) представлен извлеченный сигнал ЦВЗ при $\alpha = 10^{-4}$. На рисунке видно, что при данном значении параметра α , извлеченный сигнал ЦВЗ сильно отличается от исходного (рис. 5(a)), тогда как суммарный и разностный сигналы практически совпадают с исходным сигналом контента (рис. 4).

На рисунках 6 (a) и 6(б) представлены соответственно суммарный и разностный сигналы при $\alpha = 0.9$. Из рисунков видно, что суммарный и разностный сигналы существенно отличаются как между собой, так и от сигнала контента. При $\alpha = 0.9$ сигнал ЦВЗ извлекается с высоким качеством и практически совпадает с исходным сигналом ЦВЗ (рис. 5(a)). Если параметр α выбран оптимально, то в качестве сигнала принятого контента можно использовать либо суммарный, либо разностный сигналы.

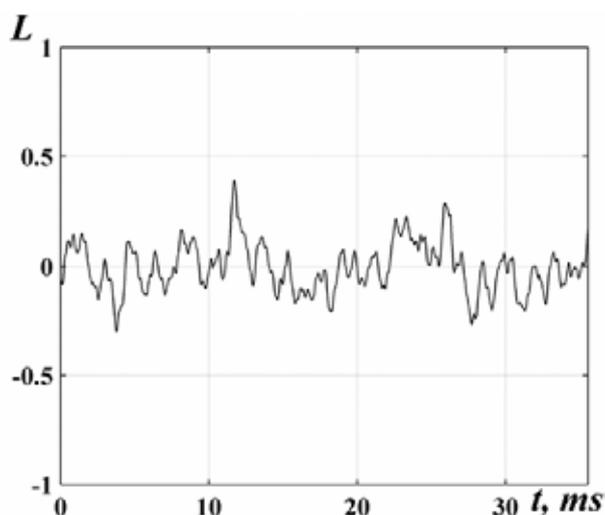


Рис. 4 Временное представление защищаемого сигнала (контента)

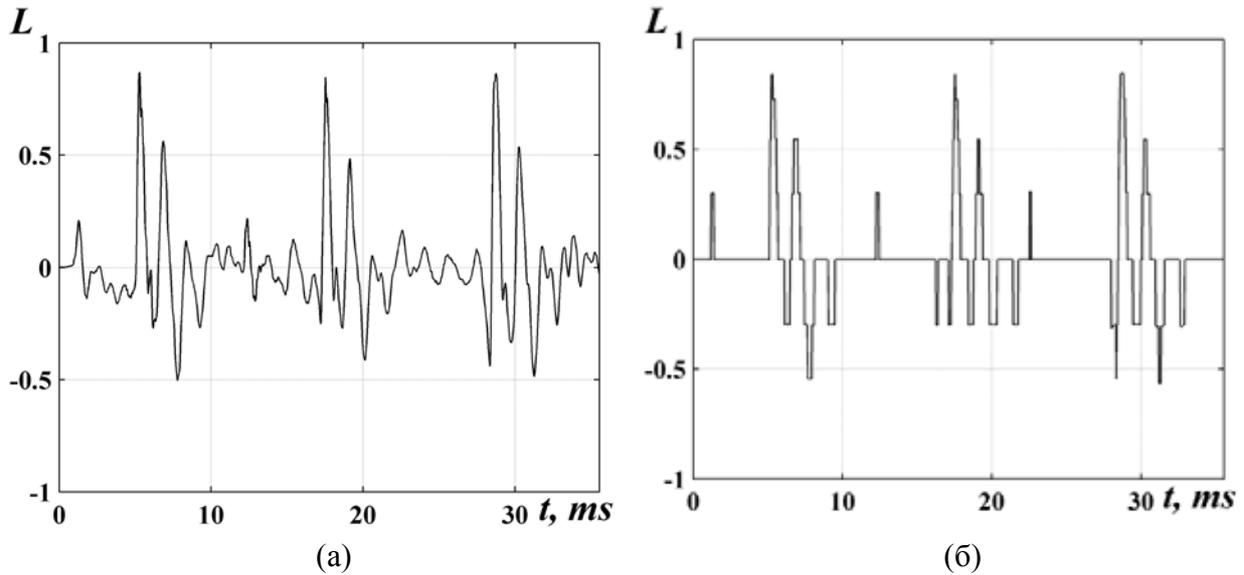


Рис. 5 Временные представления исходного сигнала ЦВЗ (а) и сигнала ЦВЗ извлеченного из сигнала контента при $\alpha = 10^{-4}$ (б)

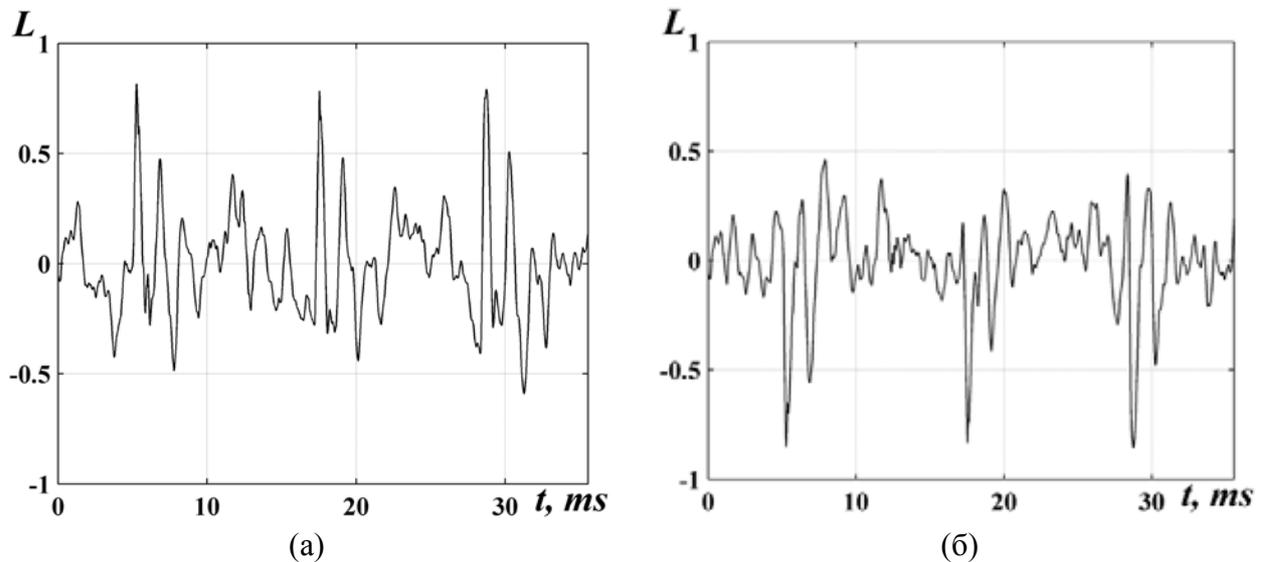


Рис. 6 Временное представление суммарного (а) и разностного сигналов (б) при $\alpha = 0.9$

Произведем анализ числа операций необходимого для встраивания ЦВЗ в контент и выделения ЦВЗ из контента при цифровой реализации метода.

Встраивание ЦВЗ в контент и последующее его извлечение может быть реализовано как цифровыми так и аналоговыми устройствами, но при любой реализации вычислительная сложность указанных алгоритмов, зависит линейным образом от временной длительности сигнала. Оценим, какое число операций требуется при цифровой реализации алгоритма.

Предположим, для упрощения анализа, что N это количество отсчетов как контента, так и ЦВЗ. Формулы (1)-(19) показывают, что для ослабления ЦВЗ требуется произвести $7N$ операций, для внедрения ЦВЗ - $8N$, извлечения ЦВЗ - $4N$, усиления ЦВЗ - $7N$, извлечения контента $4N$, ослабления контента - $7N$. Итого на передающей

стороне необходимо произвести $15N$ операций, а на приемной $22N$. Все операции производятся в вещественной арифметике с неустраняемыми ошибками округления.

Рассмотренные в данной работе алгоритмы были использованы в работе [10] не для встраивания ЦВЗ, а для сокрытия полезного сообщения в контенте, т.е. для задач скрытой передачи сообщения. Так как в случае задачи из работы [10] содержание самого контента не несет информационной нагрузки для получателя, то количество операций на приемной стороне оказывается меньшим, чем в случае задачи встраивания ЦВЗ. В методе для скрытой передачи сообщения [10] для ослабления сообщения требуется произвести $7N$ операций, для внедрения сообщения в контейнер $8N$ операций. На приемной стороне для извлечения сообщения требуется $4N$ операций, для усиления извлеченного сообщения $7N$. Таким образом, на передающей стороне в методе работы [10] и методе данной работы, число операций одинаково, а на приемной стороне число требуемых операций в данном методе возрастает в два раза.

Предлагаемый метод встраивания в аудиосигнал цифрового водяного знака в виде аудиосигнала принципиально отличается от методов стеганографии рассмотренных в [1]. Данный метод является еще одним подтверждением возможности использования алгебры конформных преобразований единичного круга [9] для защиты аналоговых сообщений и их цифровых отсчетов. Многочисленные результаты моделирования метода, результаты графической и звуковой интерпретаций метода показали его работоспособность.

Список литературы:

- 1) Грибунин В.Г., Оков И.Н., Туринцев И.В, Цифровая стеганография. Аспекты защиты., Солон-Пресс, 2002 г. 261 с.
- 2) Жарких А.А. Конформное преобразование формы сигнала для защиты аналоговых сообщений// Международная научно – техническая конференция Калининградского ГТУ.- Калининград: КГТУ, 1999, Сборник тезисов и докладов, ч. 4, С. 123.
- 3) Жарких А.А. Система шифрования с бегущим ключом// V – ая Международная конференция «Радиолокация, навигация, связь».-Воронеж: ВГУ – ВНИИС, 1999, Тезисы докладов,Т.3 , С. 1886-1894.
- 4) Жарких А.А., Проблемы криптоанализа как проблемы распознавания образов// X – я Всероссийская конференция «Математические методы распознавания образов» (ВЦ РАН) , Москва, 2001, Сборник докладов, С. 209-212.
- 5) Жарких А.А., Конформная стеганография звукового сигнала в звуковом сигнале// XI – я Всероссийская конференция «Математические методы распознавания образов» (ВЦ РАН) , Москва, 2003, Сборник докладов, С. 305-307.
- 6) Жарких, А. А. Аналоговый метод стеганографии звукового сигнала в звуковом сигнале / Жарких А. А. // XI Международная научно-техническая конференция "Радиолокация, навигация, связь ", Воронеж, ВГУ, 12-14 апр., 2005 . Т. 2 .— , 2005 .— С. 624-639.
- 7) Жарких А.А. Идентификация линейных стационарных систем при гомоморфных отображениях сигналов//Труды IV Междуна-родной конференции "Идентификация систем и задачи управления" SICPRO'05. Москва, 25-28 января 2005 г. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2005. С. 321-332.
- 8) Жарких А.А. Конформное гаммирование звукового сигнала хаотическим сигналом//Труды российского НТО РЭС им. А.С.Попова:LX сессия посвященная Дню Радио. - М.: Радиотехника, 2005, том. LX-1, С.146-147.

- 9) Лаврентьев М. А. , Шабат Б. В. Методы теории функций комплексного переменного. -М.: Наука, 1987, 688 с.
- 10) Zharkikh A., Plastunov V., New steganography technique, based on the Lorentz's transformation, of embedding audiosignal into audiosignal // PRIA-9-2008 9th International conference on pattern recognition and image analysis: new information technologies, Nizhny Novgorod, Russian Federation, September, 14-20, 2008 conference proceedings, volume 2, pp. 359-362.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛИЗМА ДЛЯ ПРЕОДОЛЕНИЯ ЭФФЕКТА "КИРПИЧНОЙ СТЕНЫ" В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Порцель Н.А. (МГТУ, кафедра высшей математики и программного обеспечения ЭВМ, portsel@gmail.com)

Abstract. This paper describes the “brick wall” effect in performance growth, sources of this effect and analyzes perspectives of high-level parallelization usage for avoiding this effect.

В настоящее время одним из главных препятствий на пути повышения производительности процессоров стало явление, получившее у специалистов название «кирпичная стена». В отечественной литературе оно практически не освещается. В данной работе на основании зарубежных публикаций характеризуются факторы, формирующие это явление, и оценивается возможность использования распараллеливания процессов для его преодоления.

С середины 1980-х до начала 2000-х гг. наблюдался быстрый рост производительности процессоров, вследствие чего производительность вычислительных комплексов в целом быстро возрастала, не требуя оптимизации программного обеспечения и не вызывая необходимости в радикальной переработке программ. Однако начиная с начала 2000-х годов темпы роста производительности микропроцессоров резко снизились, что повлекло за собой прекращение экстенсивного роста производительности вычислительных систем. Динамика роста производительности процессоров в период с 1978 по 2006 г. отражена на рис. 1.

Это снижение темпов роста производительности процессоров получило условное название «кирпичная стена» (“Brick wall”) (2) и обусловлено несколькими факторами:

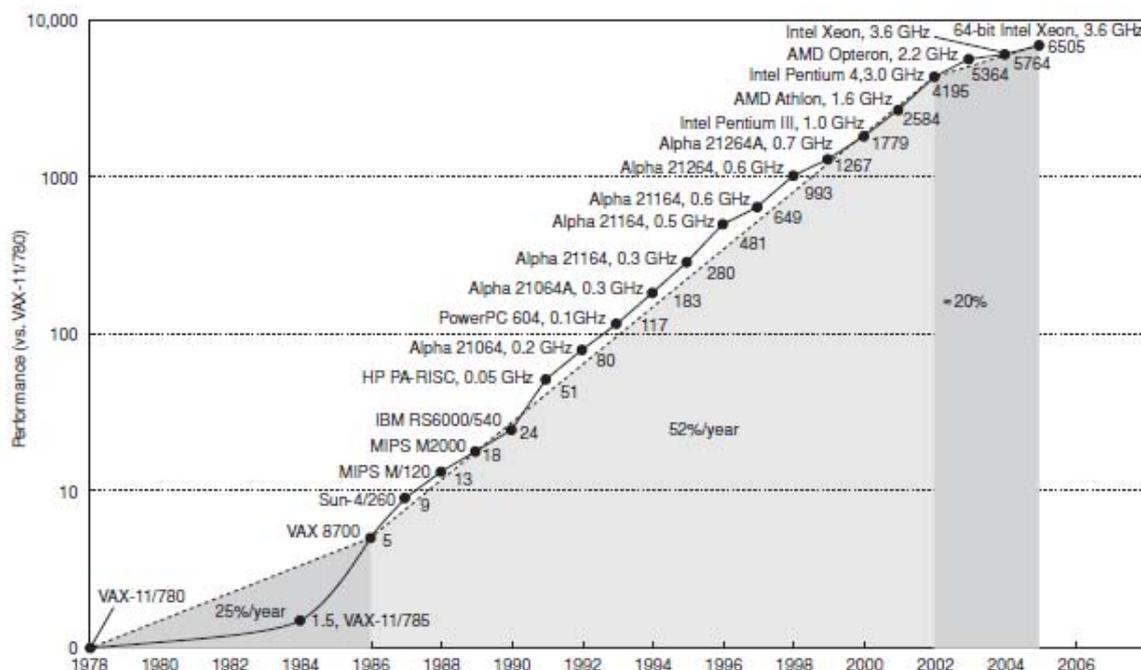


Рис. 1 Динамика роста производительности процессоров (1)

1. «Стена мощности» (“Power wall”) – высокое рассеяние мощности на микрочипах. Как следствие, стоимость электроэнергии, используемой при работе вычислительных систем, стала весьма высокой по сравнению со стоимостью элементной базы, а высокий уровень выделяемой мощности приводит к тому, что тепловыделение близко к практическому пределу возможностей систем с воздушным охлаждением. В современных микропроцессорах имеются два основных источника рассеяния мощности — статическая и динамическая мощности. Статическая мощность — это утечка тока на выключенных транзисторах; динамическая же связана с повторяющейся зарядкой и разрядкой емкости. До недавних пор только динамическая мощность была существенным источником потерь энергии, однако миниатюризация чипов увеличивает утечку тока, так что статическая мощность на данный момент составляет до 40% общей потребляемой мощности. (2) Динамическая мощность микропроцессора может быть выражена формулой $P = N \cdot C \cdot V^2 \cdot f$, где N-число переключений транзисторов, C-ёмкость переключения, V- напряжение, f - частота. С уменьшением литографического узла число транзисторов, приходящееся на кристалл, может быть увеличено и транзисторы становятся меньше, что позволяет использовать переключение с меньшим напряжением. В настоящее время питающее напряжение упало с 15 В до 1 В, но несмотря на эту экономию, вследствие роста сложности и тактовой частоты микропроцессоров, рассеяние мощности кристаллом с 1975 г. выросло примерно в 100 раз (9).

2. «Стена памяти» (“Memory wall”). Быстрый рост производительности микропроцессоров не сопровождался столь же быстрым ростом быстродействия модулей памяти. На рис. 2 наглядно видно, что темпы роста быстродействия оперативной памяти практически неизменны с начала 1980-х гг. до наших дней и составляют около 10% в год (5, 6). Скорость доступа к жёсткому диску возрастает ещё медленнее: не более 8% в год (8). Поэтому в настоящее время существует дисбаланс между этими характеристиками и время доступа к памяти зачастую существенно превышает время, затрачиваемое на выполнение собственно вычислений, в том числе операций с плавающей точкой.

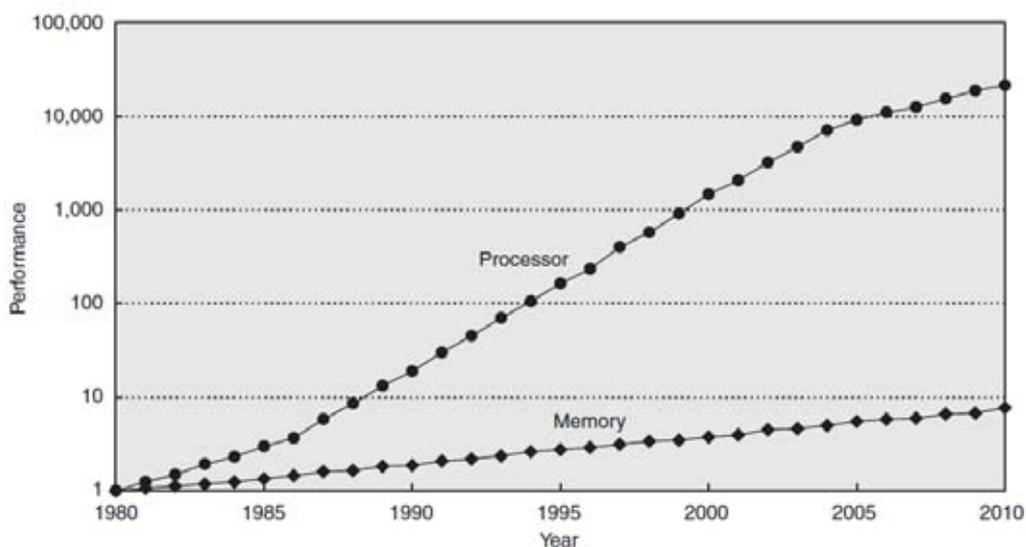


Рис. 2. Темпы роста быстродействия процессоров и оперативной памяти (1).

Идеальной памятью следует считать такую, которая способна немедленно предоставить все данные, которые требуются микропроцессору. Однако такая память

на практике нереализуема, поскольку основные качества оперативной памяти (ёмкость, быстродействие и стоимость) являются взаимоисключающими (6). Для решения этой проблемы применяют иерархическую организацию памяти, при которой каждый уровень является более компактным, более быстрым, но и более дорогим, чем последующий. Обычно применяют четыре основных уровня: регистры, кэш (который, в свою очередь, обычно подразделяется на несколько уровней), оперативная память и виртуальная память. Ведутся разработки новых типов модулей памяти, которые позволили бы сократить разрыв между производительностью процессоров и быстродействием ОЗУ, однако на данный момент такие ОЗУ разработаны только для специализированных вычислительных систем, предназначенных для решения ограниченных классов задач (векторных процессоров, кодирующих устройств для видео, графических процессоров).

3. «Стена сложности» (“Complexity wall”, “ILP wall”). Параллелизм уровня команд (Instruction-level parallelism, ILP) использовался для повышения производительности процессоров ещё в 1960-х гг. Однако на сегодняшний день становится практически невозможным существенное повышение эффективности практически реализуемых микропроцессоров за счёт более эффективного использования в работе отдельного процессора параллелизма уровня инструкций путём усовершенствования компиляторов и/или микропроцессоров (2, 4, 10).

Однако эти ограничения не означают прекращения роста производительности вычислительных систем. Производительность продолжает возрастать, но основным фактором, обеспечивающим этот рост, сейчас является уже не рост тактовой частоты процессоров, а возрастание количества процессоров (или количества процессорных ядер) в системе. Однако если для однопроцессорных компьютеров производительность системы возрастала прямо пропорционально производительности процессора, то для многопроцессорных систем пропорциональное сокращение времени выполнения приложений в общем случае недостижимо.

Вследствие эффекта «стены сложности» основное внимание от параллелизма уровня инструкций смещается к параллелизму более высоких уровней: уровня данных (data-level parallelism, DLP) и уровня потоков (thread-level parallelism, TLP). Но если распараллеливание на уровне инструкций могло выполняться неявно для программиста и обеспечиваться исключительно возможностями компилятора и аппаратного обеспечения, то уровень данных и уровень потоков, как правило, предполагают явный параллелизм, то есть для достижения высокой эффективности требуется явное написание параллельного кода (1).

Существуют различные программные модели различного уровня абстракции, позволяющие осуществлять разработку параллельных приложений, однако перед разработчиками программных моделей стоят две противоположные цели: обеспечить максимальную эффективность работы программистов и обеспечить максимально эффективное использование параллелизма. Кроме того, желательно чтобы программа не зависела от числа имеющихся в системе процессоров, что невозможно при использовании многих программных моделей низкого уровня (2, 7). В настоящее время активно предпринимаются попытки создания программных моделей, в той или иной обеспечивающих баланс между преимуществами высокого уровня абстракции и возможностями эффективного использования ресурсов системы, предоставляемыми программными моделями низкого уровня. Создание высокопроизводительных параллельных приложений для всех классов вычислительных систем в настоящее время является наиболее реальным методом преодоления эффекта «кирпичной стены».

Список литературы:

- 1) Hennessy, J.L. Computer architecture: a quantitative approach. 4th edition / J.L.Hennessy, D.A.Patterson. - San Francisco: Morgan Kauffman Publishers, 2007. – 704 p.
- 2) Aslanovic, K. The Landscape of Parallel Computing Research: A View from Berkeley. Technical report No. UCB/EECS-2006-183 / K.Aslanovic, R.Bodik, B.Catanazaro et al. – Электрон. дан. - 2006 – Режим доступа: <http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2006/EECS-2006-183.html>
- 3) McKee, S.A. Reflections on the Memory Wall / S.A.McKee. – Электрон. дан. - 2004 – Режим доступа: <http://www.csl.cornell.edu/~sam/papers/cf04.pdf>
- 4) Wall, D.W. Limits of Instruction-Level Parallelism / D.W.Wall – Электрон. дан. – 1993 – Режим доступа: <http://www.hpl.hp.com/techreports/images/pdf.gif>
- 5) Patterson, D. A Case for Intelligent RAM: IRAM / D. Patterson, T. Anderson, N. Cardwell, R. Fromm et al.// IEEE Micro. Vol. 17. - 1993. - No. 2, Mar.–Apr. - Pp. 34–44
- 6) Mahapatra, N.R. The Processor-Memory bottleneck: Problems and Solutions / N.R.Mahapatra, B.Venkatrao // Crossroads Volume 5. - 1999. - Issue 3. – Электрон. дан. - Режим доступа: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=357783.331677>
- 7) Deitz, S.J. High-Level Programming Language Abstractions for Advanced and Dynamic Parallel Computations. PhD thesis / S.J.Deitz, Seattle: University of Washington - 2005. – 169 p.
- 8) Hsu, W.W The real effect of I/O optimizations and disk improvements. Technical Report No. CSD-03-1263 / W. W. Hsu, A. J. Smith. - Электрон. дан. – 2003 – режим доступа: <http://techreports.lib.berkeley.edu/accessPages/CSD-03-1263.html>,
- 9) Callahan, D. Design Considerations For Parallel Programming / D.Callahan // MSDN Magazine - 2008. - №8. – Электрон. дан. - Режим доступа: <http://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/cc872852.aspx>
- 10) Corporaal, H. TTAs: Missing the ILP complexity wall / H. Corporaal // Journal of Systems Architecture, Volume 45 , Issue 12-13 (June 1999). - P. 949-973.

О ПРИМЕНЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Скрябин А.В. (*Мурманск, МГТУ, кафедра высшей математики и программного обеспечения ЭВМ, takius@bk.ru*)

Abstract. In the paper the application of mathematical modeling for research in education is discussed. The educational reforms undertaken by the Government to improve the education system require research which may be simplified by mathematical modeling.

Говоря о математическом моделировании, обычно предполагают создание модели какого-либо физического процесса или явления. Согласно А. А. Ляпунову, моделирование - это опосредованное практическое или теоретическое исследование объекта, при котором непосредственно изучается не сам интересующий нас объект, а некоторая вспомогательная искусственная или естественная система (модель):

- 1) находящаяся в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом;
- 2) способная замещать его в определенных отношениях;
- 3) дающая при её исследовании, в конечном счете, информацию о самом моделируемом объекте [1].

Таким образом, математическое моделирование может быть использовано для описания и исследования объектов любой природы, как естественно-научных, так и социальных. Задачи определения свойств и поведения объектов, их взаимодействия и управления ими, решаемые с помощью математического моделирования, актуальны и в социальных науках. Сложность проведения натурных исследований оправдывает использование математического моделирования социальных процессов, к которым, кроме прочих, относятся процессы формирования личности: получение образования, информации, формирование системы ценностей и другие [2].

В связи с современным образовательным кризисом практически все развитые страны мира ставят перед собой задачу изменения системы образования с целью повышения ее эффективности. Большие надежды возлагаются на внедрение компьютерных технологий в образовательный процесс [3]. Для повышения эффективности системы образования требуется проведение множества исследований. То, что объектом образовательной системы является человек, а также большая продолжительность обучения, усложняет эти исследования. Разумным выходом из этой ситуации является применение методов математического моделирования.

С помощью математического моделирования можно исследовать вопросы об эффективной организации системы образования: управление учебными заведениями, разработка учебных планов, организация учебного процесса, и другие. Особенно актуальны в наши дни вопросы моделирования системы обучения с использованием информационных технологий.

Эффективность электронного обучения напрямую зависит от качества используемых учебно-методических материалов. Ставится вопрос о разработке контента учебно-методических материалов с определенными характеристиками. В качестве основного критерия эффективности учебного процесса можно выделить степень усвоения учебного материала обучаемым.

Для удовлетворения этому критерию, представляющему собой целевую функцию, можно определить множества характеристик обучаемого с одной стороны и характеристик учебно-методических материалов – с другой, области их значений и взаимосвязи между ними. Анализ полученной модели позволит определить

оптимальные значения характеристик учебно-методических материалов для разных типов обучаемых.

Таким образом, применение методов математического моделирования позволит повысить эффективность создания и использования электронных учебно-методических материалов, что в конечном итоге повысит общую результативность процесса обучения.

Список литературы:

- 1) Новик И. Б. О философских вопросах кибернетического моделирования. – М.: Знание, 1964.
- 2) Павловский Ю.Н. Имитационные модели и системы. – М.: Фазис, 2000.
- 3) Кудрявцев В.Б., Алисейчик П.А. и др. Моделирование процесса обучения. // Интеллектуальные системы. – 2006, Т. 10.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ

Харенко Е.Н.¹, Сопина А.В.¹, Ким Э.Н.², Филлипов О.А.²

¹ Москва, ВНИРО, лаборатория нормирования, norma@vniro.ru;

² Владивосток, Дальрыбвтуз, Лаборатория стандартизации и управления качеством, folal@mail.ru

Abstract. Usage of software simplifies depositing and processing of the primary information. The software of technological rationing allows automating calculations, to form uniform informational base and to work with arrays of the primary data.

Развитие современных информационных технологий позволяет создавать пакеты прикладных программ для обработки данных в определенной области применения. В настоящее время в различных отраслях экономики широко используются и внедряются новые прикладные программы.

Технологическое нормирование (ТН) в современной системе хозяйствования рыбной отрасли является инструментом обеспечения контроля за фактическим выловом гидробионтов, рационального использования сырьевых ресурсов, установления меры их производственного потребления. Основная задача информационного обеспечения ТН в рыбной отрасли заключается в мониторинге нормообразующих критериев водных биологических ресурсов и вырабатываемого ассортимента продукции. Специалистами ФГУП «ВНИРО» и ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз» разработан ряд линейных программ на основной ассортимент продукции. Получено 9 авторских свидетельств на регистрацию программ для ЭВМ и 1 свидетельство о регистрации в фонде алгоритмов и программ. Использование прикладных программ упрощает внесение и обработку данных опытно-контрольных работ, не требует специальной подготовки пользователя.

К построению алгоритмов программ по ТН выдвигались требования, сходные с алгоритмами, используемыми в прикладных программах для других отраслей. Эти требования во многом обусловлены цифровой природой машины, поэтому необходимо фиксировать конечный алфавит исходных символов (строчные и цифровые) и разделять входящие данные по структурным параметрам (технологическим, временным и т.п.). Пример разделения полей представлен на примере окна главной формы в программе "Производство мороженой продукции из рыбы" на рисунке 1.

Упорядочивание и структурирование получаемой информации, предполагает детальное разбиение на отдельные поля каждого вида информации и описание существующих и предполагаемых в будущем видов связей информации между собой. Каждому окну программы соответствует определенный столбец в таблице базы данных. Это создает возможность анализа изменения параметров по конкретному объекту во времени, а так же по любому выбранному технологическому параметру.

Созданные программы не имеют аналогов. Они позволяют не только производить расчеты результатов опытно-контрольных работ, но и представлять полученные результаты в TXT файлах, отчеты в текстовом редакторе Word, передавать полученную информацию для хранения в базу данных Access.

На начальном этапе сбора информации, анализ временных рядов изменения данных нереален из-за отсутствия таких данных. Но, в дальнейшем, по мере накопления информации, ценность такого анализа может существенно превышать ценность анализа текущей информации (рис.2).

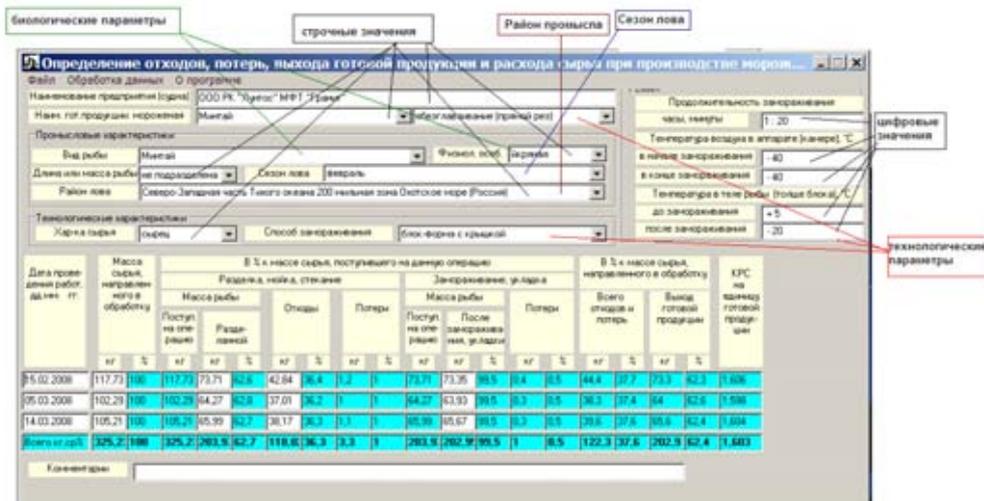


Рис.1. Окно программы "Производство мороженой продукции из рыбы".

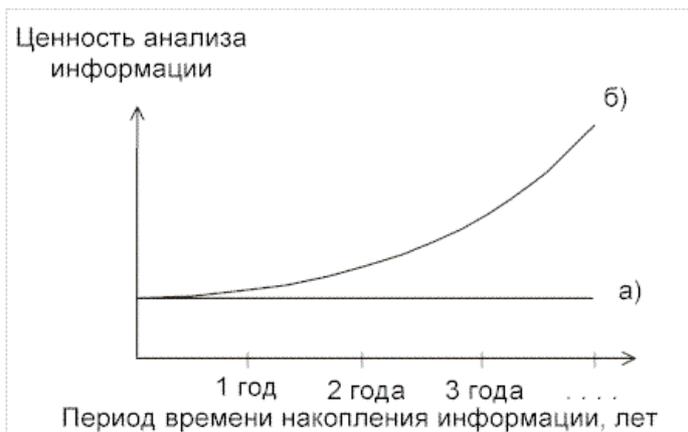


Рис.2. Сравнение временных рядов информации

- а) плохо структурированная информация;
- б) хорошо структурированная информация

При анализе временных рядов хорошо структурированной информации, может появляться синергетический эффект, т.е. возможность выявления новых корреляций, которые отсутствуют в текущих данных (срезе информации на конкретное время). (Михайлов, 2000г.).

Следовательно, информационное обеспечение это, прежде всего совокупность единой системы классификации и кодирования информации, унифицированных систем документации, схем информационных потоков, циркулирующих в организации, а также методология построения баз данных. Линейные программы этому требованию не соответствуют, поскольку отображают ряд данных по определенной технологии обработки и не связаны с другими программами. Для развития информационного обеспечения необходима агрегация линейных программ в комплекс. В 2008 году был разработан алгоритм систематизации линейного ряда программ технологического нормирования. Создание такого алгоритма упрощает объединение линейных программ, избегая при этом генерации ошибок, обычно возникающих при усложнении технического продукта. Для апробации работы алгоритма были отобраны пять линейных программ, отражающих производство мороженой продукции из рыбы-сырца. Это программы по определению выхода разделанной рыбы, производству мороженой рыбы, определению выхода икры, производству фарша пищевого и икры полуфабриката. На базе этих программ, с использованием разработанного ранее алгоритма, был создан комплекс «Производство мороженой продукции из рыбы-сырца».

Каждая ранее созданная линейная программа имела индивидуальную базу данных. Поиск необходимых данных осуществлялся поэтапно, последовательно используя строки и столбцы одной таблицы. При создании комплекса программ все полученные данные хранятся в единой базе. Это расширяет возможности при построении запросов, существенно усложняя их структуру. При этом в одном запросе можно использовать столбцы из разных таблиц, образуя массивы данных с отчетами, где можно рассматривать различные варианты группировки и последовательности размещения данных, в зависимости от поставленной цели исследований.

Объединение программ в комплекс упрощает сбор и обработку информации, позволяет подготовить собранную информацию для аналитических исследований и использовать современные методы математического моделирования при решении задач в области технологического нормирования. В настоящее время разработанные программные продукты находятся в стадии производственной апробации и внедрения.

Список литературы:

- 1) «Проектирование информационных систем в Internet. Руководство для менеджера», Михайлов А.Г., Москва, 2000, 116 с.
- 2) «Информационное обеспечение технологического нормирования производства продукции из гидробионтов», Харенко Е.Н., Сопина А.В., Ким Э.Н., Филиппов О.А., тезисы докладов семинара «Математическое моделирование и информационные технологии в исследованиях биоресурсов мирового океана», ТИНРО-центр, Владивосток, 14-17 сентября 2004 г., 33-35 с.
- 3) «Информатизация системы отраслевого технологического нормирования: текущее состояние», тезисы докладов семинара «Математическое моделирование и информационные технологии в исследованиях биоресурсов Мирового океана», Харенко Е.Н., Сопина А.В., Ким Э.Н., Филиппов О.А., Владивосток, ТИНРО-центр, 1-3 октября, 2007г, 39-41с.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ КОЛЬСКОГО ФИЛИАЛА ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ РАН

Асминг В.Э.¹, Фёдоров А.В.¹, Евтюгина З.А.^{1,2} (Апатиты,

¹ КФ ГС РАН, Andrey_V_Fedorov@mail.ru;

² АФ МГТУ, кафедра геоэкологии, zina_evt@mail.ru)

Abstract. Kola Branch of Geophysical Service of RAS carries out a continuous seismic and infrasound monitoring of North-Western Russia and adjacent areas by means of its own network of seismic and infrasonic stations. To provide the data acquisition, transmission and access, a new system had been developed based on Russian 24 bit ADC E-24 and our own software. The software system can easily be adjusted for different hardware configurations. It has a flexible timekeeping system enabling both GPS and computer clock usage. The system can keep working when some ADCs are broken or out of operation. Data buffering helps to provide continuous data transmission under bad atmosphere conditions with temporary breaks of radio link. The system is currently in operation for Apatity seismic and infrasound arrays.

Введение

Кольский филиал Геофизической Службы РАН (КФ ГС РАН) осуществляет непрерывный сейсмический и акустический мониторинг Северо-запада России и прилегающих территорий при помощи, расположенного в 17 км от города Апатиты, сейсмоинфразвукового комплекса, состоящего из 9 вертикальных датчиков, одной трёхкомпонентной сейсмостанции и трёх микробарометров. А также установленной в здании КФ ГС РАН трёхкомпонентной длиннопериодной сейсмостанции. Связь с сейсмоинфразвуковой группой осуществляется по радиоканалу.

Часть датчиков оцифровывается с частотой дискретизации 80 Гц, остальные с частотой 40 Гц.

Для дальнейшей локации сейсмических событий и определения азимута большое значение имеет точность привязки данных ко времени (ошибка не должна превышать одного отсчёта).

Для проведения качественного сейсмического и акустического мониторинга, необходимо, чтобы оборудование, коммуникационные, и особенно, регистрирующие системы работали стабильно и надёжно. В этой связи в 2008 году в КФ ГС РАН была проведена работа по созданию новой многоканальной системы сбора и передачи данных, призванной заменить ныне существующую. Необходимость замены системы вызвана невозможностью её модернизации и расширения, а так же большим сроком её эксплуатации (более 16 лет).

Основой новой системы стали четырёхканальные аналогово-цифровые преобразователи E-24, производства компании L-Card. Достоинством этого АЦП является наличие так называемого «сухого контакта», то есть, бинарного входа, сигнал с которого передается в компьютер одновременно с оцифрованным аналоговым сигналом. Это очень упрощает привязку данных ко времени, позволяя считывать синхроимпульсы GPS-приемника.

Функционально система состоит из удаленных сборщиков и центрального компьютера, выполняющего сбор и обработку данных. Для обеспечения сбора данных, их привязки ко времени и передачи нами было разработано соответствующее программное обеспечение.

На компьютере удалённого сборщика установлена программа сбора данных с

АЦП, привязки ко времени и записи в кольцевой буфер и программа, передающая секунды данных по запросу из центра сбора данных.

На центральном компьютере сбора данных работают программы, запрашивающие данные с удалённых сборщиков и объединяющие их в один общий буфер данных. После этого производится автоматическое детектирование сигналов. Дальнейшая обработка информации производится при помощи основной программы анализа данных, используемой в КФ ГС РАН - EventLocator (1).

Подробнее упомянутые программы описаны ниже.

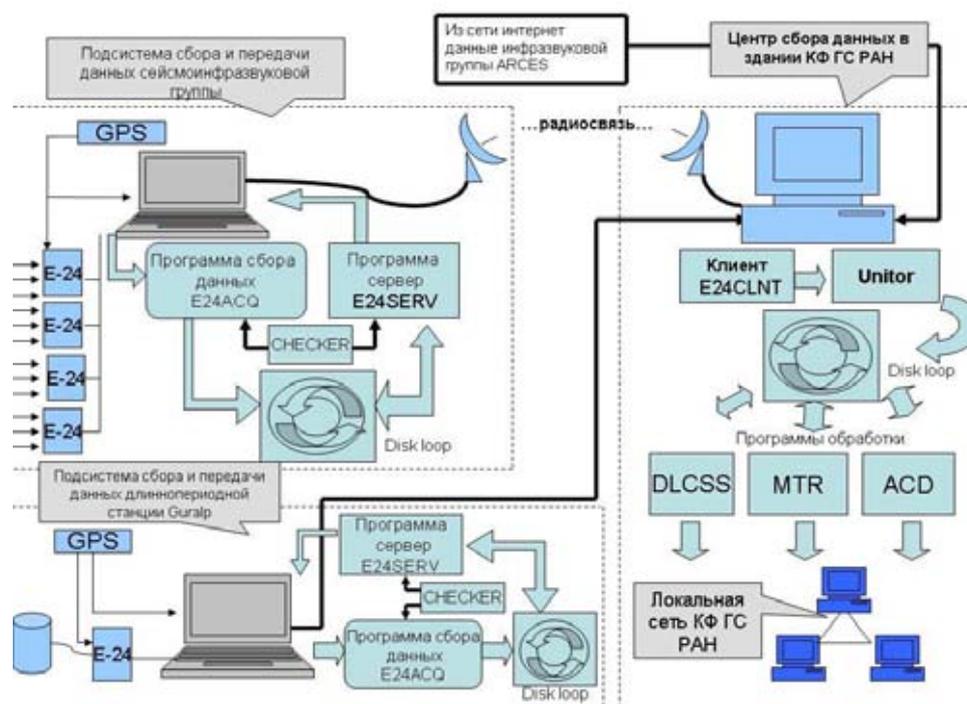


Рисунок 1. Схема системы сбора и передачи геофизических данных КФ ГС РАН.

Программа E24ACQ

E24ACQ - это программа сбора данных с АЦП E-24, привязки ко времени, сохранения в дисковом кольцевом буфере и/или файлах в формате Wavef (внутренний формат данных КФ ГС РАН). Одновременно может читать данные максимально с 9 модулей АЦП с максимальной частотой оцифровки 100 отсчетов/сек. Частоты оцифровки для разных АЦП могут быть разными.

Привязка ко времени производится с помощью GPS-приёмника типа GARMIN с выдачей данных через COM-порт. Также GPS должен уметь выдавать импульс начала секунды на цифровой вход E-24.

Импульс начала секунды передается на цифровой вход (сухой контакт) самого первого канала каждого АЦП, передающего данные в E24ACQ.

Привязка ко времени производится в любом случае, вне зависимости от того, передает ли GPS данные через COM-порт или нет (в силу отсутствия видимых спутников или других причин), в этом случае привязка производится по компьютерному времени. В wavef-файлы и в дисковый буфер программы для каждой секунды вписывается параметр, показывающий способ привязки ко времени, который был использован для данной секунды.

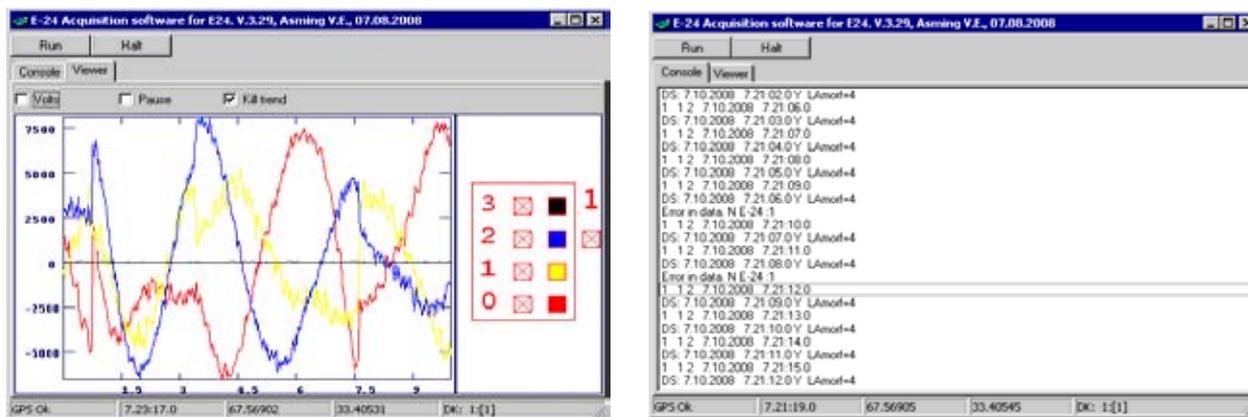


Рисунок 2. Интерфейс программы E24ACQ.

Пара программ клиент- сервер E24CLNT и E24SERV

Пара программ клиент-сервер разработана для передачи данных через радиомодемы или другие последовательные соединения.

Сервер E24SERV (рис. 1) устанавливается на удалённом компьютере-сборщике, а клиент E24CLNT – в центральном компьютере сбора данных. По запросу клиента сервер передает ему упакованные секунды данных из кольцевого буфера программы-сборщика. Клиент помещает полученные данные в собственный кольцевой буфер.

На компьютере, находящемся в центре обработки, работает несколько клиентов, получающих данные с различных серверов и записывающих их каждый в свой кольцевой буфер.

Клиент также имеет возможность автоматически запрашивать пропущенные секунды данных, если имел место разрыв связи с удалённым сборщиком.

Программа CHECKER

Для запуска программ, работающих в системе, и проверки их текущего функционирования разработана программа CHECKER. Программы, запускаемые ей, время от времени создают файлы-флаги, по факту наличия которых CHECKER делает вывод о том, что контролируемая программа работает нормально.

Принцип действия программы следующий. Раз в заданное количество секунд проверяется наличие флага контролируемой программы. Если таковой существует, CHECKER удаляет его и вновь переходит в режим ожидания. Если флага нет, это значит, что контролируемая программа не успела восстановить его с момента предыдущего удаления, то есть зависла. CHECKER останавливает эту программу и перезапускает заново.

Для включения в систему дополнительных (альтернативных) источников данных не связанных с АЦП E24, была разработана унифицированная структура дисковых буферов UniDL. К ней написаны сервисные программы – объединение нескольких кольцевых буферов в один – UNITOR и сохранение данных из буферов на постоянное хранение в формате CSS 3.0 - DLSAVER.

Заключение

Созданная в КФ ГС РАН система сбора и передачи данных обладает рядом важных преимуществ.

Во-первых, открытость, как для расширения всей системы за счёт включения новых удалённых станций, причём не обязательно связанных с АЦП E24, так и

включения в неё новых датчиков на каждом удалённом сборщике (до 36 каналов). Это делает её «гибкой» к переконфигурации.

Во-вторых, устойчивость. Выход из строя одного или нескольких модулей АЦП на любом из удалённых сборщиков не отразится на работоспособности всей системы в целом.

При возможных разрывах связи между удалённым компьютером-сборщиком и центром сбора данных данные будут продолжать буферизироваться (размер буфера выбирается пользователем) и сохраняться в формате Wavef на сборщике, а по восстановлению связи – передаваться в центр сбора.

Так же важно отметить гибкость привязки данных ко времени – в моменты, когда GPS-приёмник не видит спутник, используется компьютерное время, постоянно подстраиваемое к точному мировому в моменты присутствия спутников.

Все вышеперечисленные достоинства обуславливают надёжную работу системы и сохранность собранных данных. Это подтверждено более чем полугодовой ее эксплуатацией.

Список литературы:

- 1) Асминг В.Э. Программный комплекс для автоматизированной обработки сейсмических записей "EL". В сб. Приборы и методика геофизического эксперимента. Мурманск, изд. ООО "МИП - 999", 1997, с. 125- 132.

МОДЕЛЬ КРУГЛОЙ СМЕННОЙ РЕЖУЩЕЙ ПЛАСТИНЫ ПОВЫШЕННОЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Цыновкин А.С., Дубров Ю.С., Головач С.С. (Ростов-на-Дону, Ростовская государственная академия сельскохозяйственного машиностроения, кафедра "Технологии автоматизированного машиностроения", greyfox@list.ru)

Abstract. In work on the basis of mathematical model of a cylindrical two-layer wall, the analysis of distribution of temperatures inside of a replaceable round plate of the raised heat conductivity is spent.

Постоянное повышение требований к качеству изделий современного машиностроения заставляет более широко использовать конструкционные материалы, обладающие высокими эксплуатационными свойствами - жаропрочностью, коррозионной стойкостью, значительной удельной прочностью, а также рядом других специальных свойств.

Такие конструкционные материалы обладают низкой обрабатываемостью резанием, зависящей от особенностей их физико-механических и химических свойств, что существенно повышает износ режущих инструментов и приводит к снижению производительности, точности и качества обработки.

Наиболее перспективными при обработке на станках с ЧПУ в настоящее время являются сборные резцы с механическим креплением сменных пластин (СМП), в частности пластин круглой формы. Износостойкость неперетачиваемых пластин во многом зависит от их теплопроводности, которая может быть повышена, путем применения высокотеплопроводных медных вставок [3] (рис. 1).

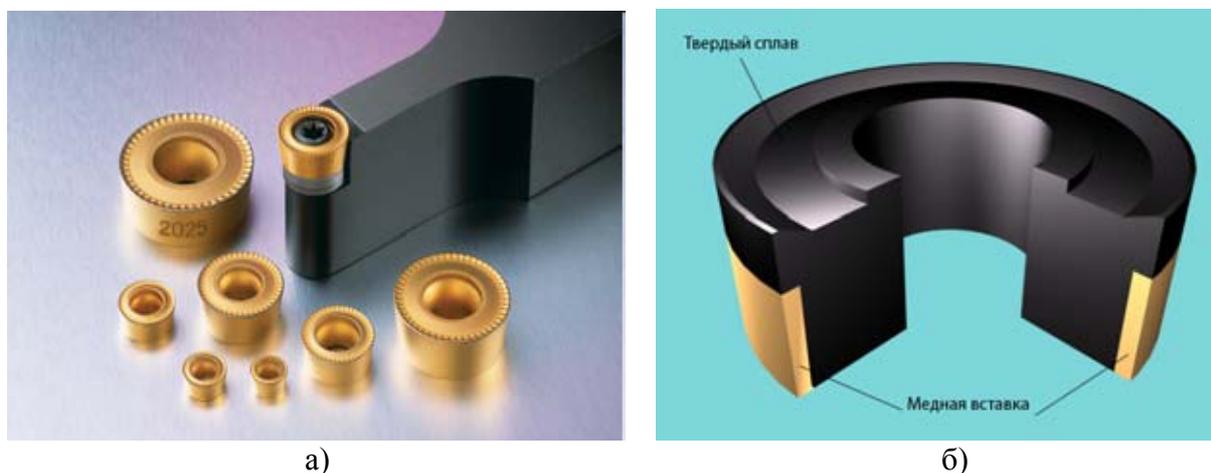


Рис. 1. а) Резец, оснащённый стандартной цилиндрической пластиной (фирмы Sandvik).
б) Круглая пластина повышенной теплопроводности.

Рассмотрим эффективность армированной медью цилиндрической пластины (пластины повышенной теплопроводности), на следующем примере расчёта [2].

Явление стационарного распространения теплоты в цилиндрической стенке (рис. 2) описывается дифференциальным уравнением теплопроводности Лапласа в форме одномерного уравнения:

$$\partial T / \partial \tau = \alpha (\partial^2 T / \partial r^2 + 1 \partial T / r \partial r); \quad d^2 T / dr^2 + 1 dT / r dr + W / \lambda = 0; \quad d^2 T / dr^2 + 1 dT / r dr = 0.$$

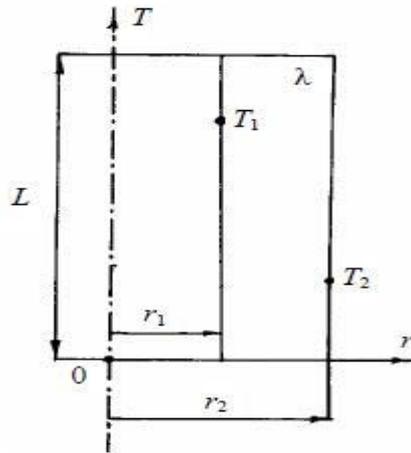


Рис. 2. Модель однослойной цилиндрической стенки

Так как температура стенки меняется только в направлении радиуса R , то можно частные производные заменить полными, т.е.:

$$d^2T/dr^2 + 1dT/dr = 0.$$

Введем переменную $U=dT/dr$, и тогда уравнение примет вид:

$$dU/dr + U/r = 0 \text{ или } dU/dr = -U/r$$

Разделим переменные $dU/U = -dr/r$ и после интегрирования последнего выражения имеем:

$$\ln U = -\ln r + \ln C_1; U = C_1/r.$$

Используя переменную, имеем:

$$T = C_1 \ln r + C_2;$$

где C_1 и C_2 – постоянные интегрирования, которые определяются из граничных условий: при $r = r_1$ $T = T_1$, а при $r = r_2$ $T = T_2$.

Таким образом, уравнение при таких граничных условиях имеет вид:

$$T_1 = C_1 \ln r_1 + C_2; T_2 = C_1 \ln r_2 + C_2$$

Решая эту систему уравнений, находим постоянные интегрирования C_1 и C_2 , и подставляя их в вышестоящее уравнение получим распределение температуры в однослойной цилиндрической стенке, которое имеет логарифмическую зависимость:

$$T = T_1 - (T_1 - T_2) / \ln r_2 / r_1 \cdot \ln r / r_1$$

Согласно полученной формулы, внутри каждого слоя температура изменяется по логарифмическому закону. Причем при направлении Q наружу, кривая расположена выпуклостью вниз, а при направлении Q внутрь цилиндра – выпуклостью вверх. Для многослойной стенки в целом температурная кривая представляет собой ломанную кривую.

Для определения теплового потока, проходящего через цилиндрический слой, воспользуемся уравнением теплопроводности Фурье:

$$Q = -\lambda(dT/dr) \cdot F = -\lambda(dT/dr) \cdot 2\pi rL$$

Продифференцировав уравнение распределения температуры по радиусу r , получим:

$$dT/dr = -((T_1 - T_2)/\ln r_2/r_1) \cdot (1/r_1) \cdot 1/r/r_1 = -((T_1 - T_2)/\ln r_2/r_1) \cdot (1/r)$$

Отсюда,

$$Q = 2\lambda\pi L(T_1 - T_2)/\ln r_2/r_1 = \pi L(T_1 - T_2)/((1/2\lambda) \cdot \ln r_2/r_1)$$

Или

$$Q = \pi L(T_1 - T_2)/((1/2\lambda) \cdot \ln d_2/d_1) = \pi L(T_1 - T_2)/R_{\sigma}$$

Многослойная цилиндрическая стенка состоит из нескольких разнородных слоев. Диаметры и коэффициенты отдельных слоев двухслойной цилиндрической стенки показаны на рисунке 3.

При стационарном тепловом режиме через все слои проходит один и тот же тепловой поток Q . Однако площади поверхностей внутренней F_1 , внешней F_3 и промежуточной F_2 цилиндрической стенки различны.

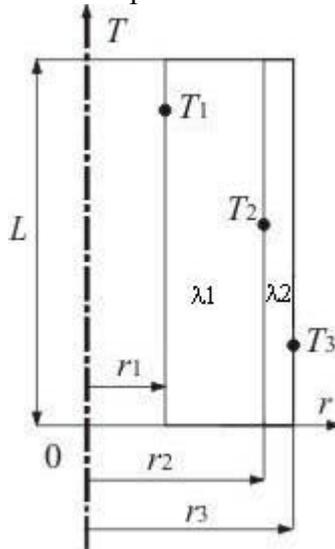


Рис. 3. Модель двухслойной цилиндрической стенки.

Поэтому различными получаются и значения удельных тепловых потоков:

$$q_1 = Q/F_1; \quad q_2 = Q/F_2; \quad q_3 = Q/F_3.$$

Взаимная связь между удельными тепловыми потоками системы определяется соотношением :

$$q_L = Q/L = q_1\pi d_1 = q_2\pi d_2 = q_3\pi d_3,$$

где L – длина цилиндрической стенки.

Поэтому для каждого слоя можно записать:

$$Q = \pi L(T_1 - T_2)/((1/2\lambda_1) \cdot \ln(d_2/d_1)) = \pi L(T_1 - T_2)/R_{\sigma 1};$$

$$Q = \pi L(T_2 - T_3)/((1/2\lambda_2) \cdot \ln(d_3/d_2)) = \pi L(T_2 - T_3)/R_{\sigma 2}.$$

где $R_{\sigma 1}$ и $R_{\sigma 2}$ внутренний и наружный радиусы цилиндрической стенки.

Из этих уравнений рассчитывается температурный перепад ΔT в каждом слое, а сумма этих перепадов составляет полный температурный напор, из которого определяется тепловой поток Q :

$$Q = \pi L(T_1 - T_3)/((1/2\lambda_1) \cdot \ln d_2/d_1 + (1/2\lambda_2) \cdot \ln d_3/d_2) = \pi L(T_1 - T_3)/R_{\sigma 1} + R_{\sigma 2}$$

Рассматривая данную многослойную стенку как сечение режущей пластины, определим среднюю температуру в зоне резания [1]:

$$T_3 = \frac{T_{i\text{н}} \cdot l_i + T_{c\text{н}} \cdot l_c}{l_i + l_c}$$

где T_{ncp} – температура на передней поверхности резца, С; $T_{зcp}$ – температура на задней поверхности резца, С; l_n – длина передней поверхности, мм; l_3 – длина задней поверхности, мм.

А общий тепловой поток Q можно записать в виде: $q_i = Q_{эф}/F_i$, (Вт/м²)

$$Q_{эф} = P_z \cdot V / 60 \cdot 1020, \text{кВт}$$

В качестве примера приводим расчёт для следующих режимов резания – $V = 100$ м/мин; $S = 0,15$ мм/об; $t = 2$ мм (Т15К6 – Сталь 45; ВК6 – 20ХН3А; ВК8 – 30ХГСА).

Величины радиусов $r_1 = 3,5$ мм, $r_2 = 14,5$ мм, $r_3 = 16$ мм. Для стандартных пластин $\lambda_1 = \lambda_2$ – теплопроводность инструментальных материалов. Для пластины с медной вставкой λ_1 – теплопроводности инструментальных материалов, $\lambda_2 = 361$ Вт/(м*С) – теплопроводность меди (рис.3). Результаты расчёта сведены в таблицу 1.

Распределение температур в пластинах

Табл.1

Инструментальный материал	Конструкционный материал	Стандартная пластина, С			Пластина с медными вставками, С		
		T ₃	T ₂	T ₁	T ₃	T ₂	T ₁
Т15К6	Сталь 45	652	647	628	652	651	636
ВК6	20ХН3А	647	644	638	647	646	641
ВК8	30ХГСА	627	624	617	627	626	621

Как показывают результаты расчёта, в случае использования медной вставки в круглой неплетачиваемой твёрдосплавной пластине температура в точке T₁ выше. Это достигается за счёт более эффективного отвода теплоты из зоны резания вследствие повышения эквивалентной теплопроводности в пластине новой конструкции.

Список литературы:

- 1) Резников А.Н. Теплофизика процессов механической обработки материалов/ А.Н. Резников. – М.: Машиностроение, 1981. – 279 с.
- 2) Фокин В.М., Бойков Г.П., Видин Ю.В. Основы энергосбережения в вопросах теплообмена. – М:Машиностроение, 2005. – 143с.
- 3) Цыновкин А.С. Исследование зависимости температурного удлинения резца от теплопроводности инструментального материала / Известия ОрёлГТУ 3-3/271(546) стр.19 / Орёл, 2008 – 84с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО И КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫМ ИМУЩЕСТВОМ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Юшкевич Е.Е. (Екатеринбург, Уральский государственный экономический университет, кафедра менеджмента и рекламы, lukelly@mail.ru)

Abstract. In article is considered the problem of rational management by the state property on the basis of use of game model of the co-operative interactions revealing problems of dynamic rationality and influence on processes of a choice of institutional structures. The decision of a problem the author sees in construction the agent-based model, allowing to spend simulations of interaction of economic agents in the field of management of the state property.

Особой функцией сложных систем, к которым, относится и государственная собственность, является управление, которое непосредственно направлено на упорядочение, сохранение и повышение целостности системы, ее организации, на повышение эффективности целенаправленной деятельности.

Применительно к государственной собственности процесс управления имеет ряд существенных особенностей, обусловленных распределенным характером объектов управления (многие объекты государственной собственности разнесены территориально и разобщены ведомственно) и нормативно-правовыми ограничениями на выбор управляющих воздействий. Это приводит к необходимости научной проработки путей совершенствования процесса управления.

В теории принятия решений проблема рационального управления сложными динамическими объектами является центральной. Для ее решения используются методы оптимального управления, математического программирования, исследования операций, теории вероятностей, теории игр, экспертные методы и т.д.

Математическое обеспечение принятия решений в области управления государственной собственностью должно удовлетворять следующим основным требованиям:

- открытость, т.е. способность к развитию в результате совершенствования методов; многоцелевость, т.е. исследование, анализ и оценка эффективности объектов управления различного назначения, а также максимальное разнообразие возможностей, необходимых для использования во вновь возникающих задачах;
- возможность творческого вмешательства лиц, принимающих решения, в процесс подготовки альтернативных вариантов управленческих решений;
- способность своевременно выработать обоснованные рекомендации для принятия решений.

Общая методологическая структура процесса подготовки и выбора рациональных управленческих решений, используемая в теории управления, применима и в управлении государственной собственностью. Она заключается в последовательном сокращении числа рассматриваемых вариантов (альтернатив) путем постепенного исключения худших по некоторым признакам (показателям). Для этого вначале из универсального множества альтернатив формируется исходное множество (ИМА), а затем, на его основе – допустимое множество альтернатив (ДМА), в пределах которого ищется оптимальное решение.

Анализ научных методов, используемых для решения задач принятия управленческих решений, позволяет выделить три подхода, применимых к задачам в области управления государственным имуществом:

- объединение (агрегирование) множества критериев путем введения единого критерия, позволяющего полностью упорядочить ИМА по их предпочтительности;
- нахождение для ИМА пусть не полного, а частичного упорядочения, но более информативного, чем просто объединение не противоречащих друг другу предпочтений, устанавливаемых в соответствии с каждым из привлекаемых для этого критериев;
- последовательная выработка итерационным путем одного или нескольких компромиссных решений на основе локальных предпочтений лица, принимающего решения.

Эффективность использования форм управления обеспечивается также установлением их процессуальной формы. Иными словами, управленческая деятельность должна быть формализована: должны быть четко определены основания совершения управленческих действий, необходимость их совершения, важнейшие этапы разработки проектов решений, процедуры голосования и принятия, контроля исполнения.

Определив специфику принятия решений в области управления государственной собственностью, необходимо обратиться к вопросу о методе. Математический аппарат, традиционно используемый экономистами (дифференциальное исчисление), вряд ли приемлем в качестве базового метода при анализе взаимодействий в процессе интеграции. Главным образом потому, что использование этого аппарата обосновывается рядом утверждений из «жесткого ядра» неоклассики: полной рациональностью индивидов; существованием, единственностью и Парето-оптимальностью равновесия; экзогенным характером предпочтений, описываемых ординалистской теорией предельной полезности.

На наш взгляд, более целесообразно строить формальные модели интеграции корпоративных и государственных структур в области управления государственным имуществом на основе теории игр. Во-первых, теория игр занимается анализом ситуаций, в которых поведение индивидов взаимообусловлено, т.е. решение каждого из них оказывает влияние на результат взаимодействия; во-вторых, теория игр не требует полной рациональности индивидов; в-третьих, данная теория не предполагает существования, единственности и Парето-оптимальности равновесия во взаимодействиях.

В качестве игровой модели кооперативных взаимодействий целесообразно использовать модель описания игры в форме характеристической функции, принятой в теории кооперативных игр. В теории кооперативных игр разделяют игры с нетрансферабельной полезностью (НТП), в которых запрещена передача полезности между игроками, и игры с трансферабельной полезностью (ТП), в которых такая передача разрешена. В практике управления государственным имуществом возможны обе эти ситуации, поэтому необходимо использовать результаты, полученные как для ТП-игр, так и для НТП-игр.

Определим характеристическую функцию для ТП-игр. Характеристической функцией игры n лиц называется вещественнозначная функция $v(T)$, определенная на подмножествах $T \subset N = \{1 \dots n\}$, такая, что $v(\emptyset) = 0$. Игра полностью описывается множеством игроков N и характеристической функцией v .

Содержательно характеристическая функция определяет полезность, получаемую коалицией T (если в процессе игры такая коалиция образовалась) при рациональных действиях ее участников.

Среди концепций решения, используемых теорией кооперативных игр, одной из наиболее распространенных является концепция С-ядра. Анализ С-ядра особенно важен, если мы хотим определить условия, при которых в игре возможна полная кооперация игроков, т.е. образование коалиции N , состоящей из всех игроков.

С-ядро определяется как множество таких распределений полезности $v(N)$ максимальной коалиции N между всеми игроками, при которых любая потенциальная коалиция $T \subset N$ не может гарантировать более выгодного для них распределения полезности $v(T)$, которую коалиция T могла бы получить, отделившись от максимальной коалиции N .

Достоинством С-ядра как концепции решения является его простота и содержательность. Рациональные игроки должны образовывать максимальную коалицию, поскольку только коалиция N может дать им доход, не доминируемый никакой другой коалицией. С точки зрения управления системой такое поведение очень важно, поскольку только в этом случае активную систему можно представить как единый организм, деятельность которого направлена на достижение одной цели. Этой целью является максимизация суммарной полезности системы. Среди прочих целей центра можно назвать выполнение активными элементами плана, сообщение достоверной информации и т.д.(1). Влияние кооперативных взаимодействий на достижение этих целей необходимо анализировать в каждом конкретном случае.

Не отрицая в целом правомерность такого подхода, следует, однако, отметить, что авторы значительно сужают характеристики сложившейся экономической ситуации. На наш взгляд, надо помнить, что в процессе предоставления государственного имущества в пользование одна сторона – государство – определяет порядок и условия, на которых она предполагает передать объекты собственности в пользование (вопросы организационного и юридического характера), а другая сторона – корпорация – добровольно решает, подходят ли ей эти условия, и при положительном решении заявляет свою готовность приступить к использованию объекта государственной собственности. В этой ситуации принципалом (поручителем) выступает государство, которое принимает решение в условиях определенных социальных ограничений, поэтому встает проблема критерия оптимальности выбора формы управления. Эту проблему можно решить следующим образом: государство как агент будет стремиться к индивидуальной полезности, в качестве ее индикаторов могут выступать: рост национального богатства; повышение благосостояния населения; увеличение занятости; снижение темпов инфляции; оптимизация платежного баланса. Домашние хозяйства и корпоративные субъекты также были бы в некоторой степени удовлетворены при достижении социальных индикаторов, однако свою заинтересованность они проявляют в меньшей степени, и пойдут на взаимодействие только если в его результате будут удовлетворены их функции индивидуальной полезности. Тогда критерием оптимальности является сумма индивидуальных полезностей всех агентов. А далее формируется оптимизационная задача на нахождение максимума данной суммарной функции. Причем каждый агент стремится выбрать себе такого партнера, который согласится на взаимодействие с минимальным (по значению функции предпочтения) отклонением от оптимального значения. Таким образом, он упорядочивает всех контрагентов по этому параметру. Взаимодействие осуществляется тогда, когда оба участника придут к соглашению. В этой связи возникает потребность отказаться от традиционного моделирования посредством максимизации функции полезности в пользу нестандартного моделирования ограниченной рациональности, посредством применения технологий искусственного интеллекта.

Современные персональные компьютеры позволяют решать модели большой размерности и выявлять проблемы динамической рациональности и воздействие на процессы выбора институциональных структур. В этой связи необходимо упомянуть про новое направление в прикладной экономике «Вычислимой экономике агентов» (Agent-based Computational Economics, ACE) основой которого является моделирование виртуального мира, «населенного» автономными экономическими агентами.

Таким образом, можно говорить о возможности моделирования процессов интеграционного взаимодействия корпоративных и государственных структур с помощью применения агент-ориентированных моделей (АОМ), под которыми понимают специальный класс вычислимых моделей, основанных на индивидуальном поведении агентов, создаваемых для компьютерных симуляций. Основная идея, лежащая в основе агент-ориентированных моделей заключается в построении «вычислительного инструмента» (представляющего собой набор агентов с определенным набором свойств), позволяющего проводить симуляции реальных явлений. Конечная цель процесса по созданию АОМ – отследить влияние флуктуаций агентов, действующих на микроуровне, на показатели макроуровня. Считается, что АОМ дополняют традиционные аналитические методы. Последние позволяют нам охарактеризовать равновесие системы, а АОМ позволяют исследовать возможность получения такого состояния. Модели класса CGE (Computer General Equilibrium – общего равновесия) сами по себе являются новым направлением в прикладной экономике, получившим широкое распространение.

CGE модели можно определить в трех ключевых аспектах. Во-первых, они включают в себя экономических агентов, результаты деятельности которых, находят отражения во всей экономической системе. Именно поэтому CGE модели называются общими. Обычно в число агентов входят домашние хозяйства, фирмы и правительства. Во-вторых, CGE модели включают в себя систему нелинейных уравнений, посредством решения которой, достигается равновесие на рынке каждого товара, услуги и фактора производства. Благодаря этому модели становятся равновесными. В-третьих, модели выдают количественные результаты, что позволяет называть их вычислимыми.

Для создания такой модели, в которой осуществляется оптимальный выбор субъектов взаимодействия в сфере управления государственным имуществом можно выделить следующих агентов:

- экономический агент №1 – государственный сектор экономики. Сюда входят предприятия, доля государственной собственности в которых более 50;
- экономический агент №2 – рыночный сектор, состоящий из легально существующих предприятий и организаций с частной и смешанной формами;
- экономический агент №3 – общество, объединяющее в себе домашние хозяйства России, этот экономический агент представлен в модели совокупностью «виртуальных обществ», которые принимают различные решения исходя из сложившейся экономической ситуации.
- экономический агент №4 – правительство, представленное совокупностью федерального, региональных и местных правительств, а также внебюджетными фондами.

Необходимый толчок системе интересов конкурентных структур к поиску и формированию инновационных факторов дает система государственных интересов, вводя соответствующие ограничения пользования. С учетом этого вывода может быть сформирована методика развития интеграционных форм управления государственным имуществом.

Список литературы:

- 1) Новиков Д., Петраков С. Курс теории активных систем. М., 2000.
- 2) Макаров В.Л. Коллективные блага в АОМ// Интеллектуальные общества. 2007. Т. 2. №1.
- 3) Олейник А.Н. Институциональная экономика. М., 2005.

СИНТЕЗ УПРАВЛЕНИЙ НЕЛИНЕЙНЫМИ ОБЪЕКТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТА МАТРИЧНЫХ ОПЕРАТОРОВ*

Акименко Д.А., Нежелский П. Н. (Калуга, Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, каф. Систем автоматического управления, e-mail: sau@bmstu-kaluga.ru, theroland@yandex.ru)

Abstract. In the article is considered the problem of synthesis of the low control by nonlinear object. Application of the concept of return problems of dynamics and method of matrix operators to reduce a problem to a problem of parametrical optimization. The considered approach allows to construct algorithm of calculation of best values of parameters of the governor taking into account a modification of parameters of object of control.

Введение. Движение многих объектов и систем часто должно происходить по изначально назначенным траекториям. Подобного рода задачи возникают при управлении роботами-манипуляторами, при стабилизации скорости вращения турбин и т. д. В последнем случае желаемая траектория выхода объекта в режим стабилизации (желаемое быстродействие системы) выбирается и задается, прежде всего, исходя из безопасности функционирования элементов турбины и ее системы регулирования. Решить данные задачи можно, как задачи слежения, используя методы синтеза оптимальных систем: принцип максимума, динамическое программирование, L – проблеме моментов и др. Однако можно также использовать подход, основанный на концепции обратных задач динамики. В данной работе предлагает один из возможных подходов к синтезу управлений нелинейными объектами основанный на указанной концепции, используется аппарат матричных операторов.

Постановка задачи. Задана система, включающая в себя объект управления и регулятор с заданной структурой, описываемая уравнением вида

$$\frac{d^n}{dt^n} x(t) + \sum_{v=\theta}^{n-1} a_v(t, \mathbf{P}) \frac{d^v}{dt^v} x(t) + \sum_{k=2}^N c_k(t, \mathbf{P}) x^k(t) = \sum_{\mu=0}^m b_\mu(t, \mathbf{P}) \frac{d^\mu}{dt^\mu} y(t). \quad (1)$$

Задан эталонный выходной сигнал $x_s(t)$. Необходимо синтезировать входной сигнал $y(t)$ и определить числовые значения параметров \mathbf{P} регулятора из условия реализации на выходе сигнала максимально приближенного по определенному критерию к заданному эталонному сигналу. Начальные условия принимаем нулевыми.

Решение задачи. Искомый сигнал представим в виде

$$y(t) = \sum_{s=0}^l c_s^y \psi_s^y(t), \quad (2)$$

где $\psi_s^y(t)$ – некоторая система базисных линейно независимых функций.

Таким образом, задача состоит в нахождении вектора неизвестных коэффициентов $\mathbf{C}^y = [c_0^y \ \dots \ c_l^y]^T$ и параметров регулятора \mathbf{P} .

Для решения задачи перейдем от нелинейного дифференциального уравнения (1) к интегральному уравнению Фредгольма 2-го рода с учетом (2) можно записать

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калужской области (грант № 09-01-97506)

$$x(t) + \int_0^T K_x(\mathbf{P}, t, \tau) x(\tau) d\tau + \sum_{k=2}^N \int_0^T K_{x^k}(\mathbf{P}, t, \tau) x^k(\tau) d\tau \approx \sum_{s=0}^l c_s^y \int_0^T K_y(\mathbf{P}, t, \tau) \psi_s^u(\tau) d\tau, \quad (3)$$

где

$$K_x(\mathbf{P}, t, \tau) = 1(t-\tau) \cdot \left\{ \sum_{v=0}^{n-1} \frac{(-1)^v}{(n-1)!} \frac{d^v}{d\tau^v} [a_v(\tau, \mathbf{P})(t-\tau)^{n-1}] \right\},$$

$$K_{x^k}(\mathbf{P}, t, \tau) = 1(t-\tau) \cdot \left\{ \frac{1}{(n-1)!} c_k(\tau, \mathbf{P})(t-\tau)^{n-1} \right\},$$

$$K_u(\mathbf{P}, t, \tau) = 1(t-\tau) \cdot \left\{ \sum_{\mu=0}^m \frac{(-1)^\mu}{(n-1)!} \frac{d^\mu}{d\tau^\mu} [b_\mu(\tau, \mathbf{P})(t-\tau)^{n-1}] \right\}.$$

Уравнение (3) можно также записать относительно спектральных характеристик входного и выходного сигналов в выбранном ортонормированном базисе $\Phi(t) = [\varphi_0(t) \dots \varphi_p(t)]^T$:

$$\mathbf{C}^x + \tilde{\mathbf{A}}_x(\mathbf{P})\mathbf{C}^x + \sum_{k=2}^N \mathbf{A}_{x^k}(\mathbf{P})\mathbf{C}^{x^k} = \sum_{s=0}^l c_s^y \mathbf{A}_y(\mathbf{P})\mathbf{C}^{\psi_s}. \quad (4)$$

Здесь элементы вектор - столбцов \mathbf{C}^x , \mathbf{C}^{x^k} и \mathbf{C}^{ψ_s} соответственно определяются по формулам

$$c_i^x = \int_0^T x(\tau) \varphi_i(\tau) d\tau; \quad c_i^{x^k} = \int_0^T x^k(\tau) \varphi_i(\tau) d\tau;$$

$$c_i^{\psi_s} = \int_0^T \psi_s(\tau) \varphi_i(\tau) d\tau; \quad i = 0, \dots, l; \quad k = 2, \dots, N; \quad s = 0, \dots, l,$$

а элементы матриц $\tilde{\mathbf{A}}_x(\mathbf{P})$, $\mathbf{A}_{x^k}(\mathbf{P})$ и $\mathbf{A}_y(\mathbf{P})$:

$$\tilde{a}_{ij}^x(\mathbf{P}) = \int_0^T \int_0^T K_x(\mathbf{P}, t, \tau) \varphi_i(t) \varphi_j(\tau) d\tau dt, \quad a_{ij}^{x^k}(\mathbf{P}) = \int_0^T \int_0^T K_{x^k}(\mathbf{P}, t, \tau) \varphi_i(t) \varphi_j(\tau) d\tau dt,$$

$$a_{ij}^y(\mathbf{P}) = \int_0^T \int_0^T K_y(\mathbf{P}, t, \tau) \varphi_i(t) \varphi_j(\tau) d\tau dt, \quad i = 0, \dots, p, \quad j = 0, \dots, l.$$

Искомые вектора \mathbf{C}^y и \mathbf{P} можно найти, если сформировать невязку между левой и правой частями выражения (4), при условии, что вместо входного сигнала используется эталонный сигнал. Соответственно имеем

$$\mathbf{E}(\mathbf{C}^y, \mathbf{P}) = \mathbf{C}^{x_s} + \tilde{\mathbf{A}}_x(\mathbf{P})\mathbf{C}^{x_s} + \sum_{k=2}^N \mathbf{A}_{x^k}(\mathbf{P})\mathbf{C}^{x_s^k} - \sum_{s=0}^l c_s^y \mathbf{A}_y(\mathbf{P})\mathbf{C}^{\psi_s}.$$

На основе данной невязки соответственно можно сформировать квадратичную целевую функцию вида $J(\mathbf{C}^y, \mathbf{P}) = [\mathbf{E}^T(\mathbf{C}^y, \mathbf{P})\mathbf{E}(\mathbf{C}^y, \mathbf{P})]^{\frac{1}{2}}$. В результате исходная задача сводится к задаче параметрической оптимизации.

Следует отметить, что рассмотренный подход позволяет построить алгоритм расчета оптимальных значений параметров регулятора с учетом изменения параметров объекта управления (робастных регуляторов), который заключается в построении множества невязок $\mathbf{E}(\mathbf{C}^y, \mathbf{P})$ и формировании соответствующей целевой функции. Рассмотренный алгоритм применим и для решения задач синтеза в статистической постановке.

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПО ОТНОШЕНИЮ К ЗАПАЗДЫВАНИЮ*

Мельников Д.В., Корнюшин Ю.П., (г. Калуга, Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, каф. «Системы автоматического управления», E-mail: sau@bmstu-kaluga.ru, theroland@yandex.ru)

Abstract. In work the algorithm of parametrical synthesis of nonlinear systems of automatic control is offered in view of uncertainty in relation to delay, thus the statistical approach to uncertainty is used.

Наиболее распространенной в настоящее время математической моделью автоматической системы являются дифференциальные уравнения, связывающие выходные (или фазовые) координаты системы с входными воздействиями и возмущениями. При детальном выяснении связей между входом и выходом системы оказывается, что фактически аргументы выходных координат и их производных имеют смещения (запаздывания), причем характер смещений может быть весьма разнообразным. В реальных задачах неизбежно присутствует неопределенность по отношению к запаздываниям, которые могут существенно влиять на динамику всей системы. Поэтому синтез регуляторов систем автоматического управления с учетом неопределенности по отношению к запаздыванию является весьма актуальной задачей. Если для системы, включающей регулятор и объект выбрать некоторую ее характеристику, определяющую качество ее функционирования, то регулятор является робастным относительно этой характеристики, если ею обладает любая из множества объектов, задаваемых неопределенностью. Но такой минимаксный подход решения задачи робастного синтеза в инженерной практике находит значительные трудности. Поэтому в работе предлагается алгоритм синтеза систем с неопределенностью по отношению к запаздываниям, использующий вероятностный подход к робастности [1].

Систему дифференциальных уравнений с отклоняющимися аргументами можно привести к виду, являющемуся аналогом известной нормальной формы Коши для дифференциальных уравнений без отклонений аргумента. Используя векторные обозначения можно записать

$$dX/dt = f(t, X(t), X(t - \tau_1), \dots, X(t - \tau_r), Y, K), X(0) = 0, \quad (1)$$

где $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ – вектор фазовых координат;

$f = (f_1, f_2, \dots, f_n)$ – вектор правых частей системы уравнений;

$Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$ – входные воздействия, действующие на систему,

$\tau = (\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_r)$ – отклонения аргументов;

$K = (K_1, K_2, \dots, K_r)$ – параметры системы управления, подлежащие определению.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калужской области (грант № 07-01-96414)

Будем предполагать, параметры $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_s$ принадлежат множеству $T \subset R^l$. Чаще всего каждый из параметров меняется независимо в своем диапазоне (интервале неопределенности):

$$T = \left\{ \tau \in R^l \mid \tau_m \leq \tau \leq \tau_M \right\}.$$

Пусть на множестве $T \subset R^l$ задана вероятностная мера (во многих практических задачах неопределенные параметры действительно имеют вероятностную природу по своему происхождению или способу их оценки). Для простоты будем считать, что задана плотность вероятности $f_T(\tau)$, $\tau \in T$. Если эта плотность не задана по физическому смыслу задачи, то для ограниченного множества T естественно брать равномерную плотность. Таким образом, неопределенные параметры $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_s$ рассматриваются как случайные некоррелированные величины с известными законами распределения.

Относительно правых частей (1) будем предполагать, что существует область Ω значений параметров K_1, K_2, \dots, K_m , имеющая непустую общую часть с областью Ω_d допустимых значений этих параметров, причем для любой точки $(K_1, K_2, \dots, K_m) \in \Omega_d$ существует единственное решение (1) для любых значений параметров $\tau \in R^l$.

Требуется определить оптимальные параметры системы управления K_1, K_2, \dots, K_m согласно выбранному критерию качества. Предположим, что имеется характеристика качества процесса управления которую можно задать положительным функционалом (критерий качества),

$$I(X_1, X_2, \dots, X_n) \geq 0, \quad (2)$$

определенный на множестве решений системы (1) и характеризующий качество процесса управления таким образом, что процесс управления считается лучшим, если функционал принимает меньшее значение.

Можно использовать другую характеристику качества, рассмотрев вероятность того, что значения функционала будут лежать в заданном интервале

$$P[0 \leq I \leq I_n] = P(K_1, K_2, \dots, K_m). \quad (3)$$

В случае использования критерия (2) параметры $K_1^*, K_2^*, \dots, K_m^*$ будут оптимальными, если

$$I(K_1^*, K_2^*, \dots, K_m^*) = \min_{\Omega \cap \Omega_d} I(K_1, K_2, \dots, K_m). \quad (4)$$

Если используется критерий (3), то оптимальными значениями будут такие, что

$$P(K_1^*, K_2^*, \dots, K_m^*) = \max_{\Omega \cap \Omega_d} P(K_1, K_2, \dots, K_m). \quad (5)$$

Функции X_1, X_2, \dots, X_n в общем случае зависят от начальных условий, случайных параметров $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_s$ и параметров системы управления K_1, K_2, \dots, K_m .

При фиксированных начальных условиях функции X_1, X_2, \dots, X_n , будут зависеть только от t параметров $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_s, K_1, K_2, \dots, K_m$.

Следовательно, при фиксированных значениях t критерий качества $I(X_1, X_2, \dots, X_n)$ можно рассматривать как функцию переменных $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_s, K_1, K_2, \dots, K_m$, т.е.

$$I(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_s, K_1, K_2, \dots, K_m). \quad (6)$$

Для того чтобы получить характеристику качества системы управления, не зависящую от случайных параметров, необходимо произвести осреднение, т.е. перейти к математическому ожиданию

$$M(I) = M[I(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_s, K_1, K_2, \dots, K_m)] = G(K_1, K_2, \dots, K_m). \quad (7)$$

Математическое ожидание функционала I по случайным величинам $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_s$, будет функцией лишь параметров системы управления.

Будем предполагать, что $\Omega \cap \Omega_d$ является замкнутой, а функция $G(K_1, K_2, \dots, K_m)$ непрерывной в любой точке $(K_1, K_2, \dots, K_m) \in \Omega \cap \Omega_d$. Эти условия обеспечивают существование оптимальных значений $(K_1^*, K_2^*, \dots, K_m^*) \in \Omega_d \cap \Omega$ по критерию (4). Точно такие же условия необходимо налагать на область $\Omega_d \cap \Omega$ и в случае использования критерия (5), так как непрерывная функция достигает в замкнутой области своего наибольшего и наименьшего значений (теорема Вейерштрасса).

Расчет значений функции G представляет собой вычисление математических ожиданий критерия качества при различных значениях параметров K_1, K_2, \dots, K_m . Эти математические ожидания предлагается найти методом детерминированных эквивалентов анализа нелинейных стохастических систем [2]. В результате расчетная формула вычисления функции G для j -ой итерации будет иметь следующий вид:

$$G(K_1^j, K_2^j, \dots, K_m^j) \approx \sum_{k_1=1}^{q_1} \dots \sum_{k_l=1}^{q_s} A_{k_1}^{\tau_1} \dots A_{k_s}^{\tau_s} I(\tau_{1k_1}, \tau_{2k_2}, \dots, \tau_{sk_s}, K_1^j, K_2^j, \dots, K_m^j). \quad (8)$$

где $\tau_{1k_1}, \tau_{2k_2}, \dots, \tau_{sk_s}$, $k_1 = \overline{1, q_1}$, $k_2 = \overline{1, q_2}$, $k_l = \overline{1, q_s}$ – совокупность чисел, являются некоторыми выборками случайных величин $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_s$ соответственно;

$A_{k_1}^{\tau_1}, \dots, A_{k_s}^{\tau_s}$ – некоторые коэффициенты, которые определяются в зависимости от плотности распределения каждой случайной величины;

$I(\tau_{1k_1}, \tau_{2k_2}, \dots, \tau_{sk_s}, K_1^j, K_2^j, \dots, K_m^j)$ – значения функционала при конкретных значениях случайных величин $\tau_{1k_1}, \tau_{2k_2}, \dots, \tau_{sk_s}$, $k_1 = \overline{1, q_1}$, $k_2 = \overline{1, q_2}$, $k_l = \overline{1, q_s}$, и определяются через реализации выходного сигнала $X(Y; \tau_{1k_1}, \tau_{2k_2}, \dots, \tau_{lk_l}, K_1^j, K_2^j, \dots, K_m^j)$ при соответствующих значениях случайных величин путем численного дифференцирования исходной системы.

Коэффициенты $A_{k_1}^{\tau_1}, \dots, A_{k_s}^{\tau_s}$ рассчитываются по следующим формулам

$$A_{k_z}^{\tau_z} = \frac{a_{q_z}}{a_{q_z-1}} \frac{1}{P_{q_z}^{\tau_z}(\tau_{zk_z}) P_{q_z-1}^{\tau_z}(\tau_{zk_z})}, \quad z = \overline{1, s}, \quad k_z = \overline{1, q_s},$$

где τ_{zk_z} – корни многочленов $P_{q_z}^{\tau_z}$ $z = \overline{1, s}$, $k_z = \overline{1, q_s}$ ($\mathbf{P}^{\tau_z} = \{P_0^{\tau_z}, P_1^{\tau_z}, \dots, P_{q_z-1}^{\tau_z}, P_{q_z}^{\tau_z}\}$) – система ортонормированных полиномов с весом равным плотности распределения случайной величины τ_z); a_{q_z} – старший коэффициент $P_{q_z}^{\tau_z}$; a_{n-1} – старший коэффициент $P_{q_z-1}^{\tau_z}$.

Переход от $K_1^j, K_2^j, \dots, K_m^j$ к $K_1^{j+1}, K_2^{j+1}, \dots, K_m^{j+1}$ осуществляется согласно используемому методу нахождения минимума (максимума) функции многих переменных. Далее, рассчитывается $G(K_1^{j+1}, K_2^{j+1}, \dots, K_m^{j+1})$ и сравнивается с $G(K_1^j, K_2^j, \dots, K_m^j)$, если

$$\left| G(K_1^{j+1}, K_2^{j+1}, \dots, K_m^{j+1}) - G(K_1^j, K_2^j, \dots, K_m^j) \right| < \delta,$$

то вычисления прекращаются, если условие не выполняется, то осуществляется переход к новым параметрам и т.д.

Далее оценивается вероятность «качественной» работы системы, например, согласно алгоритмам, описанным в [1, 3].

При определении оптимальных параметров, необходимо использовать такие методы нахождения экстремумов функций многих переменных, чтобы число итераций было как можно меньше, т.к. и их количество определяет число интегрирований системы дифференциальных уравнений (1), а, следовательно, и общую трудоемкость нахождения оптимальных параметров. Поэтому рекомендуется использовать модифицированный градиентный метод с информацией о функции G , обеспечивающий сходимость к минимуму независимо от начального приближения. В случае применения градиентных методов необходимо иметь в виду, что функция G может иметь несколько минимумов, по методу градиента находится один из возможных, поэтому если первый найденный минимум оказывается неудовлетворительным (не выполняется условие требуемого качества), то нужно взять в качестве начального значения точку, достаточно удаленную от оптимальной, и исходя из нового начального значения, определить новую оптимальную точку. В случае если оптимум единственный, то оптимальные точки будут совпадать, что будет указывать на необходимость изменения структурной схемы системы управления, так как в этом случае все возможности старой схемы системы управления оказываются исчерпанными. Попытки применения методов глобального поиска экстремума для решения задачи оптимизации многомерных систем, описываемых уравнениями высокого порядка при нескольких неопределенных параметрах, приводят к объему вычислительных работ того же порядка что и метод статистических испытаний.

Предложенный алгоритм синтеза робастных регуляторов для нелинейных объектов управления является достаточно универсальным, т.к. исходная математическая модель систем управления описывает почти все основные классы систем управления.

Список литературы

1. Робастная устойчивость и управление / Б.Т. Поляк, П.С. Щербаков. – М.: Наука, 2002. – 303 с.
2. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-и тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т.2: Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. — 640 с., ил.
3. Матричные методы расчета и проектирования сложных систем автоматического управления для инженеров / Под. ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 664 с.

СЕКЦИЯ
***«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ
КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА И
ШЕЛЬФА БАРЕНЦЕВА МОРЯ»***

*Секция «Фундаментальные проблемы геологии
Кольского полуострова и шельфа Баренцева моря»*

Алексеева А.Н., Корсакова О.П., Тимофеева М.Г. Диатомовые отложения северной Карелии и Кольского полуострова	179
Едигарьев В.Г. Оценка влияния стабилизации качества добытой рудной массы на величину активного фронта горных работ	183
Каменев Е.А. Жизненные циклы функционирования Хибинских месторождений.....	187
Сорохтин Н.О., Козлов Н.Е., Козлова Н.Е., Мартынов Е.В. Типизация зеленокаменных поясов и их золотоносность	195
Нерович Л.И., Горбунов С.П. Кумулятивная стратиграфия пород Мончетундровского массива	199
Пожиленко В.И., Баянова Т.Б. Возраст позднеятулийского метаморфизма пород Кислогубского участка (Кольский регион)	204
Сорохтин Н.О., Козлов Н.Е. Геодинамическая эволюция и потенциальная нефтегазоносность рефейского этапа развития западной части арктического шельфа России.....	208
Филатова В.Т. Условия формирования деформационных структур северо-восточной части Балтийского щита	212

ДИАТОМОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ СЕВЕРНОЙ КАРЕЛИИ И КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Алексеева А.Н.¹, Корсакова О.П.^{1,2}, Тимофеева М.Г.² (*Апатиты*,
¹ *Апатитский филиал МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых*,
² *Геологический институт КНЦ РАН; korsak@geoksc.apatity.ru*)

Abstract. Same results of study of the geological position, environments and chemistry of diatomaceous sediments on the Northern Karelia and the Kola Peninsula are offered. It is presented geological and palaeoecological features of these deposits. Data were obtained during field investigations on Karelia; same published data were used too.

Диатомовые отложения представлены главным образом диатомитами и диатомовыми сапропелями, которые служат ценным полезным ископаемым. В северной Карелии и на Кольском полуострове они являются озерными и реже морскими образованиями голоценового возраста. Это рыхлая или слабосцементированная порода, во влажном состоянии она студнеобразная, пластичная. Диатомит более чем на 50 % состоит из опаловых панцирей диатомей, диатомовые сапропели характеризуются меньшим содержанием аморфного кремнезема, значительным количеством органики и примесей песчано-глинистого материала (Демидов, Шелехова, 2006).

Диатомовые отложения образуются в условиях, которые благоприятны для развития диатомовых водорослей и последующего осадения их отмерших остатков. Условия северной Карелии и Кольского полуострова таковыми и являются. Здесь имеют место многочисленные слабопроточные озера с прозрачной водой, что обеспечивает хорошую освещенность водной толщи. Особенности инсоляции летом в связи с северным положением региона характеризуются непрерывностью полярного дня с большой облачностью или невысоким положением солнца над горизонтом при ясной погоде, что и обеспечивают обилие рассеянного света и существенно для активного и бесперебойного фотосинтеза. Как было установлено (Полонский, 1934, Порецкий и др., 1934, Демидов, Шелехова, 2006 и др.), наиболее благоприятные условия для развития диатомовых водорослей и образования диатомовых отложений существуют в небольших чистых и прозрачных озерах, а также в заливах более крупных водоемов и морях, которые защищены от волнения и течений, особенно при наличии в пределах водосбора пород, содержащих кремний, необходимый для построения панцирей и стенок диатомовых водорослей, фосфора и железа - важных элементов питания организмов. Кроме того, для развития диатомей и накопление диатомовых отложений благоприятны воды, бедные кальцием, что характерно для рассматриваемого региона.

Развитие диатомовых водорослей и последующее накопление диатомовых сапропелей и диатомитов в Кольском регионе и в северной Карелии происходило по мере дегляциации региона сначала в приледниковых и морских бассейнах, а затем в реликтовых озерах, формировавшихся при регрессии морского бассейна, в водоемах, котловины которых образованы эрозионно-аккумулятивной деятельностью ледников и талых ледниковых вод или имеют тектоническую природу. В настоящее время широкое распространение в регионе имеют диатомиты и диатомовые сапропели, которые часто вскрываются в основании разрезов торфяников, образовавшихся при зарастании и заболачивании озер, а также в донных отложениях небольших современных озер со слабым водообменном или в котловинах и заливах крупных озер, таких как Имандра,

Ловозеро, Сейдозеро, Ковдор и др. (Полонский, 1934, Порецкий и др., 1934, Жузе, 1966, Евзеров и др., 1983, Демидов, Шелехова, 2006).

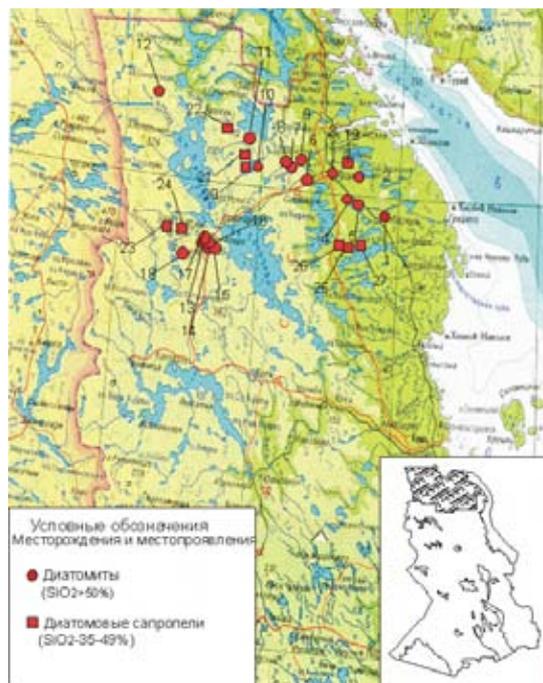
По химическому составу диатомовые отложения Кольского полуострова и северной Карелии схожи друг с другом (табл.1), т.к. образуются в сходных условиях.

Таблица 1. Химический состав диатомовых отложений Кольского полуострова и северной Карелии (по Демидов, Шелехова, 2006)

№ п/п	Месторождение	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	П.п.п.
Кольский полуостров					
1	Пулозеро, северное	65,66	1,77	1,45	24,66
2	Нюдозеро	62,83	3,98	1,84	24,41
3	Сейдозеро	60	4,29		33,74
4	Сергевань	69,43	6,20	3,50	18,52
5	Ловозеро	64,73	0,52	0,41	33,15
Северная Карелия (Лоухский район)					
6	Ламба Амбарная	57-59	2,2-2,8	3,4-4,0	26-36
7	Ряпукс озеро	54-57	0,7-4,0	3,5-5,0	33-35
8	Кяпели (Тунгозеро)	68-84	2,5	2,64	

Исследования, проведенные в Лоухском районе северной Карелии, которая, как и Кольский полуостров, относится к категории перспективных для формирования диатомитов и к весьма благоприятным для образования диатомовых сапропелей, показали, что здесь отмечаются многочисленные их месторождения и местопроявления (рис. 1). Они приурочены к районам распространения песчано-гравийно-галечных флювиогляциальных отложений, песчаных и песчано-глинистых озерных и озерно-ледниковых осадков (Варданыц, 1936; Экман, 1995; Демидов, Шелехова, 2006). Кроме того, диатомовые сапропели морского генезиса (гиттия) в 2008 году установлены в ходе полевых исследований совместного отряда Геологического института КНЦ РАН и Института геологии КарНЦ в восточной части Лоухского района (№ 25-27 на рис.1) в пределах побережья Белого моря, которое покрывалось морскими водами в голоцене.

Рис.1. Месторождения и местопроявления диатомитов и диатомовых сапропелей в Лоухском районе северной Карелии.



Диатомовые сапропели морского генезиса (гиттия) были опробованы в трех озерных котловинах, расположенных на абсолютных отметках от 5 до 15 метров н.у.м. (рис.2). Эти реликтовые котловины некогда представляли собой относительно глубокие небольшие впадины на морском дне в прибрежье. После регрессии моря они наследовались пресноводными водоемами, в которых прибрежно-морские условия обитания диатомовых водорослей сменились пресноводными. Чем ниже по рельефу расположена котловина, тем длительнее в ней существовало море.

Анализ диатомовых образцов, проведенный Шелеховой Т.С., показал, что диатомовые водоросли в отложениях представлены преимущественно морскими видами, но есть и пресноводные. Количество последних увеличивается вверх по разрезу.

Химический анализ проб, отобранных на разной глубине (рис. 2), показал, что количество растворимого кремнезема также увеличивается вверх по разрезам (табл.2). На самых низких отметках его содержание очень мало (около 6 %) при общем содержании кремнезема почти 60 %. Ближе к кровле оно увеличивается до 23-29 % при примерно одинаковых показателях общего содержания кремневой кислоты, которое колеблется в пределах 48-55 % (табл. 2). Эти изменения содержания аморфного кремнезема видимо отражают увеличение биологической продуктивности диатомовых биот в котловинах по мере обмеления моря, а также показывают то, что диатомовые отложения накапливаются преимущественно в замкнутых впадинах дна неглубоких водоемов в зависимости от геоморфологических особенностей поверхности.

Следует заметить, что диатомовые сапропели морского генезиса в отличие от озерного сильно засорены минеральными частицами, что ухудшает их качество как полезного ископаемого. Кроме того, по нашим и другим данным (Жузе, 1966, Демидов, Шелехова, 2006) наиболее качественные диатомовые отложения в условиях рассматриваемого региона образуются в условиях пресноводной среды.

Все месторождения и местопоявления диатомовых отложений характеризуются мелкоконтурностью, т.к. условия формирования для них наиболее благоприятны по условиям света, тепла и питания в небольших по площади водоемах. Это, наряду с их залеганием под водой на дне водоемов, является неблагоприятным фактором при их добыче. Но в последние десятилетия разработаны методики и специальная плавающая техника для эффективной добычи донных отложений с небольших глубин. Такая техника может легко транспортироваться с одного мелкоконтурного месторождения на другое и использоваться как для разработки диатомитов, так и сапропелей.

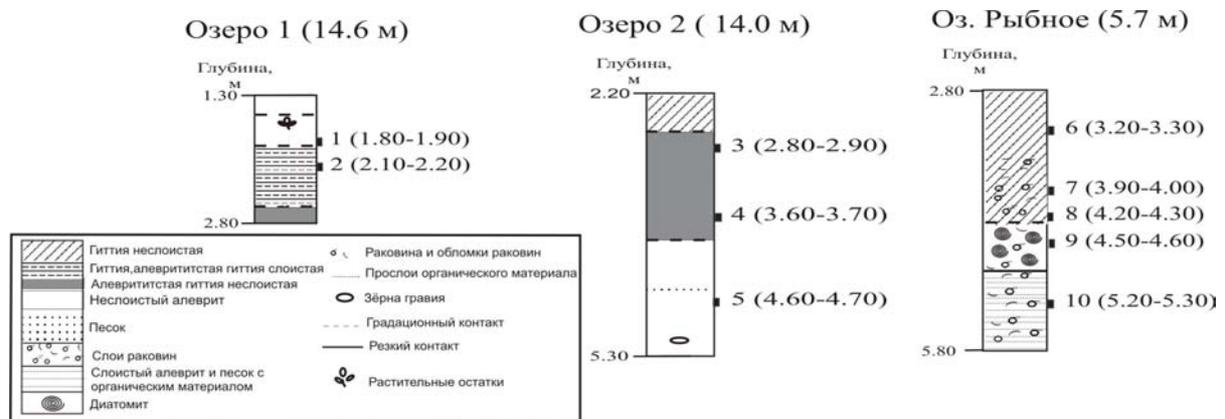


Рис. 2. Разрезы изученных озер.

Таблица 2. Химический состав диатомовых отложений изученных озер

№ проб	SiO ₂	SiO ₂ раст.	MgO	Fe ₂ O ₃	CaO	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	Орг-ка	П.п.п.	H ₂ O
1	54,72	17,7	1,82	6,06	2,59	7,9	2,02	15,83	2,26	2,06
2	51,1	21,08	1,41	6,53	2,5	7,06	1,63	22,56	2,69	2,9
3	42,36	28,96	1,24	9,25	1,88	5,46	1,08	32,6	3,48	3,67
4	55,08	26,65	1,53	4,33	3,27	8,69	1,89	17,37	3,24	2,76
5	53,97	21,04	1,56	6,13	2,86	8,76	2,06	15,79	4,43	2,27
6	49,83	23,02	1,47	5,66	2,3	5,88	1,6	24,43	4,3	2,97
7	50,5	22,83	1,9	6,75	2,91	8,14	1,59	18,48	7,09	2,96
8	47,37	12,15	1,74	6,09	2,89	5,94	1,98	17,36	5,31	2,63
9	49,45	14,68	2,09	5,98	2,63	8,6	1,74	20,85	3,1	2,92
10	59,49	5,7	1,94	4,32	3,22	10,2	2,67	7,58	1,81	1,47

Список литературы:

- 1) Варданыц П.А. Диатомиты северной Карелии. Петрозаводск, 1936, 307с.
- 2) Демидов И.Н., Шелехова Т.С. Диатомиты Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006, 89с.
- 3) Жузе А.П. Кремнистые осадки в современных и древних водоемах. В кн.: Геохимия кремнезема. М.: Наука, 1966. С. 301-318.
- 4) Полонский Н.В. Материалы к вопросу о географическом распространении диатомовых отложений на Кольском полуострове. Кольский диатомовый сборник (Тр. Геоморфологического института), вып. 8. Л.: АН СССР, 1934. С. 35-54.
- 5) Порецкий В.С., Жузе А.П., Шешукова В.С. Диатомовые Кольского полуострова в связи с микроскопическим составом кольских диатомитов. Там же, 1934. С. 95-210.
- 6) Экман И. М. Донные осадки озер. В кн.: Донные отложения озер восточной части Фенноскандинавского кристаллического щита. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. С.10-83.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТАБИЛИЗАЦИИ КАЧЕСТВА ДОБЫТОЙ РУДНОЙ МАССЫ НА ВЕЛИЧИНУ АКТИВНОГО ФРОНТА ГОРНЫХ РАБОТ

Едигарьев В.Г. (*Анатиты, АФ МГТУ, кафедра горного дела, edval@goi.kolasc.net.ru*)

Abstract. The paper shows the methods of quality regulation impact assessment of extracted rock mass on active front of mining operations and technical and economical characteristics of system "mine – processing plant".

Введение

Активный фронт горных работ является первым элементом, формирующим в процессе добычи начальный уровень колебаний содержания полезных компонентов, поскольку поток руды, поступающей на переработку, представляет собой смесь единичных рудопотоков N выемочных единиц, находящихся в одновременной работе. С увеличением числа выемочных единиц, в процесс одновременной добычи вовлекаются участки месторождения с минимальными и максимальными отклонениями от планируемого уровня, в результате чего суммарные колебания содержания будут стремиться к величине случайной погрешности его определения.

Положительные последствия стабилизации качества руды, имеющие место при переработке, известны: повышение содержания полезных компонентов в концентратах, снижение потерь в хвостах и как следствие - увеличение выхода концентратов и извлекаемой ценности в целом. Повышается эффективность производственных фондов и снижаются затраты на переработку. В то же время увеличиваются затраты на оборудование и содержание выемочных единиц. Таким образом, объективно существуют условия оптимизации количества выемочных единиц, базирующиеся на сопоставлении эффекта от повышения извлечения полезных компонентов при стабилизации качества руды с затратами на добычу и переработку при различном количестве выемочных единиц

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}(\Delta\sigma_\alpha) - 3(N + \Delta N) \quad (1)$$

где $\mathcal{E}(\Delta\sigma_\alpha)$ - экономический эффект от стабилизации; $3(N + \Delta N)$ - затраты, связанные с величиной фронта горных работ.

Оценка стабилизации качества руды

Расчет эффективности стабилизации качества за счет управления фронтом горных работ основан на учете последствий от изменения его величины. Если за исходный принять вариант с нулевым приростом выемочных единиц, то каждый из сравниваемых вариантов будет отличаться количеством выемочных единиц ΔN , включаемых в работу для стабилизации качества добытой руды, и величиной зависимых переменных.

Пусть имеется N выемочных единиц, планируемых к отработке. Тогда при любом интервале планирования (смена, сутки, неделя и т.д.) качество руды, поступающей с активного фронта горных работ, определяется следующими соотношениями

$$\bar{\alpha}_{pn} = \sum_{i=1}^N A_i \bar{\alpha}_i / \sum_{i=1}^N A_i ; \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^N A_i = A_p, \quad (4)$$

где $\bar{\alpha}_{pn}, \bar{\alpha}_i, A_i, A_p$ - соответственно планируемые содержания полезного компонента в суммарном и единичных рудопотоках, объемы руды из N выемочных единиц и объем добычи из рудника за планируемый период времени.

Даже если план оптимален, при его реализации не гарантируется обеспечение требуемого среднего содержания полезного компонента в суммарном рудопотоке, поскольку фактические средние содержания могут отличаться от планируемых. Отклонения обусловлены ошибкой определения (или прогноза) содержания полезного компонента в объемах руды, планируемых к отработке.

$$\bar{\alpha}_i - \bar{\alpha}_{\phi i} = \Delta \bar{\alpha}_i, \quad (5)$$

$$\bar{\Delta \alpha}_{pn} = \sum_{i=1}^N A_i \Delta \bar{\alpha}_i / \sum_{i=1}^N A_i, \quad (6)$$

где $\Delta \bar{\alpha}_i, \bar{\Delta \alpha}_{pn}$ - отклонения среднего содержания полезного компонента в рудопотоке i -ой выемочной единицы и суммарном рудопотоке за планируемый период времени.

Колебания качества рудной массы принято оценивать дисперсией σ^2

$$\sigma_{\bar{\alpha}_{pn}}^2 = \sum_{i=1}^N A_i^2 \sigma_{\bar{\alpha}_i}^2 / \sum_{i=1}^N A_i^2 \quad (7)$$

где $\sigma_{\bar{\alpha}_i}^2 = \sigma_{\Delta \bar{\alpha}_i}^2$ - дисперсия отклонения содержания полезного компонента в объеме руды, планируемом к отработке.

В данной работе рассматривается случай, когда отбитая руда не опробуется и необходимо определить изменчивость содержания полезного компонента в потоке руды в связи с изменчивостью в недрах, контролируемой опробованием стенок выработок.

Используются данные опробования выемочной единицы, ориентированные по направлению выемки. Если интервал между точками опробования - l_o , то приближенно объем руды, содержание полезного компонента в котором характеризуется значением этой пробы, равен

$$V_n = l_o^3, \quad (9)$$

При уходке забоя за планируемый период - L , площади забоя - S_3 , количество проб равно

$$n = LS_3 / V_n \quad (10)$$

Оценка математического ожидания содержания полезного компонента в выемочной единице на планируемый период

$$\bar{\alpha}_i = (1/n) \cdot \sum_1^n \alpha_j, \quad (11)$$

где α_j - оценка содержания полезного компонента в j -ой пробе.

Оценка дисперсии содержания полезного компонента в объеме планируемой добычи выемочной единицы

$$\sigma_{\alpha_i}^2 = (1/n) \cdot \sum_1^n (\alpha_j - \bar{\alpha}_i)^2, \quad (12)$$

а дисперсия среднего содержания полезного компонента будет определяться отсутствием или наличием взаимной корреляции единичных проб.

В первом случае дисперсия среднего содержания за планируемый период определяется формулой

$$\sigma_{\bar{\alpha}_i}^2 = \sigma_{\alpha_i}^2 / n, \quad (13)$$

а во втором случае

$$\sigma_{\bar{\alpha}_i}^2 = \sigma_{\alpha_i}^2 / n^2 / (1-r)^2, \quad (14)$$

где r - коэффициент взаимной корреляции содержания полезного компонента в смежных пробах.

Окончательно дисперсия среднего содержания полезного компонента в суммарном рудопотоке определится по формуле

$$\sigma_{\bar{\alpha}_{pn}}^2 = \sigma_{\alpha_{pn}}^2 / (N + \Delta N), \quad (15)$$

где N , ΔN - соответственно количество выемочных единиц, составляющих активный фронт горных работ и интервал их возможного изменения.

Выбор адекватной зависимости в условиях действующего рудника доказывается сходимостью показателей изменчивости качества руды в недрах с показателями качества руды в рудопотоке, опробованном в тех же интервалах времени, что и интервалы планирования добычи.

Зависимости $\Delta \epsilon_o = f(\sigma_{\bar{\alpha}_{pn}}^2)$ устанавливаются по эмпирическим данным работы перерабатывающего предприятия.

А поскольку $\Delta \sigma_{\bar{\alpha}_{pn}}^2 = f(N + \Delta N)$, можно определить влияние величины фронта горных работ на стабильность качества руды, поступающей на переработку и далее на показатели извлечения полезного компонента в концентрат и как следствие - ценность товарной продукции

$$\Delta C = f(\Delta N, \Delta \epsilon_o, \Delta \sigma_{\bar{\alpha}_{pn}}^2) \quad (2)$$

где ΔN , $\Delta \epsilon_o$, $\Delta \sigma_{\bar{\alpha}_{pn}}^2$ - соответственно изменение количества выемочных единиц, извлечения полезного компонента в концентраты и стабильности качества перерабатываемой руды.

Оценка эффекта от стабилизации качества руды

При увеличении стабильности качества руды, поступающей на переработку, увеличивается извлечение полезных компонентов в концентрат, выход концентрата, его ценность и опосредованная через эти показатели производительность рудника. Следовательно, можно записать, что работа рудника при i -том варианте фронта горных работ, стабилизирующем качество рудопотока по сравнению с базовым вариантом, сопровождается ростом производительности рудника

$$\Delta A = \frac{A_p \Delta C}{C} \quad (17)$$

Изменение стоимостных показателей добычи и переработки связано с ростом количества выемочных единиц и производительности системы «рудник - перерабатывающее предприятие». Следует выделить два типа зависимостей, учитывающих изменение удельных затрат

$$\Delta C_l = \frac{C_l \Delta A}{A_p + \Delta A}, \quad (18)$$

где C_l - удельные затраты, пропорциональные производительности системы «рудник - перерабатывающее предприятие», включающие общерудничные, общефабричные, общекорпоративные расходы;

$$\Delta C_2 = \frac{C_2(A_p \Delta N - \Delta A N)}{N(A_p + \Delta A)}, \quad (19)$$

где C_2 - удельные затраты, пропорциональные количеству выемочных единиц и включающие расходы на поддержание, вентиляцию, освещение выработок, амортизацию, ремонт и содержание оборудования выемочных единиц, а также на зарплату ИТР и рабочих-повременщиков, занятых на обслуживании выемочной единицы.

Аналогично оценивается эффективность использования капитальных вложений, воплощенных в производственные фонды

$$\Delta K_{y1} = \frac{K_{y1} \Delta A_i}{A_p + \Delta A_i}; \quad (20)$$

$$\Delta K_{y2} = \frac{K_{y2}(A_p \Delta N_i - \Delta A_i N)}{N(A_p + \Delta A_i)}, \quad (21)$$

где K_{y1} - удельная величина основных фондов за исключением стоимости оборудования выемочных единиц и оборотных средств, расходуемых на создание подготовленных запасов; K_{y2} - удельная величина основных фондов и оборотных средств, пропорциональных количеству выемочных единиц.

Эффективность мероприятий по управлению фронтом горных работ определяется из выражения, записанного в общем виде

$$\mathcal{E}(\Delta N_i) = \Delta C_i + [\Delta C_1 - \Delta C_2 + E_n(\Delta K_{y1} - \Delta K_{y2})] K_{кол} \quad (22)$$

где $K_{кол}$ - коэффициент количества балансовых запасов (по М.И. Агошкову).

Нетрудно заметить, что показатель эффективности представляет собой прирост приведенной прибыли, получаемой при погашении 1т балансовых запасов. Максимальная эффективность соответствует оптимальному фронту горных работ.

Выводы

Разработана методика, позволяющая оценить взаимосвязь изменчивости качества руды в недрах и потоке, поступающем на переработку, а также стабильность качества руды в зависимости от величины фронта горных работ. Предложен критерий оптимизации активного фронта горных работ, учитывающий эффект от стабилизации качества руды, поступающей на переработку. Методика использована при практическом определении оптимального активного фронта горных работ и нормировании подготовленных и готовых к выемке запасов на подземных рудниках ОАО «Ловозерский ГОК».

ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ХИБИНСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Каменев Е.А. (*Апатиты, АФ МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых; kamenev@iep.kolasc.net.ru*)

Abstract. The conception of "deposit's life circle" as an optimization model of its functioning from discovery of the ore object to complete depletion of the resources is introduced. Life circle is elaborated in order to reach economic interests of the state and the mineral resources user, rational exploitation of mineral resources to benefit the present and future generations

Жизненный цикл месторождения - это оптимизационная модель функционирования рудного объекта, обеспечивающая достижение оптимального сочетания экономиче-ских интересов недропользователя, развития рудно-сырьевой базы, сохранения рудного потенциала для будущих поколений, обеспечения природоохранных требований.

Продолжительность жизненного цикла рудного объекта определяется совокупным влиянием ряда факторов:

- обеспеченностью рентабельными запасами и потребностью в продуктах переработки минерального сырья;
- горно-геологическими условиями разработки, экономическими и экологическими ограничениями.

Обеспеченность предприятия подготовленной рудно-сырьевой базой является функцией масштабов и воспроизводством запасов месторождения в системе "прирост-добыча" и мощностью предприятия. Потребность в продукции минерально-сырьевого комплекса определяется уровнем развития производительных сил страны, геополитической обстановкой на конкретном этапе исторического развития и, в конечном счёте, конъюнктурой мирового сырьевого рынка.

Жизненный цикл охватывает период времени от подготовки рудной базы, эксплуатации до полной доработки запасов и ликвидации рудника.

Подготовительный период включает этапы:

- а) геологической разведки по подготовке рудной базы как первоначального вклада в создание горного предприятия;
- б) проектирования и строительства рудника, обогатительного и обслуживающих производств, технологически связанных с добычей, переработкой и транспортировкой минерального сырья.

Длительность подготовительного периода зависит от востребованности продуктов переработки сырья: чем она больше, тем короче отрезки времени от подготовки запасов до начала их разработки.

Период эксплуатации рудного объекта охватывает этапы:

- а) освоения и развития (от ввода рудника до достижения проектной мощности);
- б) стабилизации на уровне проектной производительности;
- в) интенсивного развития в результате реконструкции предприятия;
- г) спад объёмов добычи в связи с истощением запасов или по другим причинам.

Период ликвидации (консервации) предприятия включает этапы:

- а) доработки и списания остаточных запасов;
- б) рекультивации территории.

Для весьма крупных месторождений, к числу которых относятся Хибинские, приведенная последовательность жизненных циклов предстаёт в усложнённом виде: разведочные работы могут выполняться поэтапно и одновременно с эксплуатацией, стабильная добыча может неоднократно сменяться фазами роста и спада производства.

Рудно-сырьевая база Хибин представлена шестью эксплуатируемыми, четырьмя резервными месторождениями, из которых одно месторождение находится на стадии подготовки к освоению. Одновременная отработка ряда месторождений, различающихся масштабами запасов (от средних до уникальных), качеством руд и условиями добычи при долгосрочной обеспеченности запасами создает благоприятные условия для устойчивого развития предприятия. В качестве критериев для выделения периодов и этапов жизненных циклов месторождений принимались фактические показатели добычи по отношению к проектной производительности.

Для каждого этапа определены параметры: продолжительность (Т, годы); объёмы добычи руды (Д, млн. т); способы добычи: открытая и подземная (О / П, %); качество добытой руды (содержание $P_2O_5 - C$, %); годовая мощность (М, млн. т/год);

Для этапов стабилизации введён показатель превышения уровня среднегодовой добычи по отношению к проектной мощности (+М).

Освоение месторождения **Кукисвумчорр** предшествовало геологической разведке, что является беспрецедентным случаем в горно-геологической практике. Разведочные работы осуществлялись одновременно с развитием добычи: "промышленная разведка" по обеспечению запасами текущей добычи (1930-40), разведка верхних гори-зонтов (1946-50) и глубоких горизонтов (1968-72), и комплексная переоценка запасов месторождения по новым кондициям (1986-90). Начальные запасы руды на месторождении Кукисвумчорр составляли 840 млн. т со средним содержанием P_2O_5 17,8%, кото-рые отработаны на 55%.

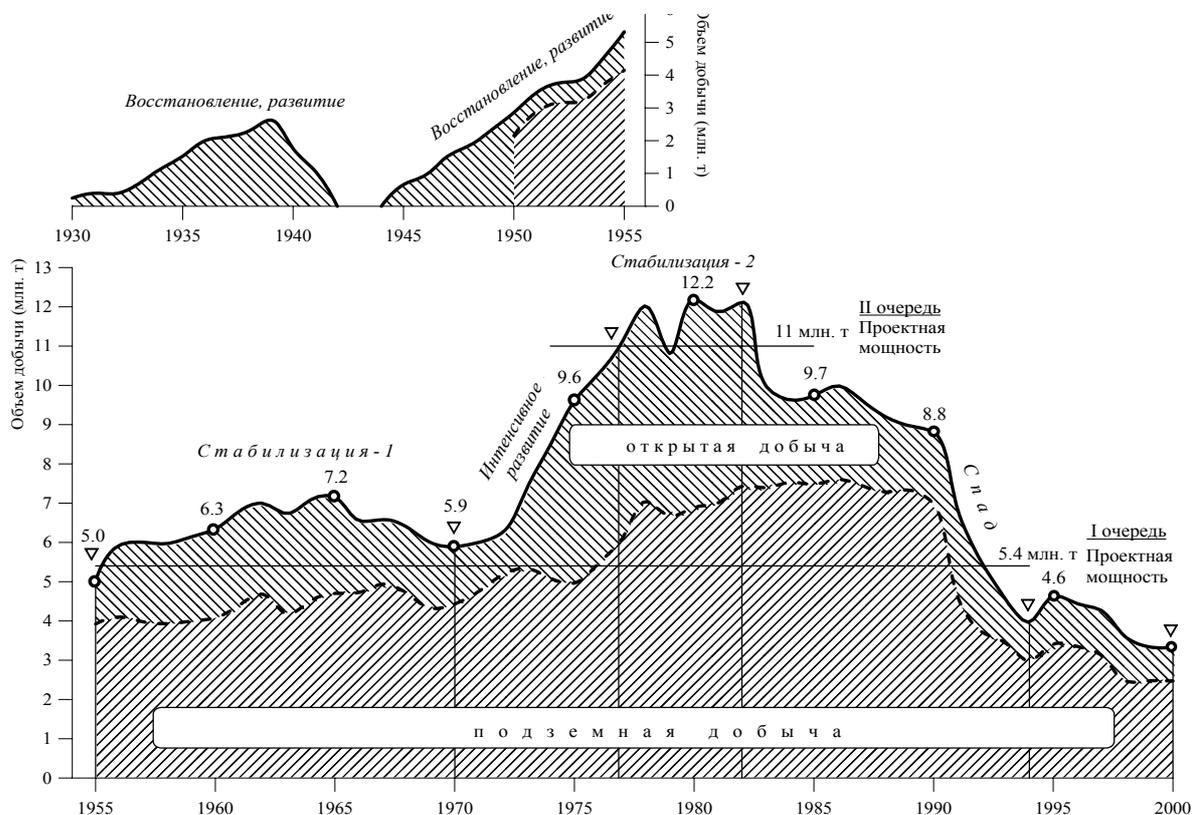


Рис. 1. Жизненный цикл месторождения Кукисвумчорр (Кировский рудник)

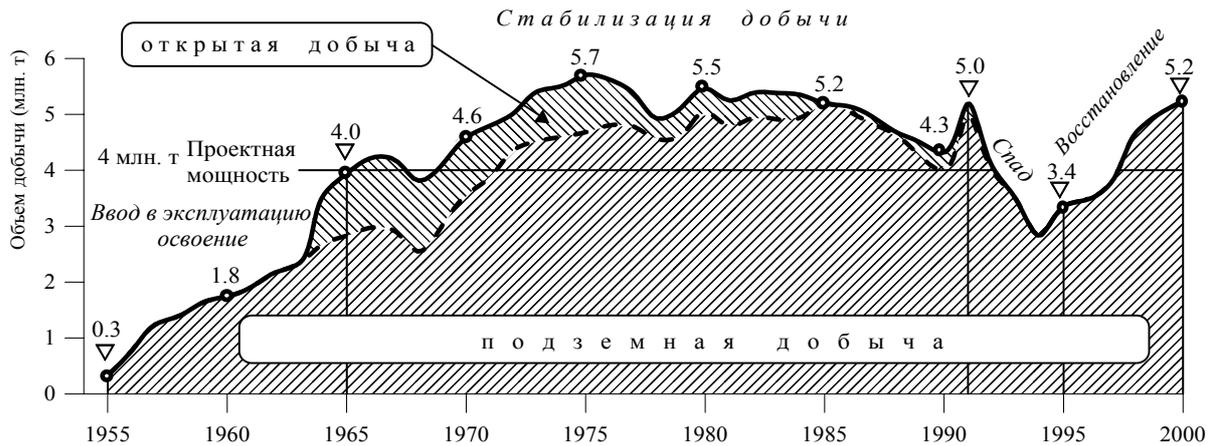


Рис. 2. Жизненный цикл Юкспорского месторождения

В ранний период освоения, прерванный войной, из карьера добывалась руда, не требующая обогащения (32-28% P_2O_5). В 1931-34 г. введены в эксплуатацию две очереди АНОФ-1, подземный рудник. После достижения проектной мощности в 5 млн.т/год, рудник функционировал в режиме стабилизации (1956-70), сменившемся интенсивным развитием в связи с вводом в эксплуатацию Северного карьера (1971-76).

С 1990 г. действует Объединённый Кировский рудник мощностью 9,9 млн.т/год по разработке месторождений Кукисвумчорр и Юкспор, предусматривается увеличение объемов добычи руды до 12-14 млн. т. и поддержание на этом уровне до 2025 г.

Остаточные запасы для подземной отработки составляют 430 млн.т с содержанием P_2O_5 14,6%. Перспективы для наращивания запасов исчерпаны.

Разведочные работы на месторождении **Юкспор** проводились в 1930-40 г. («промышленная разведка», соответствующая стадии оценочных работ), предварительная и детальная разведка верхних (1950-54) и глубоких горизонтов (1978-83). Дважды, в 1965 и 1983 г., производилась переоценка запасов по эксплуатационным условиям с учётом снижения бортовых содержаний P_2O_5 от 12 до 8-6-4%.

Начальные запасы месторождения оценены в 813 млн. т. с содержанием 15,1% P_2O_5 , Подземный рудник введён в эксплуатацию в 1954 г. С 1964 г. началась комбинированная отработка месторождения подземным и открытым способами с годовой мощностью по руде 4 млн. т. Этап стабильной работы рудника со средней производительностью 4,9 млн. т. продолжался до 1990 г. вплоть до объединения с Кировским рудником.

За весь период отработано подземным способом 31% запасов. Остаток запасов в недрах (на начало 2009 года) составляет 562 млн т с содержанием 14,6% P_2O_5 .

До начала освоения в 1955 г. месторождения **Апатитовый Цирк** выполнены комплекс разведочных работ (1949-54), доразведка глубоких горизонтов и два этапа переоценки по эксплуатационным условиям (1965 и 1983).

Начальные запасы месторождения (293 млн т с содержанием 15,9% P_2O_5) отработаны на 57%. Проектная мощность в 3,4 млн.т. достигнута за 9 лет от начала освоения; за этап стабилизации добыто 130 млн.т., из них открытым способом 26% и средней производительностью 4,5 млн.т. Остаток запасов на глубоких горизонтах обеспечивает работу рудника на длительную перспективу.

Высокогорный Центральный рудник в 1964 г. (абс. отм. +1050 м) приступил к разработке открытым способом месторождения **Плато Расвумчорр** после разведки, затронувшей только нагорную часть рудного тела. В дальнейшем добычные работы сопровождались эксплуатационной разведкой.

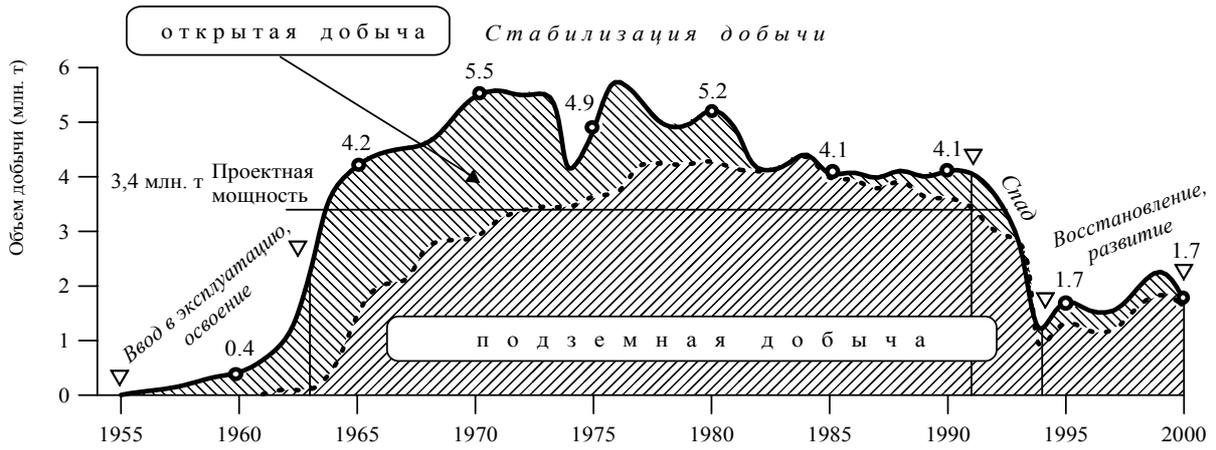


Рис. 3. Жизненный цикл месторождения Апатитовый Цирк

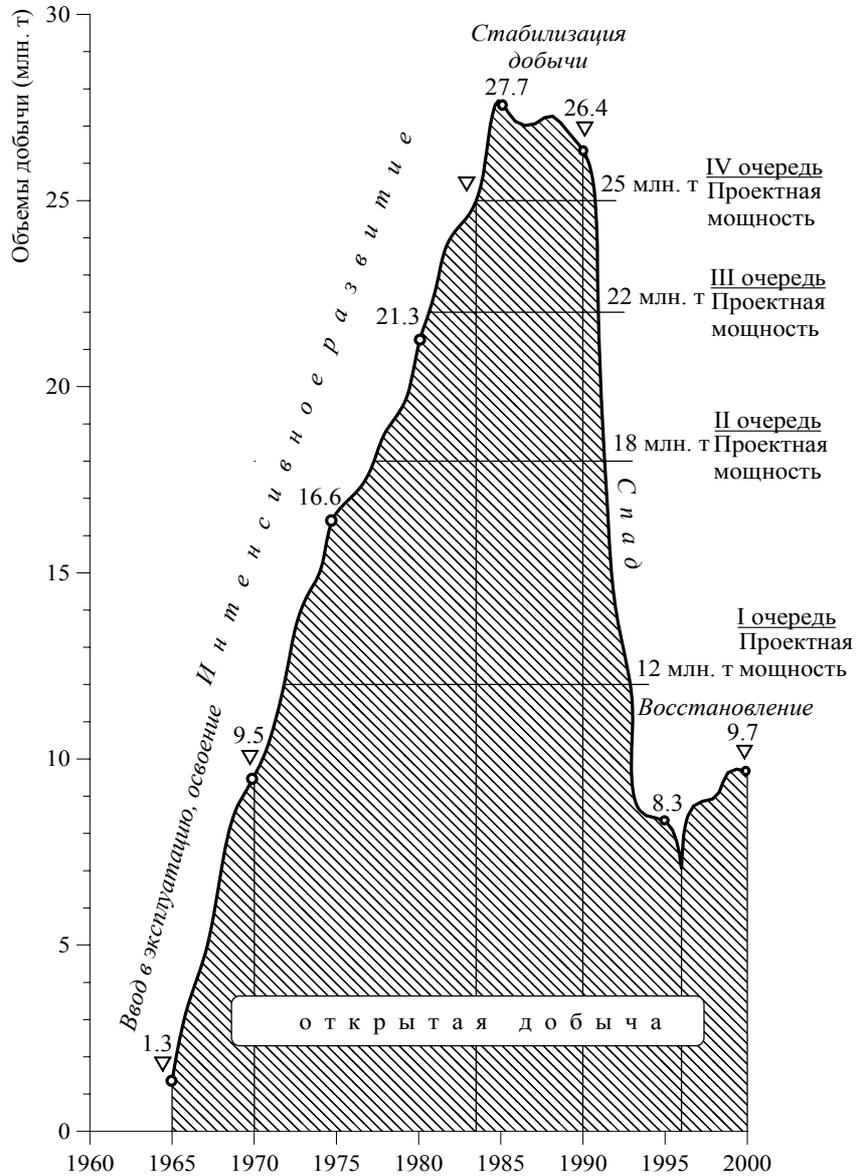


Рис. 4. Жизненный цикл Центрального рудника.

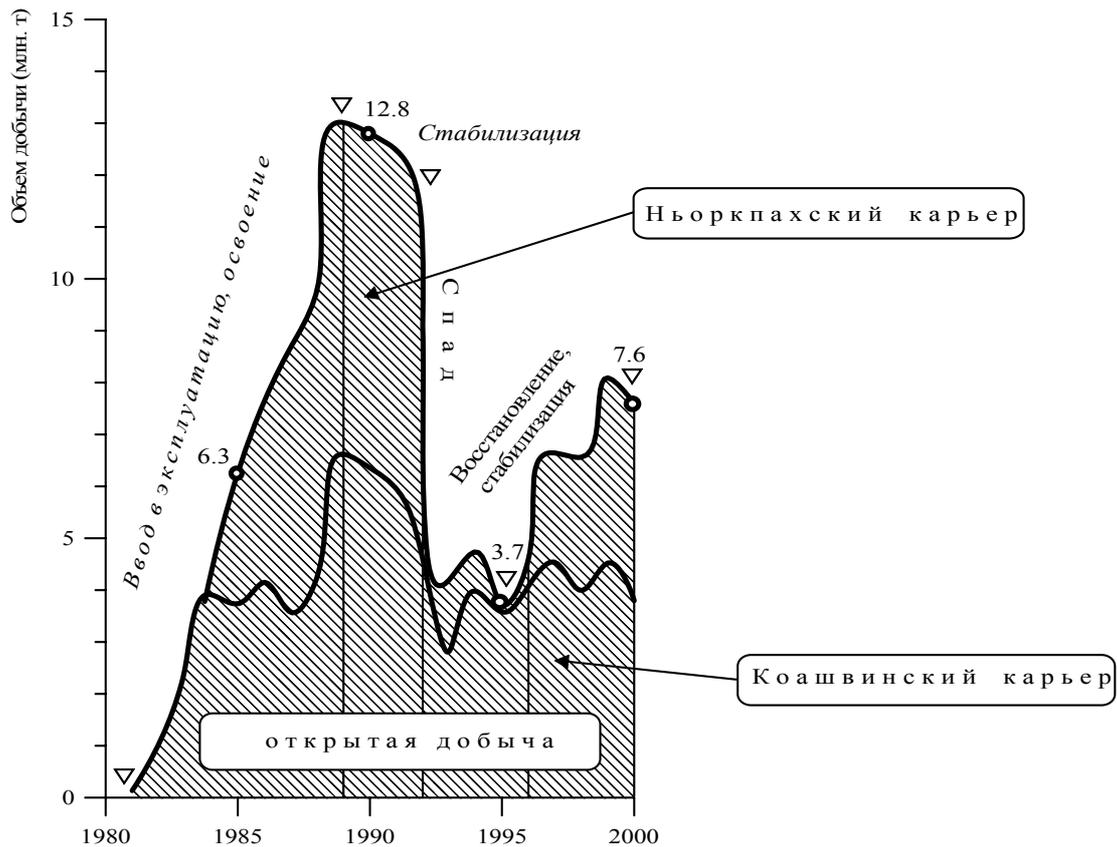


Рис. 5. Жизненный цикл Восточного рудника

Начальные запасы в контуре карьера составляют 680 млн.т. с содержанием 17% P_2O_5 . За время эксплуатации объёмы добычи непрерывно увеличивались от 5 до 12, 18-22 млн т и достигли максимума в 27,7 млн.т./год. в 1985 г. Период интенсивного развития завершился стабилизацией добычи на уровне 26-28 млн.т.; который сменился резким (в 4 раза) падением объёмов добычи до 7 млн.т. к 1996 г.

Остаток запасов в карьере будет погашен в 2013 г.

Месторождения **Коашва и Ньоркпахк** разведаны в 1960-86 и в 1972-75 г.; освоение их открытым способом началось соответственно в 1981 и в 1985 г. Оба месторождения отличаются от ранее освоенных весьма сложными условиями разработки и геологическим строением: каждое из них представлено серией различных по размерам, форме апатитовыми залежами с неравномерным распределением руд разного качества. Рудные залежи разобращены прослоями вмещающих пород.

Запасы глубокозалегающих руд (500 млн т) могут быть добыты только подземным способом.

К настоящему времени (2009 г.) из карьеров извлечено 185 млн. т руды. Запасы, подлежащие открытой отработке в Ньоркпахском карьере, будут погашены к 2020 г. Для замены выбывающих мощностей необходимо ускорить ввод в эксплуатацию карьера на соседнем месторождении Олений Ручей, имеющим ещё более сложные горно-геологические условия, ограниченные запасы и сроки обеспеченности (до 20 лет).

Наложение жизненных циклов одновременно разрабатываемых месторождений формирует иной сценарий развития горнодобывающего предприятия в целом. В 80-летнем цикле функционирования ОАО «Апатит» отчетливо выделяются продолжительные периоды разработки Хибинских месторождений: освоения (1930-55),

интенсивного развития (1956-90), этапы резкого спада производства (1991-95), восстановления (1996-2000) и стабилизации (с 2001 г. по настоящее время).

Освоение Хибин началось без подготовительного периода: прогнозные ресурсы открытых накануне апатитовых залежей были оценены только на поисковой стадии, не была создана социальная и производственная инфраструктура будущего предприятия. Добыча руды опережала рудничное, транспортное и гражданское строительство, геологическую разведку. Добыча руды для нужд фронта не прекращалась и в годы Великой отечественной войны.

На этапе восстановления и технического перевооружения (1945-55) добыча руды на Кировском руднике достигла проектной мощности. Одновременно проводилась разведка и освоение месторождений Кукисвумчорр, Юкспор, Апатитовый Цирк и Плато Расвумчорр. Разведанные запасы этих месторождений к 1960 г. достигли 1 млрд. т руды с содержанием P_2O_5 более 20%.

Период интенсивного развития (1956-90) характеризуется ускоренными темпами роста объёмов добычи за счёт ввода в эксплуатацию новых мощностей на Центральном, Восточном рудниках и строительства обогатительных фабрик АНОФ-II (1963 г.) и АНОФ-III (1984 г.). Геологоразведочные работы в этот период были ориентированы на поиски руд, на подготовку новых месторождений, разведку глубоких горизонтов освоенных рудных объектов и их переоценку по эксплуатационным условиям. За эти годы, несмотря на ускоренные темпы погашения запасов, обеспечено их расширенное воспроизводство сырьевой базы.

Запасы резервных месторождений со сложными условиями разработки и рудами низкого качества (7,5-16,2% P_2O_5) также увеличились до 1,6 млрд. т.

Интегральный эффект жизненных циклов функционирования Хибинских месторождений (по 5-летним периодам)

Период эксплуатации	Объём добычи (млн т) всего, (в т.ч. открытым / подземным способами, %)	Среднее содержание P_2O_5 (%) в добытой руде	Среднегодовые (млн т)	
			объёмы добычи	темпы роста (спада) добычи
Освоение, развитие 1930-41, 1945-1955 г. 20 лет	47,3 (36 / 64)	20,9	2,4	+0,50
Интенсивное развитие:				
1956-1960 г. 5 лет	38,4 (30 / 70)	19,6	7,65	+0,65
1961-1965 г. 5 лет	65,3 (44 / 56)	18,3	13,1	+2,05
1966-1970 г. 5 лет	117,0 (57 / 43)	17,7	23,4	+1,55
1971-1975 г. 5 лет	164,7 (61 / 39)	17,4	32,9	+2,15
1976-1980 г. 5 лет	208,9 (63 / 37)	16,8	41,8	+1,65
1981-1985 г. 5 лет	243,6 (66 / 34)	16,0	48,7	+1,50
1986-1990 г. 5 лет	277,1 (72 / 28)	15,1	55,4	+0,70
Спад производства 1991-1995 г. 5 лет	154,8 (69 / 31)	13,7	31,0	-6,95
Восстановление, стабилизация 1996-2008 г. 13 лет	270 (63 / 37)	14,0	20,8	+1,10

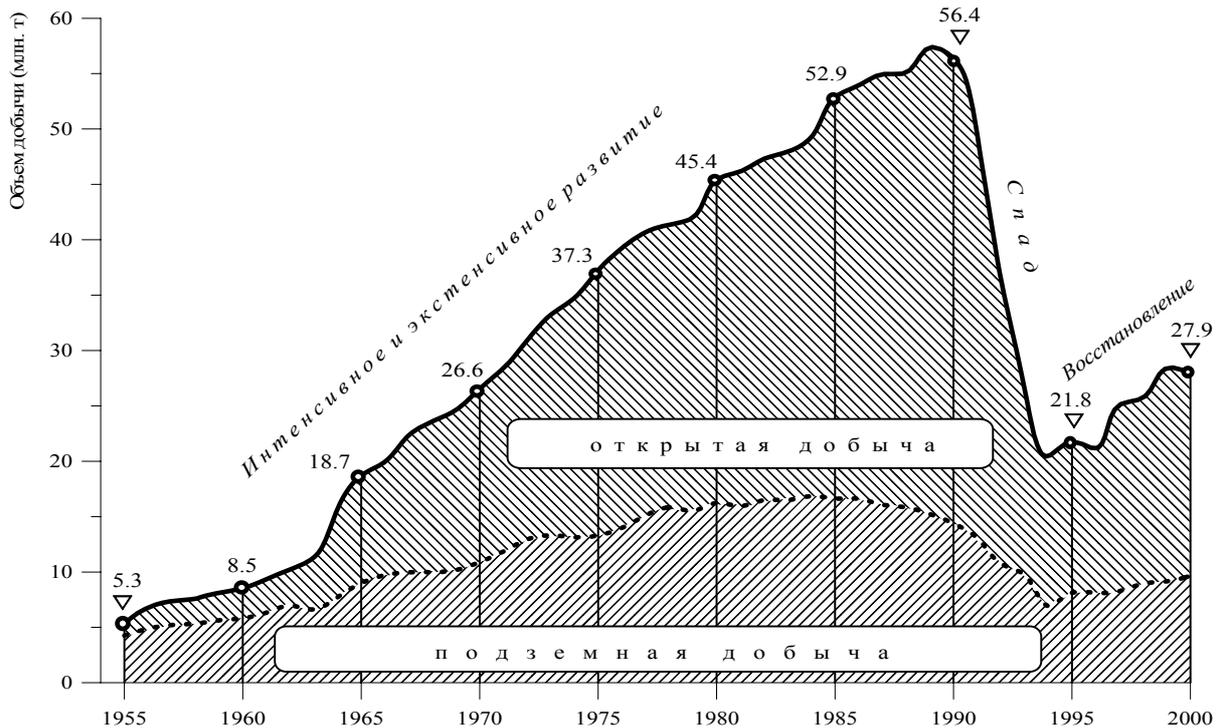


Рис. 6. Интегральный эффект жизненных циклов функционирования Хибинских месторождений

Долгосрочная обеспеченность разведанными запасами и неудовлетворённость спроса на фосфатные удобрения на внутреннем рынке и поставок апатитового концентрата на экспорт вызвали необходимость увеличения производства апатитового концентрата до 20 млн. т, для чего потребовалось бы добывать до 60 млн. т руды в год.

Годы экономического кризиса (1991-95) крайне негативно отразились на всех аспектах деятельности предприятия и, прежде всего, на сохранении рудно-сырьевой базы. Добыча руды и производство апатитового концентрата сократились в 3 раза, была приостановлена работа АНОФ-III и добыча на месторождении Ньюрклахк, законсервирована подготовка новых горизонтов на подземных рудниках. Экономическая ситуация на ОАО «Апатит» усугубилась необходимостью поддержания основных фондов, в три раза превышающие фактические объёмы производства, и объектов социально-бытового назначения.

Для преодоления кризисной ситуации специалистами ОАО «Апатит» разработано ТЭО оптимального развития предприятия до 2030 г., охватывающее все аспекты деятельности предприятия: перспективы развития рудной базы, оптимизацию и реконструкцию горного и обогащательного производств, анализ спроса на апатитовый концентрат и минеральные удобрения.

ТЭО детально проанализированы несколько вариантов выпуска апатитового концентрата в объёмах 8-8,5, 9, 10 и 11 млн.т в год и определена продолжительность стабильной работы по каждому варианту.

На этапе восстановления и реконструкции (1996-2002 годы) производительность предприятия по добыче руды увеличилась на 33 %, по выпуску апатитового концентрата - на 38 %. Для продления стабильной работы рудников на достигнутом уровне необходимо вовлечение в отработку запасов глубоких горизонтов действующих подземных рудников, в том числе на Восточном руднике, освоение резервных месторождений.

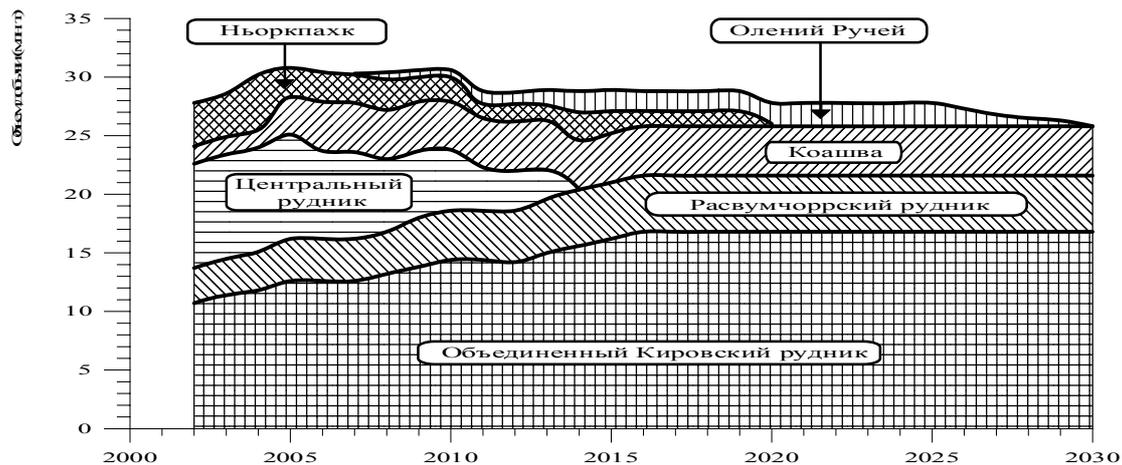


Рис. 7. Перспективное развитие рудников ОАО «Апатит» (прогноз)

В настоящее время на предприятии реализуется концепция развития на основе долгосрочного стратегического планирования.

Остаточные запасы для подземной отработки составляют 430 млн.т с содержанием P_2O_5 14,6%. Перспективы для наращивания запасов исчерпаны.

ТИПИЗАЦИЯ ЗЕЛЕНОКАМЕННЫХ ПОЯСОВ И ИХ ЗОЛОТОНОСНОСТЬ

Сорохтин Н.О., Козлов Н.Е., Козлова Н.Е., Мартынов Е.В. (*Апатиты, Апатитский филиал МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых, Геологический институт КНЦ РАН; kozlov@afmgtu.apatity.ru*)

Анализ имеющейся литературы показывает, что подавляющее большинство проявлений золота в позднем архее было приурочено к зеленокаменным поясам. Например, золотая минерализация в западной Австралии образовывалась в результате сульфидизации обогащенных железом вмещающих пород зеленокаменных поясов. Все крупные месторождения и проявления золота в Австралии (Golden Mile, Kalgoorlie и др.) приурочены к средним по размеру зеленокаменным поясам, в которых коматииты занимают значительный объем и также являются источником золота. Около 2.7 млрд. лет назад формировались наиболее крупные залежи золота (Norseman-Wiluna Belt – около 2,5 тыс. тонн). В это же время произошла крупномасштабная активизация тектонических процессов в земной коре. Так же происходило формирование целого ряда зеленокаменных поясов, представленных мафит-ультрамафитовыми вулканитами с коматиитами и сульфидсодержащими осадками.

Вмещающими комплексами для золоторудной минерализации зеленокаменных поясов, как правило, являются толеитовые базальты, коматииты и долериты и только в восточной части кратона Йилгарн она приурочена в основном к железистым кварцитам (BIF). Известно, что архейский этап развития Земли протекал на фоне перегрева вещества мантии и постепенного переплавления и дифференциации слагающего ее первозданного вещества (Сорохтин, Ушаков, 1989). Этот процесс сопровождался высоким геотермальным градиентом в земной коре того времени. Столь крупный перегрев мантии Земли в то время неизбежно приводил к преимущественному существованию тепловой конвекции, реализовавшейся по принципу ячей Бенара, над нисходящими потоками которой формировались ядра будущих континентов.

Исходя из пространственных размеров конвективных ячеек мантии Земли, в позднем архее должны были формироваться три субширотных пояса скучивания протоокеанической литосферы, в пределах которых зарождались нодулы будущих континентов. Так, можно условно выделить центральную – экваториальную группу континентов и две периферийные: северную и южную. Исследования закономерностей эволюции мантии Земли в архее показывает, что даже при интенсивном перемешивании ее вещества конвективными течениями, которые, несомненно, приводили и приводят к возникновению химически однородной среды, в ней могли возникать более разогретые участки и, как следствие, существенно обогащенные отдельными рудными компонентами, в том числе золотом.

Одним из очень важных факторов геодинамического анализа и прогноза формирования целого ряда рудных компонентов, в том числе и золота, является типизация зеленокаменных поясов по структуре и вещественному наполнению. Например, значительная часть экономически важных отложений золота на всех щитах приурочено именно к архейским зеленокаменным поясам. В этой связи следует отметить, что в свое время А.Гликсон (1980), выделил, описал и охарактеризовал "первичные" зеленокаменные пояса, как наиболее характерные образования архея, к которым он относил основные, ультраосновные вулканические ассоциации, хомогенные и кластогенные осадки. Эти комплексы, по его мнению, развивались в обстановке энсиматических океанических областей и никогда не образовывались за

счет раскола континентов. К этим же результатам в более позднее время пришли и М.Дж.Вит, С.Роеринг, Р.Дж.Харт и др. (Wit et al, 1992).

Полагая, что континентальная кора является производной при метаморфизме, частичном плавлении и дифференциации базитового или гетерогенного по составу, но обязательно содержащего преимущественно основную компоненту субстрата, становится понятным тот факт, что в пределах сиалических континентальных масс могут быть встречены в виде ксенолитов останцы коры предшествующего, собственно протоокеанического этапа развития.

Как известно, зеленокаменные пояса по составу и относительной распространенности вулканогенных пород подразделяются на два типа: бимодальный и известково-щелочной. В связи с вышеизложенным, анализируя распространенность в них породных ассоциаций, можно говорить о том, что бимодальный тип зеленокаменных поясов формировался в условиях значительного перегрева мантии Земли, тогда как известково-щелочные в более холодных условиях. В этом случае преимущественное расположение тех и других имеет строгое и объясненное нами пространственное положение. Так, целый ряд типичных бимодальных зеленокаменных поясов расположен в Южной Африке и западной Австралии, например пояса Барбертон и Каргурли-Норсмен. Известково-щелочной тип, напротив, широко развит в Северной Америке, на Балтийском и Алданском щитах. Для него характерно широкое развитие ассоциаций толеитовых базальтов, андезитов и риолитов при незначительной роли или полном отсутствии коматиитов.

Как среди бимодального, так и известково-щелочного типов зеленокаменных поясов мира основную роль в их обогащении рудным компонентом играют более молодые наложенные процессы. Сформированные в условиях более разогретой мантии Земли бимодальные зеленокаменные пояса, имеющие большие кларки содержания целого ряда элементов, резко увеличивают свой рудный потенциал за счет этих процессов, что в данном случае приводит к формированию гигантских по запасам месторождений золота. Известково-щелочные зеленокаменные пояса не имеют столь значимых и созданных природой преференций, поэтому формирование месторождений с запасами рудного компонента в десятки и первые сотни тонн, требует интенсивной переработки и рециклинга слагающих их комплексов.

Такая переработка в разной степени затрагивает вещество поясов, сформированных в различных геодинамических условиях, в связи с этим нам

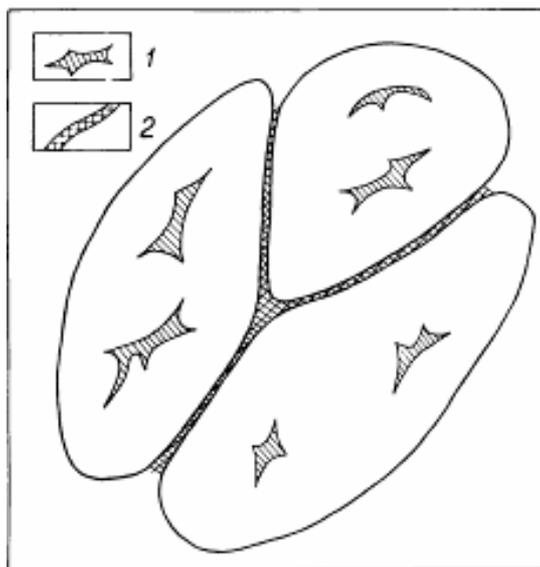


Рис. 1. Пространственное распределение "первичных" зеленокаменных поясов: внутриконтинентальные (1) и межконтинентальные (2)

представляется целесообразным дополнить данную классификацию поясов, разделив их по их геологической позиции и геодинамике развития на внутриконтинентальные и межконтинентальные (рис.1). К первому относятся наиболее ранние супракрустальные образования, обособленные в пространстве в виде зеленокаменных поясов, к коим можно отнести большинство структур Карельской ГЗО, Исуа (Гренландия) и многих других гранит-зеленокаменных областей мира. Ко второму - ряд зеленокаменных поясов маркирующих границы сочленения доменов, поясов и областей и являющихся инородными и обособленными структурами для каждого из них. К данному типу можно отнести пояс Абитибби (Канада) и Колмозеро-Воронья (Кольский п-ов) и пояс Норсеман велуна в кратоне Йилгарн Западной Австралии и пояс Витватерсрэнд в Южной Африке.

Исследования показывают, что среди известково-щелочного типа зеленокаменных поясов, которые широко развиты на Канадском, Балтийском и Алданском щитах, процесс обогащения рудным компонентом происходит тем интенсивнее, чем больше они претерпели преобразования полициклически проявленными наложенными метаморфическими процессами. Естественно предположить, что вещество междоменного типа зеленокаменных поясов в большей степени перерабатывалось наложенными тектонотермальными процессами, т.к. они зачастую маркируют зоны коллизионного взаимодействия континентальных миниплит, которые неоднократно обновлялись в раннем и позднем докембрии.

Например, на Канадском щите золотая минерализация в большинстве случаев связана с кислыми вулканитами, осадками и более поздними интрузиями гранитоидов. Ассоциация золота с осадочными образованиями и кислыми вулканитами определенно указывает на существовавший тогда многократный процесс рециклинга, в результате которого золото не только переходило из материнских мантийных пород в коровые, а затем и осадочные, но и постоянно им обогащалось. В поясе Yellowknife провинции Слэйв (Канада) золотая минерализация проявлена достаточно широко и связана с тремя типами образований (Padgham, 1992):

1. с кварцевыми жилами и штокверками;
2. со сдвиговыми зонами (shear zones);
3. с железистыми кварцитами.

Большинство золота связано с первым типом, в котором оно наиболее богатое и легкоизвлекаемое. Следует отметить, что общий потенциал провинции Слэйв по данному компоненту оценивается в десятки тысяч тонн. Как и в других случаях, золотая минерализация развивается в вулканогенно-осадочных комплексах зеленокаменного типа, сформированных около 3000 млн. лет назад и подвергшихся тектоно-метаморфическим преобразованиям приблизительно 2700 млн. лет назад. В целом же можно заключить, что характер формирования значимых концентраций золота в провинции Слэйв в архее был близок с провинцией Сьюперитор (пояс Абитибби). При этом рудоконтролирующими породами для золота являются в подавляющем большинстве случаев осадочные комплексы.

В Фенноскандии и на Балтийском щите. Здесь, как и в других регионах, наиболее богатые рудопроявления и месторождения золота связываются с формированием региональных сдвиговых зон (Weihed et al., 2005). Благоприятными при этом являются альбитовые жилы, а также зоны контакта между химически контрастными породами различной компетентности - Central-Lapland и Fabodliden deposit – в графитистых сланцах.

В период 2.9-1.7 млрд. лет золото приурочено к зеленокаменным поясам, расположенным в архейском комплексе основания (Иломантси). Зеленокаменные пояса в провинции Nordcalot рассматриваются как часть раннепротерозойских покровов, в

них золото ассоциируется с проявлениями меди (Bidjovage, Saatpore, Pahtohavare). Золото, так же ассоциируется с кобальтом и отмечается в метасоматически измененных раннепротерозойских покровах в Северной Финляндии (Meurastuksenho, Juomansuo). Золото Pomantsi приурочено к метаграуваккам, конгломератам, пирокластическим породам, тоналитам и альбитовым жилам. Здесь же наблюдаются изменения, представленные турмалинизацией, карбонатизацией, окварцеванием, хлоритизацией и биотитизацией. Сопутствующими минералами являются - пирит, пирротин, арсенопирит, халькопирит, молибденит и сфалерит. В поясе Колмозеро-Воронья, золотая минерализация связана со штокверковым комплексом синколлизийных диоритов позднеархейского возраста, внедряющихся в зеленокаменные ассоциации.

В целом, проведенные исследования показали, что полициклически проявленные наложенные процессы в зеленокаменных поясах приводят к резкому увеличению объемов орудинения.

Данные теоретические и геологически обоснованные выводы хорошо коррелируются с информацией о вещественном составе коматиитов (Козлов и др., 2008).

Выводы:

1. Зеленокаменные пояса позднего архея по составу и относительной распространенности вулканогенных пород могут быть подразделены на два типа – для первого характерно изобилие лав коматиитовых и высокомагнезиальных базальтов, в то время как для второго более типичны ассоциации толеитовых базальтов, андезитов и риолитов при незначительной роли или полном отсутствии коматиитов. Эта разница связывается нами с формированием первых в условиях большего перегрева позднеархейской мантии.
2. Подавляющая часть экономически важных концентраций золота на всех щитах приурочено к архейским зеленокаменным поясам. При этом полициклически проявленные наложенные тектонотермальные процессы приводят к резкому увеличению объемов орудинения. Целесообразно разделение зеленокаменных поясов с учетом их геологического положения и геодинамики развития на меж- и внутриплитные. Вещество междуомного типа зеленокаменных поясов в большей степени перерабатывалось наложенными тектонотермальными процессами, т.к. они зачастую маркируют зоны коллизийного взаимодействия континентальных миниплит, которые неоднократно обновлялись в раннем и позднем докембрии.

Авторы выражают признательность академикам РАН Д.В. Рундквисту и Ф.П. Митрофанову за постоянное внимание к данным исследованиям и полезные дискуссии и консультации во время работы и при написании данной статьи.

Список литературы:

- 1) Гликсон А. в кн. Ранняя история Земли. М. Мир. 1980. С. 264-286.
- 2) Козлов Н.Е. и др. в сб. Проблемы рудогенеза докембрийских щитов. Труды Всероссийской научной конференции, посвященной 90-летию юбилею чл.-корр. РАН Г.И. Горбунова, 2008. С. 48-51
- 3) Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Происхождение Луны и ее влияние на глобальную эволюцию Земли. М.: Изд. МГУ. 1989. 111 с.
- 4) Padgham W.A. Precambrian Res. 1992. V. 58. p. 1-24.
- 5) Weihed P. et al. Ore Geol. Rew. 2005. V. 27. P. 273-322.
- 6) Wit M.J. et al. Nature. 1992. N 357. P. 553-562.

КУМУЛЯТИВНАЯ СТРАТИГРАФИЯ ПОРОД МОНЧЕТУНДРОВСКОГО МАССИВА

Нерович Л.И.¹, Горбунов С.П.² (¹*Апатиты, Геологический институт
КНЦ РАН, nerovich@geoksc.apatity.ru, ²Апатиты, АФ МГТУ*)

Abstract. The studied cumulative stratigraphy for the intrusive rocks of the Monchetundra massif forms the basis for the division of the vertical rock sequence into three zones. The lower zone is dominated with orthopyroxene and olivine cumulates. The middle zone consists of pyroxene-plagioclase and plagioclase cumulates. And the upper one is mainly composed of plagioclase cumulates.

Мончетундровский массив является частью крупной интрузии Чуна-Монче-Волчьих-Лосевых тундр (Главный хребет) и приурочен к области сочленения Беломорского и Центрально-Кольского мегаблоков с Печенга-Имандра-Варзугской структурой. Мончетундровский массив рассматривается в качестве перспективного объекта для обнаружения промышленных содержаний благородных металлов (Гроховская и др., 2003; Расслоенные интрузии Ч.2, 2004), что предопределяет необходимость детального изучения слагающих его пород.

В общем вертикальном разрезе Мончетундровского массива, максимальная мощность которого превышает 2 км, разные исследователи выделяют от 2 до 4 зон (Шарков, 1980; Гроховская и др., 2003; Расслоенные интрузии... Ч.1, 2004). Наиболее известна схема Е.В. Шаркова, который в сводном вертикальном разрезе всего Главного хребта выделяет три зоны: нижнюю – габброноритовую с прослоями пироксенитов и ультрамафитов, среднюю – трахитоидных габбронорит-анортозитов и анортозитов, и верхнюю - крупнозернистых массивных и такситовых габбро-анортозитов (Шарков, 1980; Шарков и др., 2006). В.Ф. Смолькин, по данным изучения глубокой скважины М1, в составе Мончетундровского интрузива выделяет две зоны: нижнюю норит-ортопироксенитовую и верхнюю габброноритовую (Расслоенные интрузии... Ч.1, 2004).

Нами было проведено петрографическое исследование пород, вскрытых структурными скважинами М-1 и 765, а также пород обнажающихся в пределах центральной и юго-восточной частей массива. Для характеристики пород разреза Мончетундровского массива был использован метод кумулятивной стратиграфии (Уэйджер, Браун, 1970; Irvine, 1982), основанный на выделении и соотношении кумулюсных и интеркумулюсных минералов. Также использовалась сокращенная кумулюсная индексация Т. Ирвина (Irvin, 1982) по которой слева от С (кумулус) располагаются минералы кумулюса, справа от С – минералы интеркумулюса (р - плагиоклаз, b - ортопироксен, а - клинопироксен, о – оливин). По результатам геолого-петрографического изучения пород массива с использованием метода кумулятивной стратиграфии, предлагается подразделить мафиты и ультрамафиты, которые принимают участие в строении Мончетундровского массива, на три зоны (рис.1).

Наиболее характерными породами нижней зоны являются нориты. Достаточно широко представлены пироксениты и оливиниты. В меньшем объеме в разрезе присутствуют гарцбургиты и габбронориты. В кумулятивной стратиграфии породы нижней зоны представляют собой преимущественно ортопироксеновые и оливиновые кумулаты, плагиоклаз занимает интеркумулюсное положение. Для них особенно характерны гипидиоморфнозернистые и пойкилитовые структуры. В норитах и габброноритах наблюдаются ойкокристаллы плагиоклаза и клинопироксена с пойкилитовыми включениями ортопироксена, в гарцбургитах наблюдаются пойкилитовые включения оливина в ортопироксене (рис.2а,б).

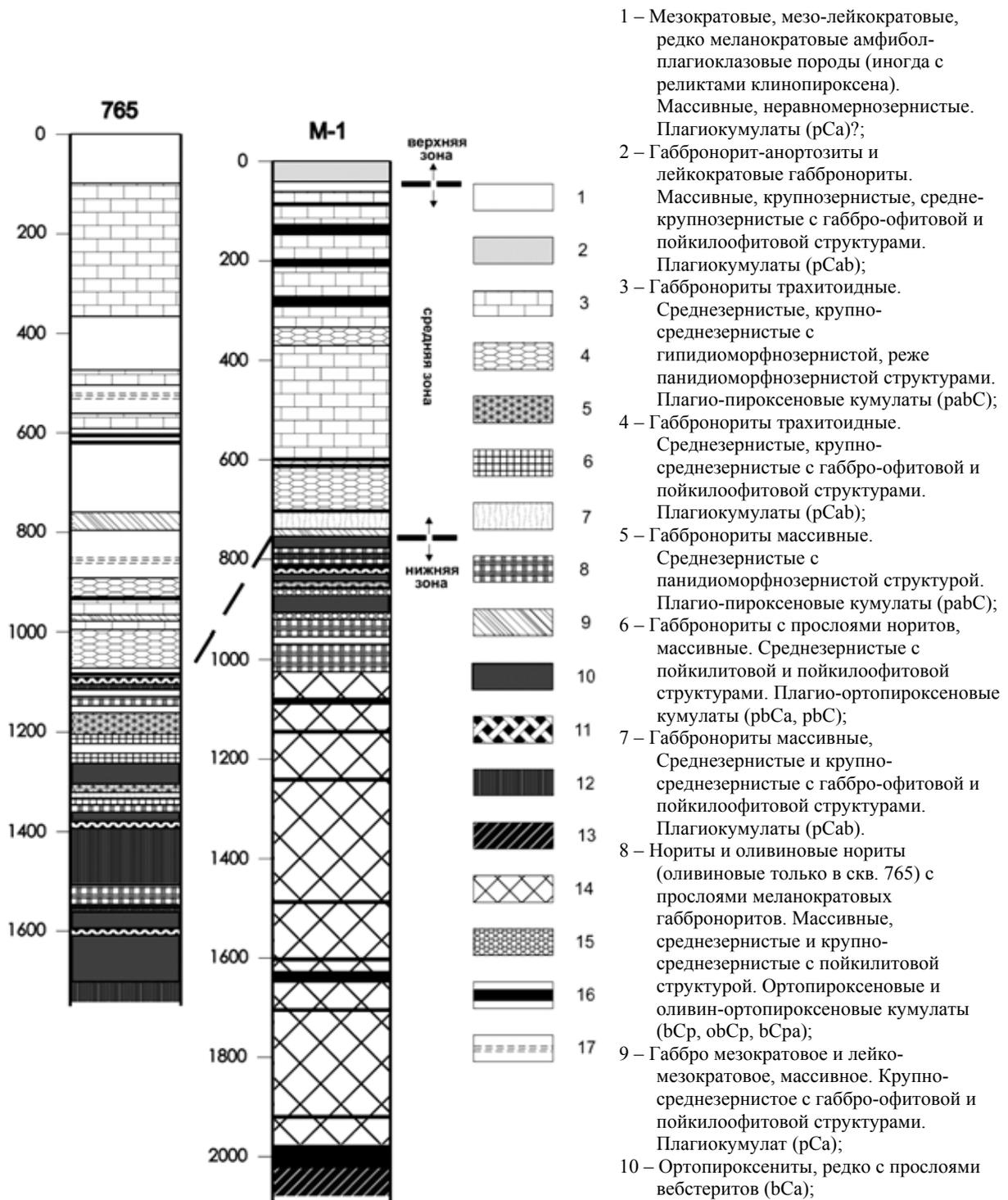


Рис. 1. Схематические разрезы по скважинам 765 и М-1. М-1 по В.Ф. Смолькину и Е.В. Шаркову (Расслоенные интрузии... Ч.1, 2004; Шарков и др., 2006) с дополнениями и изменениями

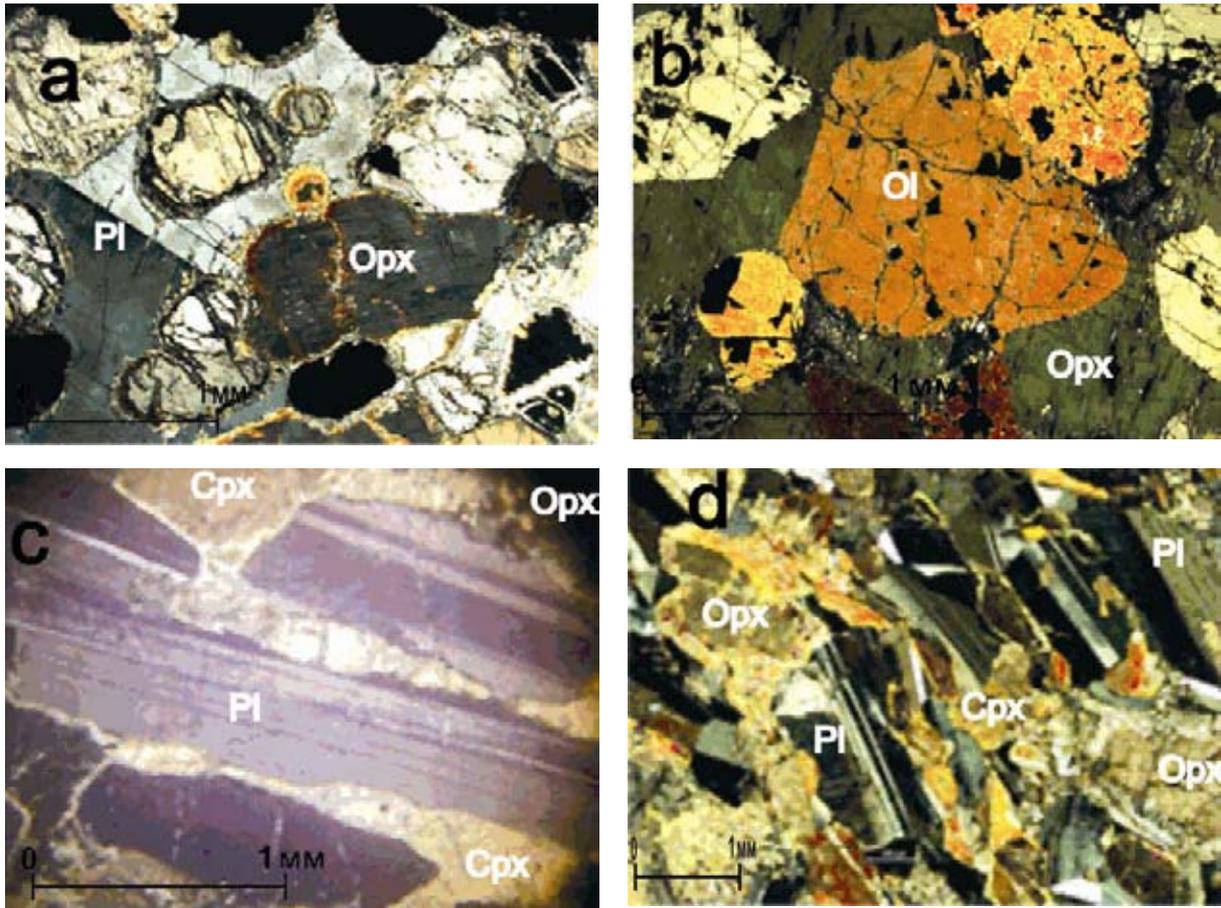


Рис.2. Пойкилитовая структура в норите (а) и гарцбургите (b) нижней зоны.
Трахитоидная текстура и габбро-офитовая структура
в габброноритах средней зоны (с,d)

Наиболее характерными породами средней зоны являются трахитоидные среднезернистые габбронориты. На западном фланге массива они содержат прослои оливиновых габброноритов, норитов, троктолитов, анортозитов. Среди трахитоидных габброноритов преобладают плагиоклаз-пироксеновые кумулаты с типичной для них габбро-офитовой структурой (рис.2с,d). Реже отмечаются уровни плагиокумулатов с пойкилоофитовыми взаимоотношениями плагиоклаза и темноцветных минералов. В небольшом объеме представлены среднезернистые габбронориты с габбровой и панидиоморфнозернистой структурами.

Породы верхней зоны слагают всю обнаженную центральную часть массива, где наиболее распространены массивные крупнозернистые авгит-пижонитовые и авгит-энстатитовые разности габбронорит-анортозитов и лейкократовых габброноритов. Габбро-анортозиты и лейкогаббро отмечаются реже. По-видимому, они представляют собой самостоятельную интрузивную фазу, так как в верхней и средней части склонов г.Хипикнюнчорр отмечаются ксенолиты лейкократовых разностей габброноритов в габбро-анортозитах и лейкогаббро. На западном и северо-западном флангах интрузива присутствуют прослои оливиновых лейконоритов и норит-анортозитов, реже более меланократовых разностей. Контрастность пород возрастает в северо-западном направлении. В районе северо-западного склона г.Хипикнюн среди оливиновых лейкогабброноритов в разрезе верхней зоны установлены маломощные прослои плагиоперидотитов. В кумулятивной стратиграфии породы верхней зоны соответствуют плагиокумулатам. Для них характерны габбро-офитовая и

пойкилоофитовая структуры, которые отличаются отчетливым идиоморфизмом плагиоклаза по отношению к темноцветным минералам, присутствием ойкокристаллов оливина, ортопироксена и клинопироксена с пойкилитовыми включениями идиоморфного плагиоклаза (рис.3а,б). Редко отмечаются плагиоклаз-пироксеновые и плагиоклаз-оливиновые кумулаты. Пойкилитовые включения кумулусного плагиоклаза в пироксенах и оливине характерны даже для таких меланократовых пород, как плагиоперидотиты верхней зоны (рис.3 с,d).

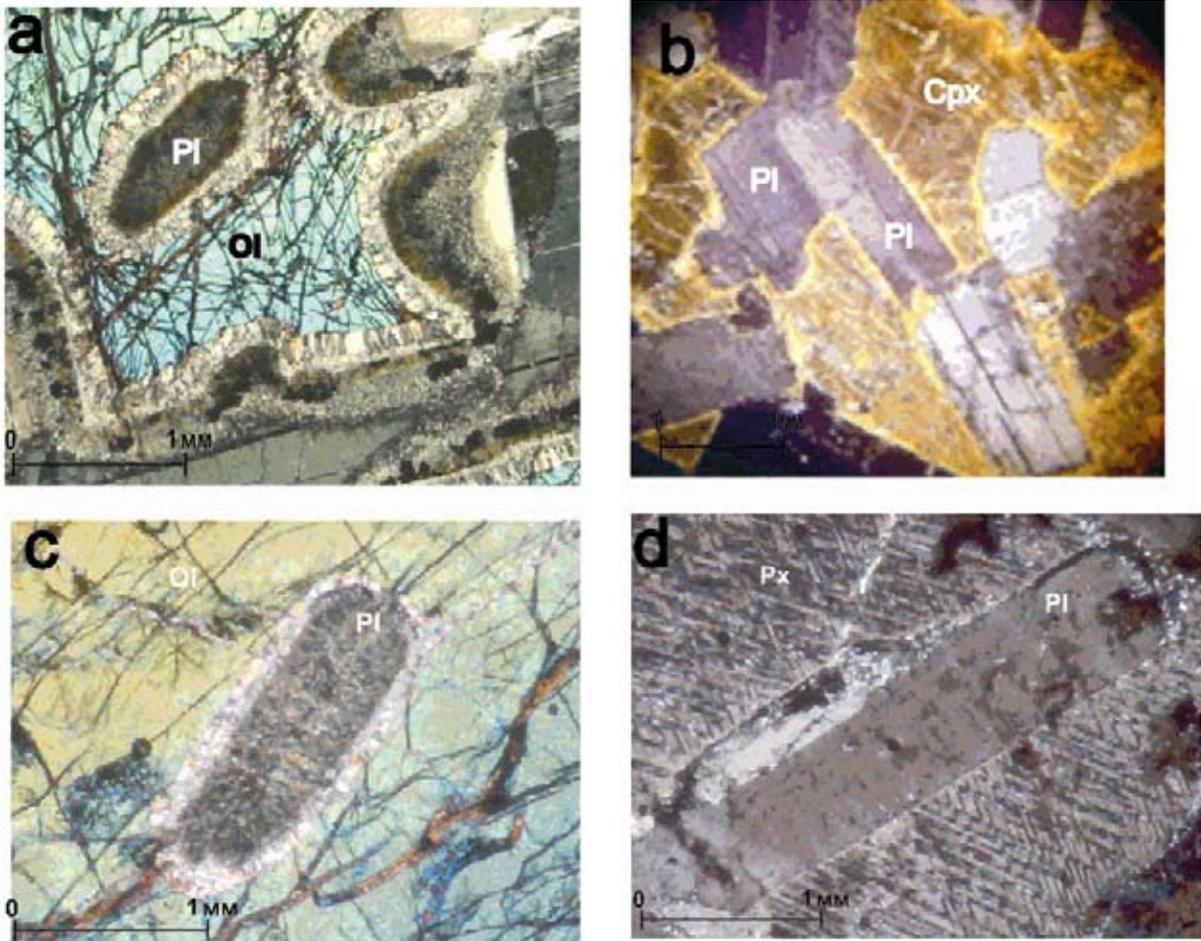


Рис.3. Пойкилоофитовая структура в оливиновом лейконорите (а), в габбронорит-анортозите (b) и в плагиогаббургите верхней зоны (с,d)

Таким образом, в кумулятивной стратиграфии строение разреза Мончетундровского массива снизу вверх можно представить как переход от доминирующего развития ортопироксеновых и оливиновых кумулатов в нижней зоне к пироксен-плагиоклазовым и плагиоклазовым кумулатам в средней зоне и затем к преобладающему развитию плагиоклазовых кумулатов в верхней зоне.

Авторы благодарны за помощь Н.Е. Козловой. Исследования поддержаны грантом РФФИ № 08-05-00324 и НШ 1413.2006.5.

Список литературы:

- 1) Гроховская Т.Л., Бакаев Г.Ф., Шолохнев, Лапина М.И., Муравицкая Г.Н., Войтехович В.С. Рудная платинометальная минерализация в расслоенном

- Мончегорском магматическом комплексе (Кольский полуостров, Россия) // Геология рудных месторождений, 2003, Т.45, №4, С. 329-352.
- 2) Расслоенные интрузии Мончегорского рудного района: петрология, оруденение, изотопия, глубинное строение / Ред. Ф.П. Митрофанов, В.Ф. Смолькин. Ч. 1. Апатиты: изд. КНЦ РАН. 2004. 177 с.
 - 3) Расслоенные интрузии Мончегорского рудного района: петрология, оруденение, изотопия, глубинное строение / Ред. Ф.П. Митрофанов, В.Ф. Смолькин. Ч. 2. Апатиты: изд. КНЦ РАН. 2004. 177 с.
 - 4) Уэйджер Л., Браун Г. Расслоенные изверженные породы. М.:Мир, 1970. 252с.).
 - 5) Шарков Е.В. Петрология расслоенных интрузий. Л.: Наука. 1980. 180 с.
 - 6) Шарков Е.В., Смолькин В.Ф., Беляцкий В.Б., Чистяков А.В., Федотов Ж.А. Время формирования Мончетундровского разлома (кольский полуостров) по данным Sm-Nd и Rb-Sr изотопных систематик метаморфических парагенезисов // Геохимия. 2006. № 4. С. 355-364.
 - 7) Irvin T.H. Terminology for Layered Intrusions // J. Petrol. 1982. Vol. 23. №2. P. 127-162.

ВОЗРАСТ ПОЗДНЕЯТУЛИЙСКОГО МЕТАМОРФИЗМА ПОРОД КИСЛОГУБСКОГО УЧАСТКА (КОЛЬСКИЙ РЕГИОН)

Пожиленко В.И., Баянова Т.Б. (*Апатиты, АФ МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых; Геологический институт КНЦ РАН; pozhil@geoksc.apatity.ru, tamara@geoksc.apatity.ru*)

Abstract. A succession of endogenic processes based on geological mapping and field observations has been established for Early Precambrian rocks of the Kislaya Guba area (Table 1). Previous studies have been given U-Pb zircon ages of magmatic protolith of gneisses (2718 ± 10 Ma), magmatic crystallization of the Ospe-Luvtuaivench mafic intrusion (2736 ± 11 Ma) and a granodioritic dyke (1919 ± 10 Ma). A U-Pb zircon age of 2143 ± 16 Ma from a strongly sheared metadacite (the present study) corresponds to the Late Jatulian stage of metamorphism.

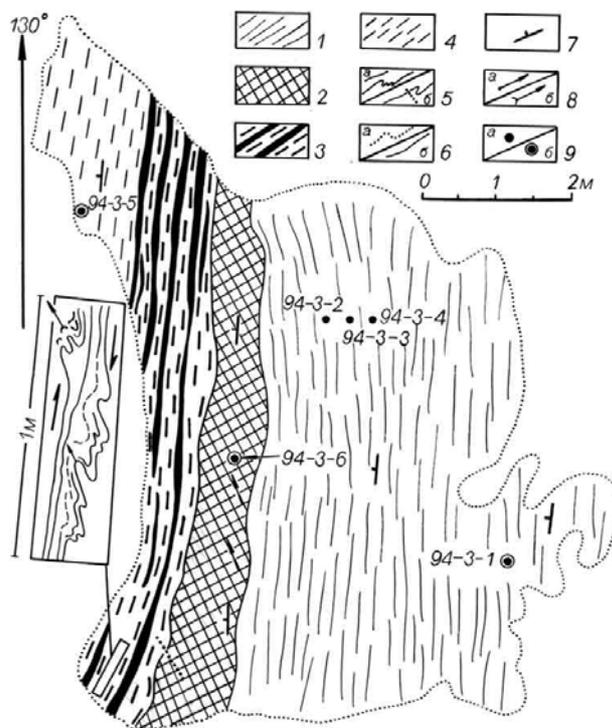


Рис. 1. Зарисовка обнажения (в плане).

- 1 – биотит-мусковитовые гнейсы.
- 2 – меланократовые амфиболиты.
- 3 – прослой амфиболитов (черное) в биотит-амфиболовых гнейсах.
- 4 – биотит-амфиболовые гнейсы.
- 5 – структурные линии сланцеватости и прослоев лейкосомы.
- 6 – границы слоёв (а) и контура обнажения (б).
- 7 – элементы залегания сланцеватости и полосчатости.
- 8 – линейность (а) и шарниры складок (б).
- 9 – места отбора геохимических (а) и геохронологических (б) проб.

Кислогубский участок расположен в Кислогубской тектонической пластине Южной зоны Приимандровского района в центральной части Кольского региона. Географическое его положение – между озером Кислое и Кислой губой озера Имандра у подножья С-З склона г.Лувтуайвенч. Он сложен толщей переслаивания лейкократовых однородных биотит-мусковитовых гнейсов с пластовыми телами амфиболитов разной мощности, с полосчатыми мезо-меланократовыми амфиболитами и мезократовыми гнейсами (рис. 1). Гнейсы преобладают в разрезе. Породы относятся к кислогубской свите верхнего архея (Пожиленко и др., 2002).

На Кислогубском участке в результате геологического картирования и структурных наблюдений была составлена схема последовательности эндогенных процессов, упрощённый вариант которой приводится ниже (табл. 1). U-Pb-возраст (по цирконам) некоторых процессов был определён ранее: накопление протолита гнейсов – 2718 ± 10 млн. лет (Чашин и др., 2004); внедрение интрузива Оспе-Лувтуайвенч – 2736 ± 11 млн. лет (Пожиленко и др., 2007); внедрение

дайки гранодиоритов – 1919±10 млн. лет (Чашин и др., 2002). Как видно, есть противоречие между возрастом накопления субстрата гнейсов и возрастом внедрения интрузива Оспе-Лувтуайвенч, снять которое можно после дополнительных исследований. Также не был известен возраст проявления наиболее интенсивных процессов рассланцевания и перекристаллизации.

Для определения возраста максимального рассланцевания (метаморфизма) пород на территории участка на детально зарисованном обнажении (рис. 1) в р-не 68°38'30" северной широты и 32°49' восточной долготы из гнейсов была отобрана геохронологическая проба (94-3-1).

Табл. №1. Упрощённая схема последовательности эндогенных процессов, проявившихся в неоархейских породах в р-не Кислой губы озера Имандра.

	Деформации	Магматизм	Метаморфизм
PZ		Дайки щелочных пикрит-порфиритов	
	Хрупкие деформации		
PR₁			Локальный метаморфизм
		Дайки порфиroidных диоритов – 1919±10 млн. лет (Чашин и др., 2002)?	
	Хрупкие деформации		
	Открытые и отлогие складки		Метаморфизм амфиболитовой фации (2143±16 млн. лет). Поздние фазы развития сдвиговой зоны.
		Клинопироксениты и долериты	
	Хрупкие деформации		
(AR₂)?	Асимметричные, и реже закрытые, сжатые и изоклиналильные складки		Метаморфизм амфиболитовой фации (~2403±7 млн. лет)? Ранние фазы развития вязко-пластического сдвига.
	деформации (?)		Региональный метаморфизм (?)
		Доскладчатые дайки долеритов	
	Трещины прототектоники		
		Внедрение массива – 2736±11 млн. лет (Пожиленко и др., 2007)	
AR₂	Образование и структурно-метаморфические преобразования позднеархейских вмещающих пород – 2718±10 млн. лет (Чашин и др., 2004).		

Минеральный состав породы (в %): кварц – 60, плагиоклаз (серицитизирован и пелитизирован) – 20, мусковит – 10, хлорит (по биотиту) – 10, биотит – 5, единичные зерна циркона, титанита и рудного. В породе наблюдается две парагенетические ассоциации минералов: ранняя – Кв+Пл+Би+Мусс (парагенез минералов амфиболитовой фации метаморфизма); поздняя – Кв+Хл+Серицит (парагенез минералов диафтореза).



Рис. 2.
Циркон
первого типа.



Рис. 3.
Циркон
второго типа.



Рис. 4.
Циркон
третьего типа.

Из пробы были выделены цирконы трёх морфотипов:

1. Темные призматические цирконы: зерна в основном хорошо огранены, вершины острые, грани гладкие; головки зерен немного темнее, чем сами кристаллы в целом, в центре просматривается небольшое ядро; блеск жирный; в среднем $Kudл=2,21$. Отмечается много трещин и затемненных участков, единичные включения; зональность проявлена слабо (рис. 2).

2. Светлые (светло-коричневые и прозрачные) призматические цирконы: большинство зерен хорошо огранены, единичные зерна немного окатаны, грани неровные, вершины – площадкой или острые; блеск жирный; средний $Kudл=2,37$. Он содержит единичные включения и затемненные участки, в нем выявилась четкая тонкая зональность (рис. 3).

3. Светлые (прозрачные) игольчатые цирконы: хорошо огранены, грани ровные и гладкие, вершины острые; блеск стеклянный; среднее значение $Kudл=5$. В центральной части зёрен отмечаются редкие включения и затемненные участки. У многих зерен хорошо проявлена тонкая зональность (рис. 4).

Рассмотренные цирконы из этих пород не могут быть детритовыми, так как имеют в основном хорошо сохранившиеся кристаллографические формы. Преобладающее большинство из них имеют призматический габитус и эвгдральную зональность. Такое строение обычно свидетельствует о магматическом генезисе цирконов, но также может быть и у метаморфических цирконов.

Изотопные U-Pb данные для цирконов из хлорит-биотит-мусковитовых гнейсов приведены в табл. 2.

Таблица №2. Изотопные U-Pb данные для цирконов из хлорит-биотит-мусковитовых гнейсов (пр. 94-3-1).

N Фр	Навеска мг	□ brad ppm	U ppm	Измеренные отношения (проба 94-3-1 отнош.*)			Исправленные отношения *		Rho	Возраст, млн лет
				$\frac{206}{204}$	$\frac{206}{207}$	$\frac{206}{208}$	$\frac{207}{235}$	$\frac{206}{238}$		
Биотит-мусковитовый гнейс (проба 94-3-1)										
1	0,3	158,4	350	242,97	5,334	3,931	6,3009	0,3414	0,99	2149±5
2	0,3	65,6	194	573,24	6,360	5,560	5,2916	0,2853	0,85	2157±5
3	0,2	39,5	137	9770,5	6,585	9,850	5,5220	0,2660	0,85	2352±9

*Значения исправлены на холостое загрязнение (0.1 нг по свинцу), масс-дискриминацию (0.12±0.04 a.m.u.), введена поправка на обыкновенный свинец по модели Стейси-Крамера.

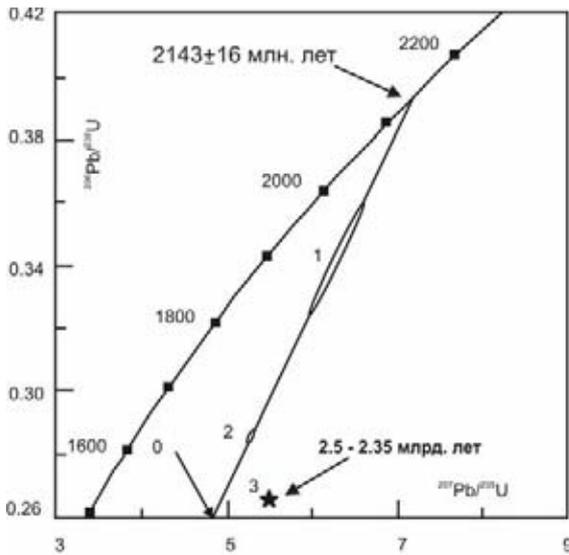


Рис. 5. U-Pb диаграмма с конкордией для циркона из кислых вулканитов кислогубской свиты (проба 94-3-1).

свидетельствовать, возможно, о наличии более древней компоненты в цирконе, отражающей либо возраст становления пород, либо сумийско-сариолийские преобразования пород. Для получения более полных и достоверных данных по возрасту многократных преобразований пород и их принадлежности к кислогубской свите верхнего архея необходимо дальнейшее изотопно-геохимическое изучение цирконов из них.

Список литературы:

- 1) Пожиленко В.И., Баянова Т.Б., Кудряшов Н.М. Позднеархейский расслоенный диорит-базит-гипербазитовый массив Оспе-Лувтуайвенч (Кольский полуостров) // Материалы Всероссийской конференции «Геодинамика, магматизм, седиментогенез и минерогенез Северо-запада России», г. Петрозаводск, 12-15 ноября 2007 года. – Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2007. – С. 306-310.
- 2) Пожиленко В.И., Гавриленко Б.В., Жиров Д.В., Жабин С.В. Геология рудных районов Мурманской области (под редакцией Митрофанова Ф.П., Бичука Н.И.). – Апатиты: изд. Кольского научного центра РАН, 2002. – 359 с.
- 3) Чашин В.В., Баянова Т.Б., Апанасевич Е.А. Мончегорский рудный район – пример палепротерозойской рудоносной очаговой структуры (Кольский полуостров, Россия) // Геология рудных месторождений. 2002. Том 44, №2. С. 160-168.
- 4) Чашин В.В., Баянова Т.Б., Левкович Н.В. Кислогубская свита верхнеархейского Терско-Аллареченского зелёнокаменного пояса (Кольский полуостров, Россия) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2004. Том 12, № 6. С. 3 – 15.

Дискордантный возраст цирконов 1-го и 2-го типа 2143 ± 16 млн. лет, по цирконам 3-го типа получен возраст $2,5-2,35$ млрд. лет (рис. 5), что, вероятно, связано с разномасштабным обрастанием цирконов метаморфической каймой.

Поскольку ранее другими исследователями был получен возраст образования протолита гнейсов кислогубской свиты по магматическому циркону (с тонкой зональностью) – 2718 ± 10 млн. лет (Чашин и др., 2004), полученные датировки соответствуют, скорее всего, возрастам разных этапов метаморфизма. Дискордантный U-Pb возраст циркона 2143 ± 16 млн. лет, таким образом, отвечает позднеятулийскому этапу метаморфизма. А очень дискордантный циркон 3-го типа, может

ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ И ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ РЕФЕЙСКОГО ЭТАПА РАЗВИТИЯ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА РОССИИ

Сорохтин Н.О., Козлов Н.Е. (*Апатиты, ГИ КНЦ РАН; АФ МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых; kozlovne@afmgtu.apatity.ru*)

Abstract. The results of reconstructions of geodynamic of forming of western part of arctic shelf of Russia are resulted in Rhiphaeus time. On this basis outspoken supposition about the potential oil-and-gas bearing of region.

Карско-Баренцевоморский нефтегазоносный бассейн достаточно хорошо изучен геолого-геофизическими методами, однако закономерности пространственно-временного распределения УВ в его пределах и историко-генетические аспекты развития региона остаются на сегодняшний день практически неисследованными. Определение условий и способов генерации и созревания углеводородного сырья, выявление возможных областей их локализации в пространстве и времени, является крайне важной проблемой, т.к. позволяет оценить их прогнозные ресурсы и условия извлечения из недр. Тем важнее стоит задача определения характера геодинамической эволюции региона и увязывания процессов эндогенной и экзогенной активности литосферы с формированием промышленно значимых концентраций не только органического вещества, но и полезных ископаемых в целом. В краткой статье невозможно коснуться всех аспектов этой проблемы. Остановимся лишь на вопросах потенциальной нефтегазоносности рефейского этапа развития региона.

В процессе эволюции Восточно-Европейской платформы (ВЕП) ее северная и северо-западная (в современных румбах) оконечность в постархейское время испытывала периодическое коллизионное воздействие со стороны Североамериканской литосферной плиты (Хаин, 2001), на что, в частности, указывает сопоставимость структурно-вещественных комплексов свекофеннид Балтийского щита и Кетилид южной Гренландии и Канады. Позднее, в раннем и среднем рифее (1650 - 1350 млн. лет назад) достоверные геологические данные в этой части платформы отсутствуют. Известно лишь, что в Перитиманской области и в Кандалакшско-Двинском бассейне, в интервале 1350-1050 млн. лет развивались структуры прогибания фундамента и накопления континентальных терригенных осадков с примесью вулканитов (Хаин, 2001). В это же время на северо-востоке ВЕП начинают формироваться шельфовые и склоновые осадочные комплексы пассивной окраины континента (Негруца и др., 1994).

Отсутствие геологических данных может косвенно указывать на процессы раскрытия океана Палеояпетус, разделившего некогда единые Канадско-Гренландские континентальные образования и родственные им структурно-вещественные комплексы Балтийского щита. Эти события хорошо согласуются с данными о времени распада суперконтинента Мегаяга (Штилле) около 1,7 млрд. лет назад, продолжавшегося вплоть до позднего рифея (около 1000 млн. лет назад), когда был сформирован следующий в истории Земли суперконтинент Мезояга (Сорохтин, Ушаков, 1991). В это время в северо-западной периферической зоне ВЕП формируется Дальсландская складчатая область, являющаяся продолжением Гренвильского пояса в Канаде и Гренландии и маркирующая зону закрытия океана Палеояпетус. Дальсландский орогенез на западе ВЕП, привел к формированию целого ряда закономерно расположенных в пространстве рифтовых систем в ее северо-восточных районах. При этом тектонические условия их формирования носили явный отраженный характер, что

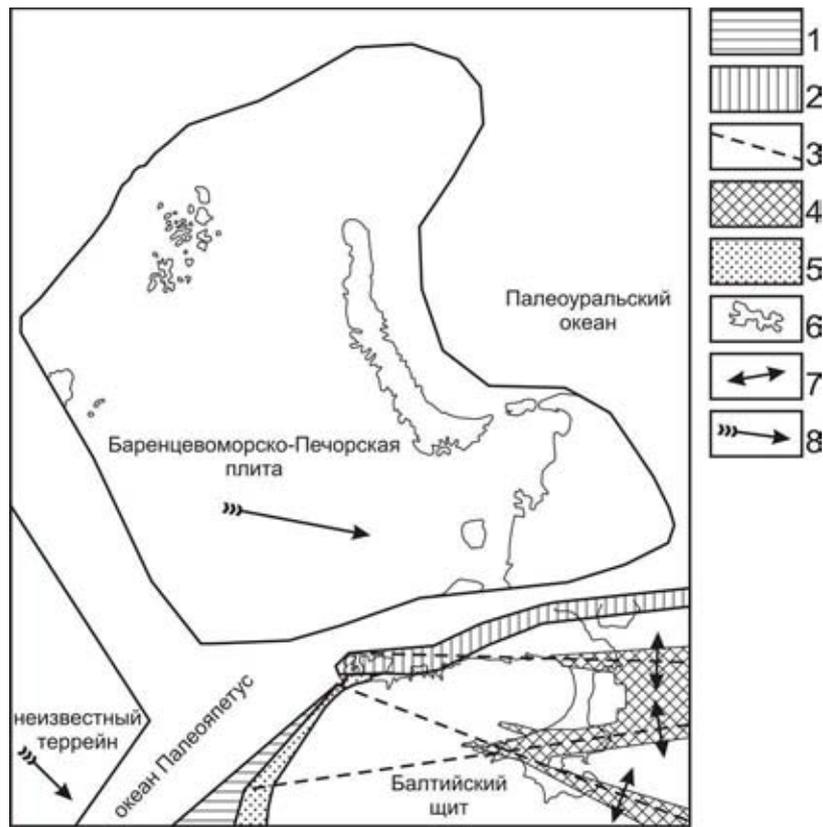


Рис.1. Палеогеодинамическая реконструкция северной части Восточно-Европейской платформы и прилегающего арктического бассейна в среднем рифее - венде (1350-540 млн. лет назад).

1 - складчатые образования среднего - позднего рифея дальсландской области (1200-900 млн. лет), 2 - средне-позднерифейские и вендские осадочные комплексы шельфа и континентального склона пассивной окраины северо-восточной части Балтийского щита и Русской плиты (1350-620 млн. лет), 3 - основные линияменты на Балтийском щите, 4 - рифтогенные образования позднего рифея, 5 - континентальные терригенные осадки венда (650-570 млн. лет), 6 - контур современной береговой линии, 7 - векторы полей напряжения в континентальной литосфере, 8 - генерализованное направление перемещения литосферных плит.

закономерно сказалось на практически полном отсутствии магматической составляющей в разрезах рифтов и на плечах структур (рис.1).

Условия относительного тектонического покоя в восточной и северо-восточной частях ВЕП в течение очень продолжительного отрезка времени (около 780 млн. лет с 1350 по 570 млн. лет) свидетельствуют о возможном накоплении огромных масс осадочных образований на склоне и в подножии континента. Их нефтегазовый потенциал, скорее всего, был очень велик. В настоящее время рифейские образования пассивной окраины Восточно-Европейской платформы того времени фрагментарно обнажены в пределах п-острова Варангер в северной Норвегии, п-овах Средний, Рыбачий и о. Кильдин на северной оконечности Кольского п-ова, а также на Канином носу и Тиманском выступе Архангельской области. В геологической литературе эти образования выделяются как Тимано-Варангерская система байкалитид (Милановский, 1996; Симонов, 1998 и др.) и представляет собой моноклинальное напластование средне - позднерифейских и вендских слабометаморфизованных осадочных комплексов тектонически взброшенных, а местами надвинутых на архейские и раннепротерозойские образования Балтийского щита и Русской плиты (Сейсмогеологическая...,1998). Поверхность моноклинали полого погружается в

сторону Южно-Баренцевоморской впадины под углами $2-5^{\circ}$, а затем угол наклона увеличивается до $5-10^{\circ}$ (Симонов, 1998 и др.).

Геодинамические условия накопления осадочных комплексов среднего рифея отвечают единому латеральному ряду шельфовых, континентально-склоновых и подножно-континентальных образований (Негруца и др, 1994). Присутствие в разрезе фосфоритов и карбонатных стяжений указывает на существование в то время эпиконтинентальных морских условий в северо-восточной части литосферной плиты и наличие зоны апвеллинга. Здесь следует оговориться, что фосфоритообразование в этих зонах характерно только для тропических областей океана, тогда как Восточно-Европейская платформа только к позднему рифею и венду сместилась в более низкие широты из приполярных областей (Сорохтин, 2007). По-видимому, факт обнаружения незначительных концентраций фосфоритов только в верхах разреза свидетельствует о начальном этапе их образования и нахождения континентальной плиты в умеренной климатической зоне. Это же касается и карбонатных стяжений, которые способны формироваться за счет выпаривания солей карбоната на мелководии и в умеренных, субтропических или аридных климатических условиях. Практически полное отсутствие наложенных процессов магматизма, метаморфизма и складчатости свидетельствует об отсутствии в этой части ВЕП каких либо признаков существования активной окраины континента, как на стадии эволюции окраино-континентального бассейна, так и в последующие эпохи.

Процесс последующего сочленения Восточно-Европейской платформы (ВЕП) и Баренцево-Печорской плиты (БПП) привел к надвиганию шельфовых и континентально-склоновых образований среднего и позднего рифея и венда на окраину ВЕП и формированию в районе п-овов Средний и Рыбачий крупных правосторонних сдвиговых и взбросо-надвиговых структур. При этом океанический бассейн был закрыт без субдукционного поглощения на большей ее части (рис. 1), в результате чего наиболее молодые фрагменты разреза шельфовых и континентально-склоновых образований Восточно-Европейской платформы были взброшены на край плиты, а частью срезаны, перемещены и сгружены в юго-восточном направлении. Более древние, раннерифейские комплексы, слагавшие нижние уровни склона и подножья континента, скорее всего, были захоронены в нижней части сформированной шовной зоны. Эти процессы привели к увеличению степени складчатости и метаморфизма, вплоть до зеленосланцевой фации в пределах Канинской и Тиманской части разреза, а так же к проявлению контрастного магматизма, от гранитоидного и гранодиоритового до габбро-диабазового. Этот факт косвенно указывает на возможность формирования структуры субдукционного типа в результате пододвигания ВЕП под БПП в юго-восточной части.

Наиболее ранний этап генерации углеводородов, по нашему мнению, связан с накоплением органики в толщах осадков пассивной окраины континента в среднем рифее-венде (1350-620 млн лет)- (рис. 1). Этот достаточно долгий период времени – 730 млн. лет неизбежно должен был привести к накоплению в основании континента больших, многокилометровых и обогащенных органикой толщ осадков, которые в процессе эволюции перемещались совместно с ним из приэкваториальных областей в приполярные.

По данным В.Е. Хаина (2001) и О.Г. Сорохтина (2007), описываемый регион на рубеже 1,0 млрд. лет назад в составе суперконтинента Мезогейя (Родиния) находился на $10-30$ градуса северной широты, а позже переместился севернее, в зону распространения покровного оледенения. Об этом свидетельствуют находки тиллитов и тиллоидов в континентальных терригенных осадках венда (650-570 млн. лет) в северо-западной оконечности Балтийского щита (Чумаков, 1978). Под действием

литостатического давления в них могли концентрироваться крупные залежи нефти и газа, подобные кайнозойским месторождениям на континентальных склонах Южной Америки и Африки, обрамляющих Атлантический океан.

Позже, когда континент переместился в арктическую зону, стало возможным формирование углеводородов абиогенного генезиса, относимого к газогидратам и характерного для холодных высокоширотных бассейнов. Однако возможность их генерации ограничена шириной океанического бассейна, который не может превышать 500 км от оси срединно-океанического хребта до склона континента (Дмитриевский и др., 1997). К сожалению, эти параметры, скорее всего, останутся навсегда величиной неизвестной, поэтому вопрос о возможном накоплении газогидратов данного возраста дискусионен.

Большая (больше 20 км) глубина погребения потенциально нефтегазоносных комплексов рифея в этой зоне сводит на нет их экономический потенциал. Однако наложенные процессы каледонского и герцинского возраста, которые выразились в формировании Норвежско-Мезенской системы рифтов и интенсивной складчатости Тимано-Печорского региона могли и, возможно, привели к мобилизации углеводородов, их трансформации и вторичной миграции в верхние структурные этажи.

Необходимо подчеркнуть, что данные исследования имеют предварительный характер и являются первым результатом работы по Программе Президиума РАН 14 проект № 1.3.4. Авторы благодарны академику РАН А.Н. Дмитриевскому, доктору физ.-мат. наук О.Г. Сорохтину и канд. геол.-мин. наук И.Е. Баланюк, за помощь в подготовке и обсуждении материалов.

Список литературы:

- 1) Дмитриевский А.Н., Каракин А.В., Баланюк И.Е., Матвеев В.В. Гидротермальный механизм образования углеводородов в срединно-океанических хребтах (на примере Баренцева и Норвежского морей). Геология нефти и газа, №8, 1997, 17 с.
- 2) Милановский Е.Е. Геология России и ближнего зарубежья (северной Евразии). М. Изд-во МГУ, 1996, 446 с.
- 3) Негруца В.З., Басалаев А.А., Чикирев И.В.. Баренцевоморский фосфоритовый бассейн. Апатиты, Изд-во КНЦ РАН, 118 с.
- 4) Сейсмогеологическая модель литосферы Северной Европы: Баренцрегион // Ред. Ф.П.Митрофанов, Н.В.Шаров. Апатиты: КНЦ РАН, 1998. Часть 1, 237с., часть 2, 125 с.
- 5) Симонов А.П., Губерман Д.М., Яковлев Ю.Н., Снетко П.П., Митрофанов Ф.П., Любцов В.В., Предовский А.А., Припачкин В.А. Рифейская нефть полуострова Рыбачий: миф или ключ к принципиально новому направлению нефтегазопроисковых работ на шельфе Баренцева моря? Вестник МГТУ, том 1, №2, 1998, стр. 121-140.
- 6) Сорохтин О.Г. Жизнь Земли. М-Ижевск. Изд-во НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика"; Ин-т компьютерных исследований, 2007, 452 с.
- 7) Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Глобальная эволюция Земли. М., Изд-во МГУ, 1991, 446 с.
- 8) Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов (год 2001) М. Изд-во "Научный мир", 2001, 606 с.
- 9) Чумаков Н.М. Докембрийские тиллиты и тиллоиды. М., Наука, 1978, 202с.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СТРУКТУР СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА

Филатова В.Т. (*Апатиты, АФ МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых; Геологический институт КНЦ РАН; filatova@geoksc.apatity.ru*)

Abstract. This work is based on numerical modeling allowed us to distinguish the dependence of the formation of permeable zones in the crust on the natural stresses in the region. The results are presented for the first time (including quantitative estimates and relations between geological factors). They demonstrate the capabilities of the formation of deformation structures in the region and reflect the peculiarities of the tectonic evolution in the region, among which the main one is inherited properties of geodynamic activity in the region from the Early Precambrian. It follows from the results that the predisposition to localization of linear and source zones of increased permeability of the Earth's crust in the northeastern part of the Baltic Shield controlling the location of magmatic province was formed already in the Late Archaean.

Достаточно хорошая изученность северо-восточной части Балтийского щита позволяет использовать этот регион в качестве опорного полигона для реконструкции условий формирования земной коры, но до сих пор являются предметом дискуссий механизмы формирования его докембрийской земной коры. Объяснение причин возникновения условий, вызывающие тектонические деформации, напряжения в коре и структуры разрушения, является особо значимой задачей при реконструкции геодинамических режимов, определяющих особенности тектонической эволюции региона и влияющие на его металлогеническую специализацию. Одной из важнейших характеристик тектоносферы является напряжённо-деформированное состояние, влияющее на развитие тектонических и геодинамических процессов в коре. Представленная работа, выполненная на базе численного моделирования, позволила выявить зависимость формирования проницаемых зон в коре от действовавших в регионе природных напряжений.

Согласно существующим представлениям (Mitrofanov et al., 1995; Митрофанов и др., 1997) в архее на исследуемой территории сформировалась область коллажного строения с корой континентального типа, характеризующаяся пульсационным развитием и, соответственно, относительно мобильной геодинамикой в течение всей геологической истории. В пределах региона выделяются наиболее крупные архейские мегаблоки – Мурманский, Кольский и Беломорский, разделённые глубинными разломами, и раннепротерозойские мобильные пояса – Лапландский гранулитовый и Печенгско-Варзугский рифтогенный. Среди тектонических образований второго плана особое положение занимает Кейвская структура (вложенная в структуру Кольского мегаблока) из-за особенностей своего строения и состава пород. Признётся, что основная масса континентальной коры возникла в позднем архее и, в основном, за счёт формирования зеленокаменных поясов, развитие которых привело к количественному и качественному изменению структуры коры и её состава. Многие факты говорят о том, что зеленокаменные пояса северо-востока Балтийского щита закладывались в условиях растяжения и последующей неравномерной деструкции коры региона, которая вызвала формирование проницаемых зон (Вревский, 1989; Радченко и др., 1992). На современном эрозионном срезе региона зеленокаменные пояса представляют только реликты протяжённых зон и наиболее крупными являются пояса Колмозеро - Воронья, Терско - Аллареченский и Ёнский, разделённые полями

инфракрустальных глубокометаморфизованных гнейсов, мигматитов и гранитоидов. Состав супракрустальных комплексов поясов характеризуется относительным сходством, что позволяет полагать об их формировании в единых тектонических условиях (Вревский, 1989).

Допускаем, что северо-восточная часть Балтийского щита представляет собой неоднородное упругое тело, подверженное действию объёмных сил и заданных напряжений на границе. Рассматриваемая область состоит из нескольких подобластей, каждая из них считается однородной изотропной и линейно-упругой с линейно-упругими постоянными: коэффициент Пуассона (μ) и модуль Юнга (E). Разломные зоны, разделяющие мегаблоки, принимаем в виде отдельных тел шириной 25-30 км. Кейвская структура также задавалась как отдельное тело. В итоге исследуемая область состоит из пяти конечных подобластей с различными свойствами, на границах которых предполагается жёсткое сцепление. Для Карельского, Мурманского, Кольского, Беломорского мегаблоков и Кейвской структуры при расчётах значение коэффициента Пуассона принималось равным $\mu = 0.25$ (Сейсмичность ..., 2002), а для разломных зон (согласно имеющимся данным (Вавакин, Салганик, 1975)) - $\mu = 0.3$. В виду того, что каждый блок включает различные горные породы с присущими им физическими свойствами, модуль Юнга в каждой подобласти определялся как средневзвешенное значение. В итоге для каждой подобласти с использованием имеющихся данных (Сейсмичность ..., 2002) получаем оценку модуля Юнга для архея: Карельский, Мурманский, Кольский и Беломорский мегаблоки - $E = 6.2 \cdot 10^4$ МПа, Кейвская структура - $E = 5.8 \cdot 10^4$ МПа. Для разломных зон значение модуля Юнга задаём на порядок меньше (Сейсмичность ..., 2002). При численном решении данной краевой задачи в напряжениях использовался метод фиктивных нагрузок (Крауч, Старфилд, 1987), являющийся одним из методов граничных элементов.

Выполненные расчёты позволили оценить величины напряжений σ_{xx} , σ_{yy} , τ_{xy} и определить ориентацию осей главных напряжений, которые могли возникать в архейской континентальной плите северо-востока Балтийского щита при заданных условиях. Применительно к исследуемому региону были выполнены расчёты для несколько вариантов нагрузки области: всестороннее равномерное и неравномерное сжатие и растяжение, одноосное сжатие и растяжение по различным направлениям. Анализ полученных моделей напряжённо-деформированного состояния среды показал, что в случае всестороннего равномерного сжатия области структурные особенности региона, обусловленные развитием проницаемых зон земной коры, наиболее отчётливо выделяются в поле напряжений. Причём, при данном варианте задания граничных условий выделяются также структуры (причём, более молодые), которые не учитывались в качестве исходных данных при формировании модельной области. Для других вариантов нагрузки области структурные особенности в полях напряжений прослеживаются значительно слабее, а иногда полностью размыты. В силу того, что при задании исходных данных рассматривалась конфигурация границ только архейских образований (мегаблоки и Кейвская структура), можно допустить, что в архее исследуемая область на момент завершения аккретизации земной коры действительно была подвержена всестороннему сжатию равномерно распределёнными усилиями T .

Полученные результаты показали, что на фоне общего тектонического сжатия региона (вследствие действия удалённых сил) в земной коре происходит формирование полей напряжений со специфическими особенностями. Отмечается неоднородный характер как напряжённого состояния, так и распределения величин напряжений. Одновременно возникают как напряжения сжатия, превышающие приложенные усилия и достигающие значения $2T$, так и напряжения растяжений, достигающие $0.9T$.

Выделяются области повышенного градиента напряжений и области, где градиент напряжений практически отсутствует. Наиболее высокими градиентами отмечаются области развития Северо-Кольского разлома, Лапландского шва, Беломорско-Карельского тектонического шва, а также разломов в Мурманском и Кольском мегаблоках, таких как Печенгский, Цагинский, Северо-Сальнотундровский, Стрельнинско-Святоносский, Усть-Понойский. Высокий градиент напряжений характерен для Кейвской структуры, восточного контакта Печенгской структуры с архейским фундаментом, долины р. Тулома и для большей части территории Терско-Аллареченского пояса. При этом территорию Ёнского пояса, Каскамского и Аллареченского участков Терско-Аллареченского пояса, а также Печенгской структуры можно отнести к низкоградиентным областям. Для разломов, систем разломов и тектонических швов характерна регулярность в направлении осей главных напряжений: по простиранию, преимущественно, фиксируется условие сжатия, а в крест простирания – условия растяжения. Такая же картина наблюдается на восточном контакте Печенгской структуры и южном контакте Кейвской структуры с архейским фундаментом. Наибольшие величины напряжений растяжений фиксируются в пределах пояса Колмозеро-Воронья и Заимандровского (Оленегорского) района. Для Колмозеро-Воронья оси растяжений ориентированы в западном – северо-западном направлении (азимут 110°), а для Заимандровского района – практически в субширотном направлении. В пределах Кейвской структуры в целом наблюдаются напряжения сжатия по линии северо-восток – юго-запад при одновременных напряжениях растяжения по линии северо-запад – юго-восток.

Выполненное моделирование полей напряжений показало, что в Кольской области при всестороннем тектоническом сжатии создавались условия, благоприятные для формирования комплементарных структур типа "сжатие-растяжение". На территории развития архейского Терско-Аллареченского пояса выделяется сложная ветвящаяся сеть растяжений и сжатий различной интенсивности с общим северо-западным простиранием. Зоны растяжений перемежаются зонами сжатия. В пределах пояса, преимущественно, зоны растяжений, также как и зоны сжатия характеризуются северо-западным простиранием. Полученная сеть растяжений-сжатий практически повторяет конфигурацию Терско-Аллареченского пояса, унаследованного раннепротерозойской Печенгско-Варзугской рифтогенной структурой. Одновременно создавались условия для формирования ослабленных зон, совпадающих с местоположением крупных разломов в Кольском и Мурманском мегаблоках и с местоположением Хибин и Лавозеро палеозойского возраста.

Таким образом, на основании полученных результатов можно заключить, что предрасположенность к локализации линейных и очаговых зон повышенной проницаемости земной коры северо-восточной части Балтийского щита, контролирующая размещение магматических провинций, сформировалась в позднем архее. Следовательно, предпосылки металлогенической специализации региона формировались также в архее и вывод о длительности геологических процессов в раннем докембрии правомерен.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований РАН (ОНЗ-6) "Геодинамика и физические процессы в литосфере".

Список литературы:

- 1) Вавакин А.С., Салганик Р.Л. Об эффективных характеристиках неоднородных сред с изолированными неоднородностями // Изв. АН СССР. МТГ. 1975. № 3. С.65-75.

- 2) Вревский А.Б. Петрология и геодинамические режимы развития архейской литосферы. Л.: Наука, 1989. 143 с.
- 3) Крауч С., Старфилд А. Методы граничных элементов в механике твёрдого тела. М.: Мир, 1987. 328 с.
- 4) Митрофанов Ф.П., Баянова Т.Б., Балабонин Н.Л. и др. Кольский глубинный раннедокембрийский коллизон: новые данные по геологии, геохронологии, геодинамике и металлогении //Вестник Санкт-Петербургского университета. 1997. Сер. 7 (геология, география). Вып.3 (№21). С.5-18.
- 5) Радченко А.Т., Балаганский В.В., Виноградов и др. Докембрийская тектоника северо-восточной части Балтийского щита (объяснительная записка к тектонической карте масштаба 1:500000). Апатиты: КНЦ РАН, 1994. 95 с.
- 6) Сейсмичность при горных работах / Под ред. Н.Н.Мельникова. Апатиты: ГоИ КНЦ РАН, 2002. 325 с.
- 7) Mitrofanov F.P., Pozhilenko V.I., Smolkin V.F. et al. Geology of the Kola Peninsula. Apatity: KSC RAS, 1995. 144 p.

СЕКЦИЯ
«ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
В АРКТИКЕ»

Секция «Геофизические процессы в Арктике»

- Дорони́на Е.Н., Намгаладзе А.А.** Роль термосферно-ионосферного взаимодействия в формировании приэкваториальных минимумов температуры и плотности нейтрального газа 218
- Князева М.А., Намгаладзе А.А.** Математическое моделирование трехмерной топологии областей повышенной электронной концентрации в ночной среднеширотной F2-области ионосферы 222
- Князева М.А., Намгаладзе А.А., Мартыненко О.В.** Эффективность плазмосферы как источника поддержания ночной F2-области ионосферы..... 227
- Зубова Ю.В., Намгаладзе А.А.** Исследование чувствительности результатов глобальной численной модели верхней атмосферы земли к способам задания входных и управляющих параметров 231
- Мартыненко О.В., Ботова М.Г.** Исследование процессов формирования пространственной структуры ионосферы и плазмосферы 236
- Золотов О.В., Намгаладзе А.А., Мартыненко О.В., Прохоров Б.Е.** Исследование методом математического моделирования вариаций ТЕС ионосферы перед землетрясением 22 ноября 2004 г., Новая Зеландия 246
- Волков М.А.** Влияние усиления электрического поля на формирование токов суббури 252
- Асминг В.Э., Баранов С.В., Виноградов А.Н.** Сезонные вариации сейсмичности в районе архипелага Шпицберген..... 256
- Баранов С.В., Виноградов А.Н.** Крупнейшее событие за 100 лет мониторинга в Северной Атлантике – землетрясение 21.02.2008 у юго-восточного побережья Шпицбергена..... 261
- Виноградов Ю.А., Евтюгина З.А.** Мониторинг сейсмических и инфразвуковых полей в Евро-Арктическом регионе с использованием сеймоинфразвуковых комплексов «Апатиты» И «ARCES» 265
- Золотов О.В., Прохоров Б.Е.** Графический пакет визуализации и анализа данных GPS-карт полного электронного содержания ионосферы..... 270

РОЛЬ ТЕРМОСФЕРНО-ИОНОСФЕРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ФОРМИРОВАНИИ ПРИЭКВАТОРИАЛЬНЫХ МИНИМУМОВ ТЕМПЕРАТУРЫ И ПЛОТНОСТИ НЕЙТРАЛЬНОГО ГАЗА

Доронина Е.Н., Намгаладзе А.А. (Мурманск, МГТУ, кафедра физики, doroninaen@mstu.edu.ru)

Abstract. The numerical experiments on role of the thermosphere-ionosphere coupling in the formation of the equatorial day-time neutral temperature and total mass density minima at the heights of the upper thermosphere have been made using the theoretical global Upper Atmosphere Model (UAM). Results show that the solar ionizing radiation heating of the neutral gas through the photons – photoelectrons – thermal electrons – ions collisions and the rotation of the Earth generate the tidal structure with the minima of the neutral temperature and density on the day-side near the equator.

Введение

В 2002 году акселерометром на спутнике CHAMP проводились измерения плотности нейтрального газа на высотах 400-410 км. На основании полученных экспериментальных данных было установлено, что в глобальном распределении на дневной стороне в широтном интервале 20-25° по обе стороны от геомагнитного экватора имеют место максимумы плотности нейтрального газа между 10 и 20 часами местного магнитного времени (1). Ранее спутниками Atmosphere Explorer-E (AE-E) (1975-1981 гг.) (2, 3) и Dynamic Explorer 2 (DE 2) (1981-1982 гг.) (4, 5) проводились измерения температуры нейтрального газа и скорости нейтрального ветра, которые показали наличие явления, названного экваториальной температурной и ветровой аномалией. На дневной стороне на экваторе наблюдается минимум температуры нейтрального газа с максимумами по обе стороны от него. Авторы работ отмечают, что широтные распределения температуры и плотности нейтрального газа похожи на экваториальную ионную аномалию, что, по их мнению, говорит о сильном влиянии ионосферно-термосферного взаимодействия.

В предыдущих работах было показано, что результаты расчетов плотности по теоретической модели верхней атмосферы Земли UAM лучше согласуются с экспериментальными данными спутника CHAMP, чем результаты расчетов по эмпирической модели термосферы Земли NRLMSISE00 (6).

Была поставлена задача: конкретизировать вид (механизм) термосферно-ионосферного взаимодействия в формировании экваториальных минимумов температуры и плотности нейтрального газа.

Метод исследования

Исследования, представленные в данной работе, проводились с помощью численной физико-математической модели верхней атмосферы Земли UAM (Upper Atmosphere Model), которая была разработана в Калининградской обсерватории ИЗМИРАН, (7) и модифицирована в Полярном Геофизическом институте (г. Мурманск) и Мурманском государственном техническом университете (8). В модели термосфера, ионосфера и внутренняя магнитосфера Земли рассматриваются как единая система, в ней учитывается несовпадение геомагнитных и географических осей Земли. Модель является глобальной и охватывает диапазон высот от мезосферы (~60-90 км, положение нижней границы может меняться) до геоцентрического расстояния в 15 радиусов Земли (R_E).

В модели методом конечных разностей совместно решаются трехмерные нестационарные уравнения непрерывности, движения и теплового баланса для нейтральных и заряженных частиц различных сортов, а также уравнения для потенциала электрического поля. Путем решения этих уравнений рассчитываются такие параметры околоземной среды, как электронная концентрация, ионный состав, электронная температура, ионная температура, компоненты вектора ионной скорости; электрическое поле; плотность атмосферы, температура нейтрального газа, нейтральный состав, компоненты вектора скорости нейтрального ветра. При решении уравнений используются различные системы координат и пространственные сетки с различными шагами интегрирования по координатам.

Численные эксперименты

Термосферно-ионосферное взаимодействие заключается в обмене энергией и импульсом между заряженными и нейтральными частицами. Высыпающиеся из магнитосферы энергичные электроны создают дополнительную ионизацию в высоких широтах, повышая проводимость ионосферы в этой области и усиливая авроральные токи в E-области и электромагнитные дрейфы в F-области. Энергия токов и плазменных дрейфов переходит в энергию хаотического теплового движения частиц (повышение температуры – Джоулево тепло), а также в энергию направленного движения (в случае нейтральных частиц – ветер).

Для изучения влияния низко- и высокоширотных электрических полей, а также высыпающихся из магнитосферы энергичных частиц на формирование приэкваториальных минимумов температуры и плотности нейтрального газа на дневной стороне с помощью модели UAM были проведены численные эксперименты, в ходе которых были просчитаны по 10 суток для одних и тех же условий 21 марта 2002 года (день весеннего равноденствия, Солнце находится точно над географическим экватором) в трех различных вариантах:

UAM 1 – в течение всех суток задавалась постоянная разность потенциалов поперек полярной шапки, равная 30 кВ;

UAM 2 – было отключено электрическое поле в приэкваториальной области (ниже 30° в обоих полушариях);

UAM 3 – повсеместно были отключены электрическое поле и высыпающиеся из магнитосферы энергичные частицы;

UAM 4 – вариант расчета без учета солнечного ионизирующего излучения.

Результаты проведенных численных экспериментов представлены на рис.1 в виде широтно-долготных вариаций температуры и плотности нейтрального газа на высоте 400 км.

Как известно, низкоширотное электрическое поле является причиной существования экваториальной ионной аномалии. После его отключения (на широтах ниже 30°, вариант **UAM 2**) картины распределения температуры и плотности нейтрального газа принципиально не изменились. Поэтому можно сделать вывод, что минимумы температуры и плотности нейтрального газа на дневной стороне не связаны с экваториальной аномалией.

Глобальное отключение электрического поля и высыпающихся из магнитосферы энергичных частиц (вариант **UAM 3**) позволило исключить и высокоширотный разогрев нейтрального газа. Это привело только к уменьшению абсолютных значений температуры и плотности, но не повлияло на характер их распределения. Следовательно, экваториальные минимумы не связаны и с высокоширотными (магнитосферными) источниками энергии и импульса – с электрическими полями и высыпающимися из магнитосферы энергичными частицами.

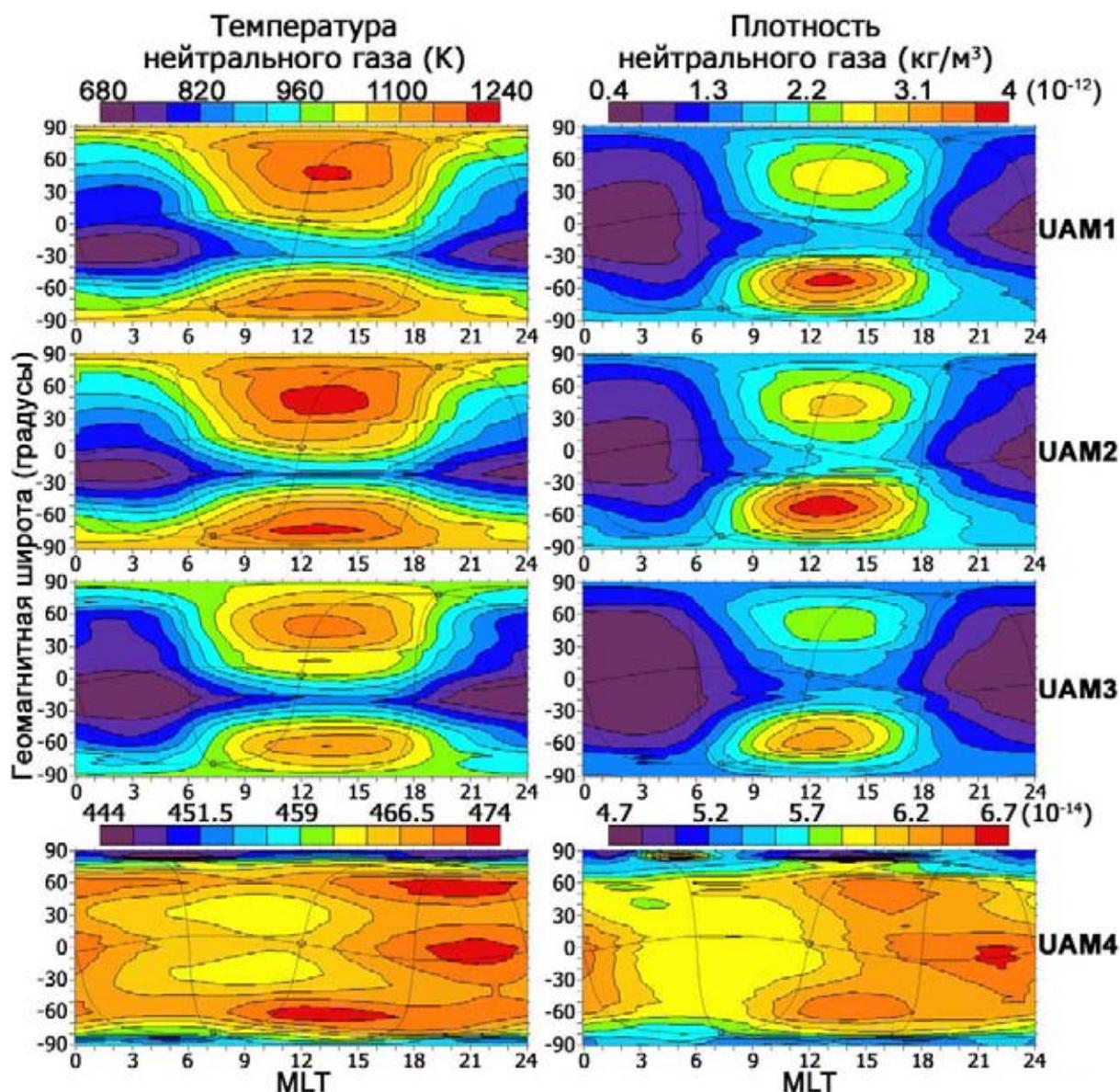


Рис.1. Широтно-долготные вариации температуры и плотности нейтрального газа на высоте 400 км:

UAM 1 – стандартный вариант расчетов;

UAM 2 – вариант расчетов с отключенным низкоширотным электрическим полем;

UAM 3 – вариант расчета с отключенным глобально электрическим полем и высыпаящимися из магнитосферы энергичными частицами;

UAM 4 – вариант расчета без учета солнечного ионизирующего излучения (КУФ).

В модели UAM температура нейтрального газа рассчитывается по уравнению теплового баланса, в котором помимо Джоулева нагрева, учитываются другие источники энергии, в частности, энергия солнечного ионизирующего (КУФ) и диссоциирующего (УФ) излучений.

Солнечное ионизирующее излучение наиболее эффективно поглощается на высотах 150-170 км термосферы.

Численные эксперименты по исследованию влияния КУФ и УФ излучений показали (вариант **UAM 4**), что если из уравнения теплового баланса исключить нагрев солнечным ионизирующим излучением, то минимумы температуры и плотности в приэкваториальной области исчезают. Это позволило предположить, что именно КУФ

излучение, передающее энергию нейтральному газу по цепочке фотоны – фотоэлектроны – тепловые электроны – ионы и суточное вращение Земли являются причиной формирования приэкваториальных минимумов температуры и плотности нейтрального газа на дневной стороне.

Выводы

Экваториальные минимумы температуры и плотности нейтрального газа не связаны с дополнительными (к солнечному) источниками энергии и импульса – с электрическими полями и высыпающимися из магнитосферы энергичными частицами.

Формирующую роль в образовании приэкваториальных минимумов температуры и плотности нейтрального газа на дневной стороне играют солнечное ионизирующее излучение (наиболее эффективно поглощаемое в термосфере на высотах выше 150-170км) которое по цепочке фотоны – фотоэлектроны – тепловые электроны – ионы нагревает нейтральный газ, и суточное вращение Земли, генерирующие приливную структуру с упомянутым минимумом.

Список литературы:

- 1) Liu H., Lühr H., Henize V., Köhler W., Global distribution of the thermospheric total mass density derived from CHAMP // *J. Geophys. Res.*, V. 110, A04301, doi: 10.1029/2004JA010741, 2005.
- 2) Spencer N.W., Wharton L.E., Niemann H.B., Hedin A.E., Carignan G.R., Maurer J.C. The Dynamics Explorer wind and temperature spectrometer // *Space Sci. Instrum.*, V. 5, pp. 417-428, 1981.
- 3) Raghavarao R., Suhasini R., Hoegy W.R., Mayr H.G., Wharton L. Local time variation of equatorial temperature and zonal wind anomaly (ETWA) // *J. Atmos. Terr. Phys.*, V. 60, pp. 631–642, 1998.
- 4) Spencer N.W., Niemann H.B., Carignan G.R. The neutral atmosphere temperature experiment // *Radio Sci.*, V. 8, pp. 284-296, 1973.
- 5) Suhasini R., Raghavarao R., Mayr H.G., Hoegy W.R., Wharton L.E. Equatorial temperature anomaly during solar minimum // *J. Geophys. Res.*, V. 106, No. A11, pp. 24,777-24,783, 2001.
- 6) Doronina E.N., Namgaladze A.A. The influence of neutral gas heating and cooling on the day-time equatorial neutral density minimum formation // *Proceedings of the 7th International Conference "Problems of Geocosmos"*, SPbSU, St. Petersburg, pp. 70-74, 2008.
- 7) Namgaladze A.A., Korenkov Yu.N., Klimenko V.V., Karpov I.V., Surotkin V.A., Naumova N.M. Numerical modelling of the thermosphere-ionosphere-protonosphere system // *J. Atmos. Terr. Phys.*, V. 53, pp. 1113-1124, 1991.
- 8) Namgaladze A.A., Martynenko O.V., Volkov M.A., Namgaladze A.N., Yurik R.Yu. High-latitude version of the global numerical model of the Earth's upper atmosphere // *Proceedings of the MSTU*, V.1, No.2, pp.23-84, 1998.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ ТОПОЛОГИИ ОБЛАСТЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ В НОЧНОЙ СРЕДНЕШИРОТНОЙ F2-ОБЛАСТИ ИОНОСФЕРЫ

Князева М.А., Намгаладзе А.А. (Мурманск, МГТУ, кафедра физики mariknyazeva@yandex.ru)

Abstract. The 3D-topology of the enhanced electron density regions (EEDR's) in the night-time middle-latitude ionospheric F2-layer have been modeled by using the global Upper Atmosphere Model (UAM) and the empirical model of the ionosphere IRI-2001. It has been shown that two types of the EEDR's exist: 1) with the zonal-prolonged unclosed electron density isolines in summer and 2) with the closed isolines in winter both extended to the plasmasphere along the geomagnetic field lines.

Введение

В суточных и широтных вариациях максимальной концентрации электронов в F2-области ионосферы ($NmF2$) и полного электронного содержания в вертикальном столбе единичного сечения (TEC) в ночные часы проявляются среднеширотные области повышенной электронной концентрации (ОПЭК) (1, 2).

Формирующими ОПЭК процессами переноса являются потоки плазмы из плазмосферы и ветровое увлечение ионов вдоль силовых линий геомагнитного поля, вертикальная составляющая которого приводит к переносу плазмы на большие высоты, где медленнее протекают процессы ее рекомбинации (3), а горизонтальная обуславливает смещение ОПЭК по широте относительно максимума вертикальной составляющей ветрового увлечения ионов (4).

В данной работе приведены результаты исследования трехмерной (3D-) топологии ОПЭК, под которой понимаются особенности широтно-долготных и широтно-высотных вариаций параметров этих областей. Исследование проводилось методом математического моделирования с использованием глобальной трехмерной нестационарной модели верхней атмосферы Земли (UAM – Upper Atmosphere Model) (5).

Модельные расчеты

Для исследования топологических характеристик ночных среднеширотных ОПЭК были проведены расчеты глобальных распределений $NmF2$ с использованием различных версий модели UAM: 1) UAM с «теоретической» моделью термосферы (далее UAM-TT) 2) UAM с эмпирической моделью термосферы NRLMSISE-00 (6) (UAM-MSIS); 3) UAM с MSIS и эмпирической моделью горизонтального нейтрального ветра HWM-93 (7) (UAM-MSIS-HWM). Эти версии модельных расчетов отличаются способом вычисления скорости термосферного ветра и состава нейтрального газа. В варианте UAM-TT термосферные состав и циркуляция рассчитываются из уравнений движения, непрерывности и теплового баланса для нейтральной атмосферы (так называемый «ветер по UAM»). В варианте UAM-MSIS состав и трехмерная циркуляция нейтрального газа вычисляются по модели MSIS (скорость ветра рассчитывается из уравнения движения, исходя из эмпирических данных о градиентах давления нейтрального газа – так называемый «ветер по MSIS»). В варианте UAM-MSIS-HWM состав нейтральной атмосферы рассчитывается по модели MSIS, скорость горизонтального ветра рассчитывается по модели HWM, а вертикальная составляющая

скорости термосферного ветра рассчитывается из уравнения непрерывности для полной массовой плотности нейтрального газа (так называемый «ветер по HWM»).

Расчеты проводились для спокойных геомагнитных условий солнцестояния (23.06.1986) при низкой солнечной активности. Результаты расчетов по UAM сопоставлялись с аналогичными результатами расчетов по эмпирической модели ионосферы IRI-2001 (8).

На рис. 1 приведены *широтно-долготные распределения $NmF2$* в ночном секторе MLT (первый и второй ряды карт). ОПЭК отчетливо видны в обоих геомагнитных полушариях во всех модельных расчетах и по IRI-2001, и по различным версиям UAM. Сравнение результатов для северного (летнего) и южного (зимнего) полушария между собой показывает, что ОПЭК в различные сезоны резко отличаются по своей форме: 1) в летнем полушарии значения $NmF2$ монотонно убывают при переходе от вечерних часов к утренним – изолинии ОПЭК представляют собой «*хребет с понижающейся вершиной*»; 2) в зимнем имеются максимумы значений $NmF2$, вокруг которых замыкаются изолинии электронной концентрации – изолинии ОПЭК представляют собой «*холмы*». ОПЭК по типу «хребта» проявляют себя как максимумы на широтных зависимостях электронной концентрации, по типу «холма» – как максимумы и на широтных, и на долготных (или MLT) зависимостях.

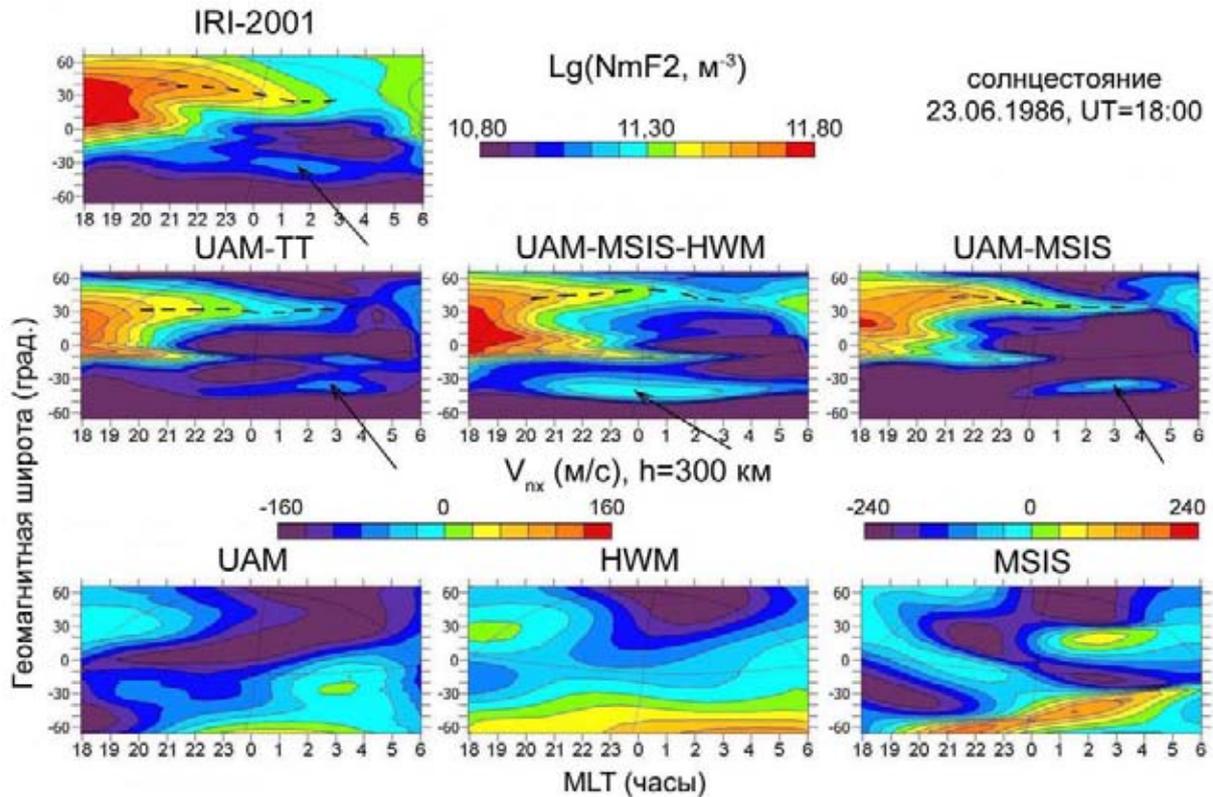


Рис. 1. Типы ОПЭК.

Первый и второй ряды карт – результаты расчетов $Lg(NmF2)$ по IRI-2001, UAM-TT, UAM-MSISE-HWM и UAM-MSIS, третий – меридиональный ветер на высоте 300 км по UAM, HWM и MSIS в ночном секторе MLT для условий солнцестояния (23.06.1986) и 18:00 UT. Пунктирные черные линии указывают на 1-й тип ОПЭК («*хребет с понижающейся вершиной*»), стрелки указывают на 2-й тип ОПЭК («*холмы*»). Положительные значения V_{nx} соответствуют ветру, направленному на север.

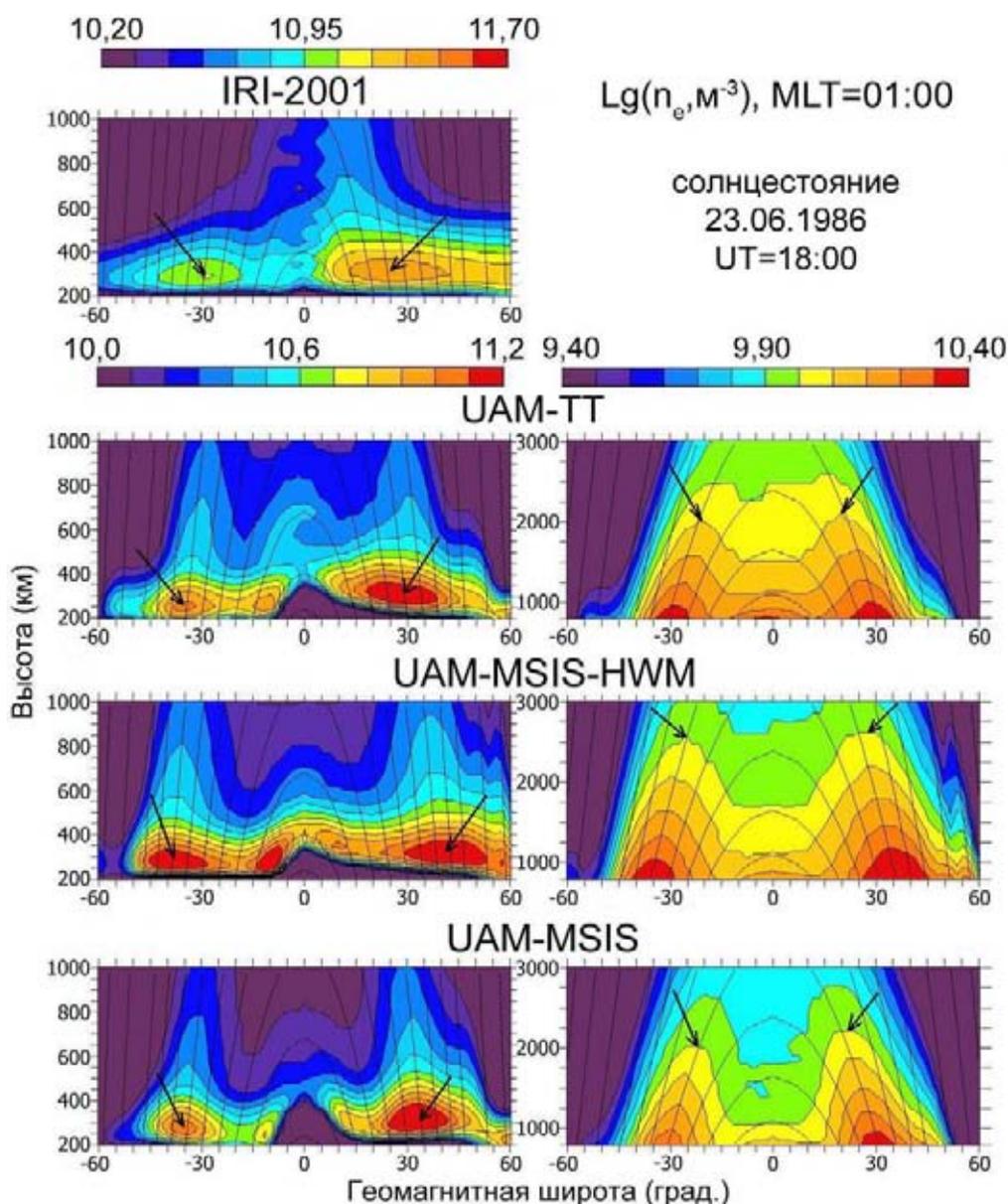


Рис. 2. Высотные масштабы ОПЭЖ.

В *левом столбце* представлены меридиональные разрезы $Lg(n_e)$ вдоль магнитного меридиана MLT=01:00 для диапазона высот $h=200\div 1000$ км по IRI-2001 и различным версиям UAM, в *правом* – для диапазона высот $h=800\div 3000$ км по версиям модели UAM. Стрелки указывают на ОПЭЖ. Помимо изолиний $Lg(n_e)$ нанесены силовые линии геомагнитного поля.

Различия в ОПЭЖ по IRI-2001 и UAM касаются абсолютных значений $NmF2$ в этих областях и времени максимального развития «холма» в зимнем полушарии. Различия в ОПЭЖ по разным версиям UAM определяются различиями в рассчитанных в этих версиях термосферных ветрах. Соответствующие этим расчетам *широтно-долготные распределения меридиональных ветров на высоте 300 км* приведены на рис.1 – третий ряд карт.

По всем версиям модели UAM области ветра, направленного к экватору, в зимних полушариях значительно меньше, чем в летних, из-за смещения подсолнечной точки и связанной с ней области повышенного давления нейтрального газа в летнее

полушарие на дневной стороне. Это является причиной более узкой долготной локализации ОПЭК в зимних условиях и способствует лучшему выделению и обнаружению их на фоновом ночном ходе n_e . По структуре широтно-долготного распределения и значениям скорости меридиональные ветры, рассчитанные по UAM и HWM, близки друг к другу. Значения скорости меридионального ветра по MSIS значительно выше, чем ветров по UAM и HWM.

На рис. 2 приведены *широтно-высотные распределения* $Lg(n_e)$ вдоль ночного магнитного меридиана $MLT=01:00$ для диапазонов высот от 200 до 1000 км (левый столбец) и от 800 до 3000 км (правый столбец) для той же даты и момента UT.

На меридиональных разрезах $Lg(n_e)$ для высот от 200 до 1000 км по всем моделям ОПЭК видны по обе стороны от геомагнитного экватора и представляют собой пятна с повышенными значениями электронной концентрации в обоих геомагнитных полушариях. ОПЭК в летних полушариях более вытянуты в меридиональном направлении, чем в зимнем.

По UAM изолинии электронной концентрации, очерчивающих ОПЭК обоих типов, протягиваются вверх по силовым линиям геомагнитного поля с $1,3 \leq L \leq 2,4$, где L – параметр Мак-Илвейна, геоцентрическое расстояние до вершины геомагнитной силовой линии, выраженное в земных радиусах. По IRI-2001 это отчетливо видно только для ОПЭК в летних условиях в северном геомагнитном полушарии.

На меридиональных разрезах $Lg(n_e)$ для высот от 800 до 3000 км по результатам расчетов по всем версиям UAM выступы, соответствующие ОПЭК, ориентированы по геомагнитному полю и простираются до высот плазмосферы, проникая в нее.

Выводы

Таким образом, основными топологическими характеристиками ночных среднеширотных ОПЭК в широтно-долготных и широтно-высотных вариациях параметров F2-области ионосферы являются: 1) типы этих областей и 2) их протяженность в высоту вдоль силовых линий геомагнитного поля. Проведенные модельные расчеты показывают, что различия между типами ОПЭК связаны с сезонной вариацией термосферных ветров. В ночных зимних условиях узкая долготная локализация направленного к экватору меридионального ветра способствует более отчетливому проявлению ОПЭК в виде максимума на фоновом ночном ходе электронной концентрации и увеличивает вероятность их обнаружения в этих условиях.

Список литературы:

- 1) Mikhailov A.V., Leschinskaya T.Yu., Förster M. Morphology of NmF2 nighttime increases in the Eurasian sector // *Annales Geophysicae*. 2000. v. 18. P. 618–628.
- 2) Horvath I., Essex E.A. Using observations from the GPS and TOPEX satellites to investigate night-time TEC enhancements at mid-latitudes in the southern hemisphere during a low sunspot number period // *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. 2000. v. 62. P. 371–391.
- 3) Князева М.А., Намгаладзе А.А. Математическое моделирование формирования ночных повышений электронной концентрации в F2-области спокойной среднеширотной ионосферы и в плазмосфере Земли // *Вестник МГТУ*. 2005. т.8. №1. С.144-155.
- 4) Князева М.А., Намгаладзе А.А. Влияние меридионального ветра на широтное положение областей повышенной электронной концентрации в ночной F2-области ионосферы // *Материалы Международной научно-технической конференции "Наука и образование-2008"*. 2008. МГТУ. Мурманск. с. 223–226.

[НТЦ «Информрегистр» № 0320800238 от 21.01.08г. Электронный ресурс. 1 опт. компакт-диск (CD-ROM)].

- 5) Namgaladze A.A., Martynenko O.V., Volkov M.A., Namgaladze A.N., Yurik R.Yu. High-latitude version of the global numerical model of the Earth's upper atmosphere. Proceedings of the MSTU, v.1, N 2, p.23-84, 1998.
- 6) Picone J.M., Hedin A.E., Drob D.P., Aikin A.C. NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues // Journal of Geophysical Research. 2002. v. 107. No. A12. P. 1468. doi:10.1029/2002JA009430.
- 7) Hedin A.E., Fleming E.L., Manson A.H., Schmidlin F.J., Avery S.K., Clark R.R., Franks S.J., Fraser G.J., Tsuda T., Vial F., Vincent R.A. Empirical wind model for the upper, middle and lower atmosphere // Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics. 1996. v. 58. No. 13. P. 1421–1447.
- 8) Bilitza D. International reference ionosphere 2000 // Radio Science. 2001. v. 36. P. 261–275.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЛАЗМОСФЕРЫ КАК ИСТОЧНИКА ПОДДЕРЖАНИЯ НОЧНОЙ F2-ОБЛАСТИ ИОНОСФЕРЫ

Князева М.А., Намгаладзе А.А., Мартыненко О.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра физики mariknyazeva@yandex.ru)

Abstract. The processes of the filling and depletion of the plasmasphere have been modeled by using the global numerical Upper Atmosphere Model (UAM). It has been shown that the H^+ fluxes at the 1000 km directed from the plasmasphere to the night-time ionosphere are maximal at the subauroral latitudes ($\sim 55^\circ$ – 60°) and they form the electron density maxima in the ionospheric F2-layer. These phenomena have been explained by the peculiarities of the geomagnetic field geometry.

Введение

Область атмосферы Земли от высот ~ 1000 км до плазмопаузы, при переходе через которую концентрация заряженных частиц падает более чем на порядок величины, называется *плазмосферой* (1, 2). Силовые линии геомагнитного поля в плазмосфере замкнуты и близки к дипольным. На средних широтах посредством амбиполярной диффузии вдоль силовых линий осуществляется взаимосвязь плазмосферы с ионосферой. Плазмосфера является резервуаром, заполняющимся в дневное время плазмой ионосферного происхождения и поддерживающим ночную среднеширотную ионосферу за счет своего опустошения (3–6). Процесс заполнения плазмосферы длителен и занимает несколько суток (4). В спокойных геомагнитных условиях распределение плотности плазмы в плазмосфере в зависимости от L -параметра (L – параметр Мак-Илвейна, геоцентрическое расстояние до вершины геомагнитной силовой линии, выраженное в земных радиусах) определяется геометрией силовых линий геомагнитного поля. Объемы силовых трубок при увеличении L быстро возрастают и трубки, опирающиеся на геомагнитные широты с $L > 4$, являются практически незаполненными, что, согласно Кринбергу и Тащилину (5), является причиной формирования провала в распределении плотности плазмы даже в отсутствие конвекции.

На процессы заполнения и опустошения плазмосферы и, как следствие, на распределение плотности плазмы в плазмосфере влияют процессы переноса плазмы на высотах F2-области ионосферы посредством электромагнитного дрейфа и ветрового увлечения. Например, до высот плазмосферы, проникая в нее, протягиваются по силовым линиям геомагнитного поля области повышенной электронной концентрации (ОПЭК) (7), формируемые на высотах ночной среднеширотной F2-области ионосферы посредством совместного действия потоков плазмы из плазмосферы в ионосферу и ветрового увлечения ионов (7, 8).

В данной работе приведены результаты исследования формирования областей, подобных среднеширотным ОПЭК, в отсутствие электромагнитного дрейфа плазмы и ветрового увлечения ионов. Исследование проводилось с использованием глобальной трехмерной нестационарной численной модели верхней атмосферы Земли (UAM – Upper Atmosphere Model) (9).

Модельные расчеты

Были проведены расчеты глобальных распределений электронной концентрации с использованием модели UAM совместно с эмпирической моделью термосферы NRLMSISE-00 (далее UAM-MSIS) (10), в ходе которых ветровое увлечение ионов и

электромагнитный дрейф плазмы, формирующих неоднородности плазмы на высотах F2-области ионосферы и плазмосферы, не учитывались. Поскольку перенос плазмы посредством амбиполярной диффузии, определяющий в этом случае эффективность заполнения и опустошения плазмосферы, зависит от начального распределения плотности плазмы на высотах плазмосферы и ионосферы, расчеты проводились в 2-х версиях, различающихся способом формирования начальных условий для электронной концентрации: 1) от широтно-однородных и 2) от широтно-неоднородных.

Широтно-однородные начальные условия были сформированы следующим образом: 1) концентрации нейтральных частиц были рассчитаны по MSIS, при этом они были симметризованы относительно геомагнитного экватора; 2) ионосфера и плазмосфера были опустошены, а именно, концентрации заряженных частиц были приравнены к 10^{-3} м^{-3} по всему глобусу и на всех высотах; 3) температуры ионов и электронов равны между собой и равны температуре нейтрального газа, рассчитанной по MSIS; 4) скорость нейтрального ветра равна нулю. В ходе этого расчета геомагнитная и географическая оси Земли были совмещены, интенсивности потоков высыпающихся из магнитосферы энергичных электронов равны нулю.

Формирование *широтне-неоднородных* начальных условий проводилось методом двукратного повтора расчета по модели UAM-MSIS для одной и той же даты до устранения переходных процессов и установления повторяющегося с периодом в сутки квазистационарного решения уравнений для высот F2-области ионосферы. При этом в ходе расчетов учитывались все процессы переноса: амбиполярная диффузия плазмы, ветровое увлечение ионов и электромагнитный дрейф плазмы, а также потоки высыпающихся из магнитосферы энергичных электронов. Геомагнитная и географическая оси Земли не совмещались.

Отключение термосферного ветра осуществлялось путем модельного расчета, в котором уравнения движения нейтрального газа не решались, а в других уравнениях для заряженных частиц, куда входит скорость термосферного ветра, она полагалась равной нулю. Процесс отключения электромагнитного дрейфа аналогичен отключению термосферного ветра – во всех уравнениях для ионосферной плазмы, куда входит электрическое поле, оно полагается равным нулю.

На рис. 1 представлены меридиональные разрезы $Lg(n_e)$ вдоль полуночного меридиана для высот от 200 до 1000 км для момента UT=24:00 20.03.1986, полученные по первой версии расчетов после однократного прогона этой даты (верхний разрез), трехкратного (средний разрез) и десятикратного (нижний разрез).

На разрезе, соответствующему однократному прогону, на субавроральных широтах $\sim 55^\circ\text{--}60^\circ$ в обоих полушариях отчетливо видны области с повышенными значениями электронной концентрации. Аналогично ОПЭК эти области также простираются по силовым линиям геомагнитного поля до высот плазмосферы. После трехкратного и десятикратного прогонов отчетливо видно, что эти области деформируются: их экваториальная часть смещается на средние широты.

Учитывая, что в ходе расчета был отключен не только термосферный ветер, но и электромагнитный дрейф, механизм формирования этих субавроральных максимумов n_e связан исключительно с переносом плазмы за счет амбиполярной диффузии. Широтная неоднородность этого переноса определяется геометрией силовых линий геомагнитного поля. При переходе на более низкие широты уменьшается вертикальная составляющая продольных (вдоль силовых линий геомагнитного поля) градиентов плазменного давления, за счет уменьшения наклона геомагнитного поля. Вследствие этого, плазменные потоки, связывающие плазмосферу с ионосферой, убывают, как к полюсу (провал Кринберга), так и к экватору от силовой линии, где эти потоки максимальны.

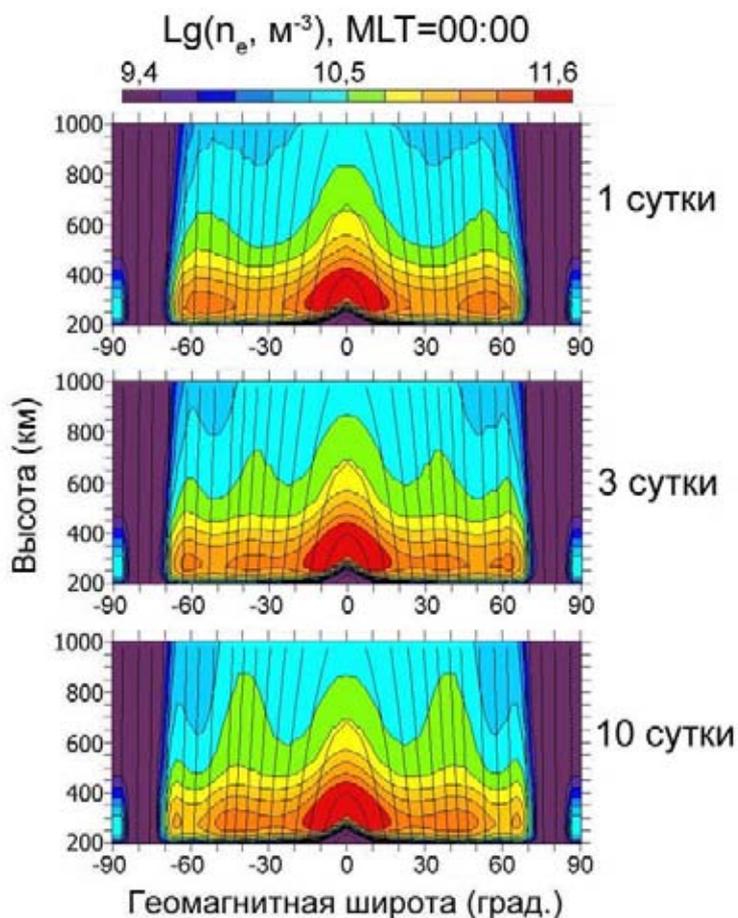


Рис. 1. Рассчитанные по UAM-MSIS от широтно-однородных начальных условий высотно-широтные распределения $Lg(n_e)$ вдоль магнитного меридиана MLT = 00:00 для высот $h = 200 \div 1000$ км для 24:00 UT 20.03.1986: *верхний разрез* – однократный прогон даты, *средний* – 3-х кратный прогон, *нижний* – 10-ти кратный прогон. Помимо изолиний $Lg(n_e)$ нанесены силовые линии геомагнитного поля.

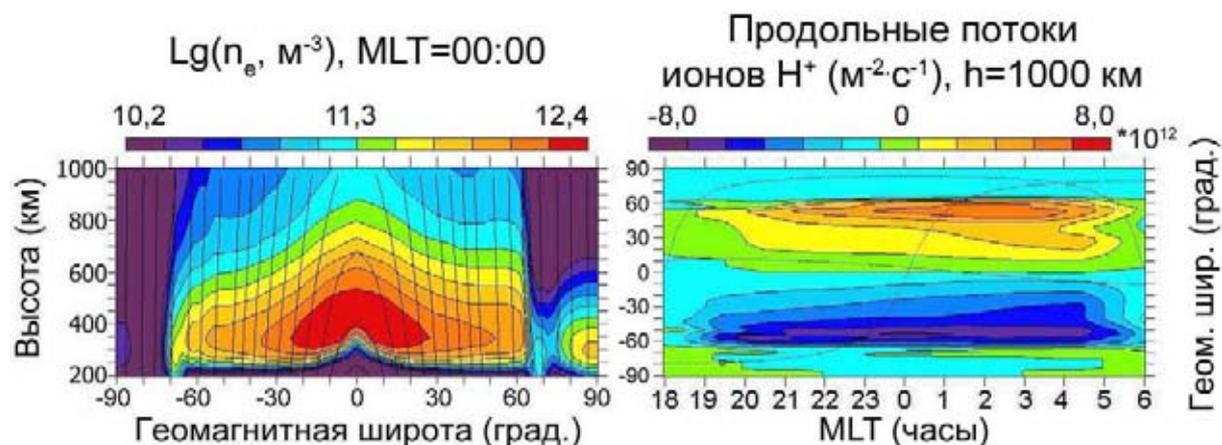


Рис. 2. Рассчитанные по UAM-MSIS от широтно-неоднородных начальных условий высотно-широтные распределения $Lg(n_e)$ вдоль магнитного меридиана MLT = 00:00 для высот $h = 200 \div 1000$ км (*слева*) и широтно-долготные распределения плотности продольных потоков ионов H^+ на высоте 1000 км (*справа*) для 24:00 UT 16.04.2002. На разрезе помимо изолиний $Lg(n_e)$ нанесены силовые линии геомагнитного поля. На карте положительные значения соответствуют потокам, направленным по силовым линиям геомагнитного поля.

На рис. 2 представлены аналогичные меридиональные разрезы $Lg(n_e)$, полученные по второй версии расчетов (слева) и соответствующие им широтно-долготные распределения плотности продольных потоков ионов H^+ на высоте 1000 км (справа) для момента UT=24:00 16.04.2002.

На разрезе, также как и в предыдущей версии расчетов, видны субавроральные области повышенной электронной концентрации. Потоки ионов H^+ в обоих полушариях направлены вниз (из плазмосферы в ионосферу) с четко выраженными максимумами вблизи тех широт, где формируются субавроральные ОПЭК. Следовательно, наличие начальных неоднородностей в распределении плотности плазмы на высотах плазмосферы, наличие долготной и UT-вариаций термосферы и высыпаний из магнитосферы энергичных частиц влияет только на степень выраженности субавроральных ОПЭК.

Выводы

Таким образом, результаты проведенных модельных расчетов показывают, что в случае, когда плазмосфера полностью опустошена, ее эффективность как источника поддержания ночной F2-области ионосферы максимальна на субавроральных широтах за счет особенностей геометрии силовых линий геомагнитного поля. Дальнейшее заполнение плазмосферы происходит по силовым трубкам, опирающимся на более низкие широты, что приводит к формированию среднеширотных ОПЭК на высотах F2-области ионосферы и без учета действия ветрового увлечения ионов и электромагнитного дрейфа плазмы.

Список литературы:

- 1) Грингауз К.И., Курт В.Г., Мороз В.И., Шкловский И.С. Ионизованный газ и быстрые электроны в окрестности Земли и в межпланетном пространстве / Докл. АН СССР. 1960. т.132. С.1062–1065.
- 2) Carpenter D.L. Whistler evidence of a "knee" in the magnetospheric ionization density profile// Journal of Geophysical Research. 1963. v. 68, P.1675.
- 3) Грингауз К.И., Бассоло В.С. Структура и свойства плазмосферы Земли. Экспериментальные данные и проблема их интерпретации (Обзор) // Геомагнетизм и Аэрномия. 1990. т. 30. № 1. С. 1–17.
- 4) Котова Г.А. Плазмосфера Земли. Современное состояние исследований (Обзор) // Геомагнетизм и Аэрномия. 2007. т. 47. № 4. С. 435–449.
- 5) Кринберг И.А., Тащилин А.В. Ионосфера и плазмосфера. М.: Наука, 1984. 189 с.
- 6) Chappell C.R. The terrestrial plasma source: a new perspective in solar-terrestrial processes from Dynamics Explorer // Reviews of Geophysics. 1988. v. 26. No. 2. P. 229–248.
- 7) Князева М.А., Намгаладзе А.А. Математическое моделирование формирования ночных повышений электронной концентрации в F2-области спокойной среднеширотной ионосферы и в плазмосфере Земли // Вестник МГТУ. 2005. т.8. №1. С.144-155.
- 8) Mikhailov A.V., Leschinskaya T.Yu., Förster M. Morphology of NmF2 nighttime increases in the Eurasian sector // Annales Geophysicae. 2000. v. 18. P. 618–628.
- 9) Namgaladze A.A., Martynenko O.V., Volkov M.A., Namgaladze A.N., Yurik R.Yu. High-latitude version of the global numerical model of the Earth's upper atmosphere. Proceedings of the MSTU, v.1, N 2, p.23-84, 1998.
- 10) Picone J.M., Hedin A.E., Drob D.P., Aikin A.C. NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues // Journal of Geophysical Research. 2002. v. 107. No. A12. P. 1468. doi:10.1029/2002JA009430.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЛОБАЛЬНОЙ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ ВЕРХНЕЙ АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ К СПОСОБАМ ЗАДАНИЯ ВХОДНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ ПАРАМЕТРОВ

Зубова Ю.В., Намгаладзе А.А. (Мурманск, МГТУ, кафедра физики y-zubova@yandex.ru)

Abstract. The numerical experiments have been performed and their results have been analyzed in order to estimate the sensitivity of the ionospheric variations calculated using the global numerical Upper Atmosphere Model (UAM) to such input and control parameters as precipitating electron fluxes, characteristics of the field-aligned currents system, the O^+ with N_2 reaction rate, the methods of the thermospheric parameters calculation.

Введение

Одной из проблем моделирования пространственно-временных вариаций ионосферы с помощью глобальной численной модели верхней атмосферы Земли UAM является проблема задания входных и управляющих параметров.

Входными параметрами модели UAM, описывающими внешнее воздействие на верхнюю атмосферу Земли, помимо потоков ионизирующего солнечного излучения являются характеристики аврорального овала, а также системы продольных токов. Непосредственное задание этих параметров из данных наблюдений связано с трудностями проведения самих наблюдений. Поэтому чаще всего при моделировании приходится использовать эмпирические зависимости указанных входных параметров от статистических характеристик (индексов магнитной и солнечной активности), которые определяются уже давно отлаженными методами и находятся в свободном доступе.

Управляющими параметрами модели UAM являются коэффициенты химических реакций, в частности ионов O^+ с молекулярным азотом N_2 , а также параметры, отвечающие за выбор способов моделирования вариаций термосферы: путём численного решения дифференциальных уравнений или по имеющимся эмпирическим моделям.

Оценка чувствительности результатов численной модели к выбору входных и управляющих параметров является актуальной задачей, позволяющей для моделирования конкретного геофизического события оценить допустимые погрешности задания входных параметров, а также определить целесообразность использования конкретных эмпирических моделей.

Модель

Глобальная численная модель верхней атмосферы Земли (Upper Atmosphere Model – UAM) была первоначально создана в Калининградской обсерватории ИЗМИРАН и позже модифицирована в Полярном геофизическом институте и в Мурманском государственном техническом университете для изучения высокоширотных явлений (*Namgaladze et al.*, 1998).

Входными параметрами модели UAM являются границы зоны высыпаний и потоки высыпающихся электронов, а также пространственно-временное распределение продольных токов в зонах 1 и 2. Продольные токи зоны 1 задаются на полярной границе авроральной зоны через разность электрических потенциалов поперёк

полярной шапки (ПШ), продольные токи зоны 2 рассчитываются на экваториальной границе зоны высыпаний через заданный коэффициент отношения их амплитуды к амплитуде токов зоны 1.

Помимо теоретического расчёта состава и температуры термосферы, скоростей термосферного ветра и ионосферных параметров в модели можно использовать в качестве её составных частей эмпирические модели, например, модель термосферы NRLMSISE-00 (Picone et al., 2002) – далее MSISE, а также модель горизонтальных нейтральных ветров HWM-93 (Hedin et al., 1996). Выбор способа расчёта осуществляется посредством управляющих параметров модели UAM.

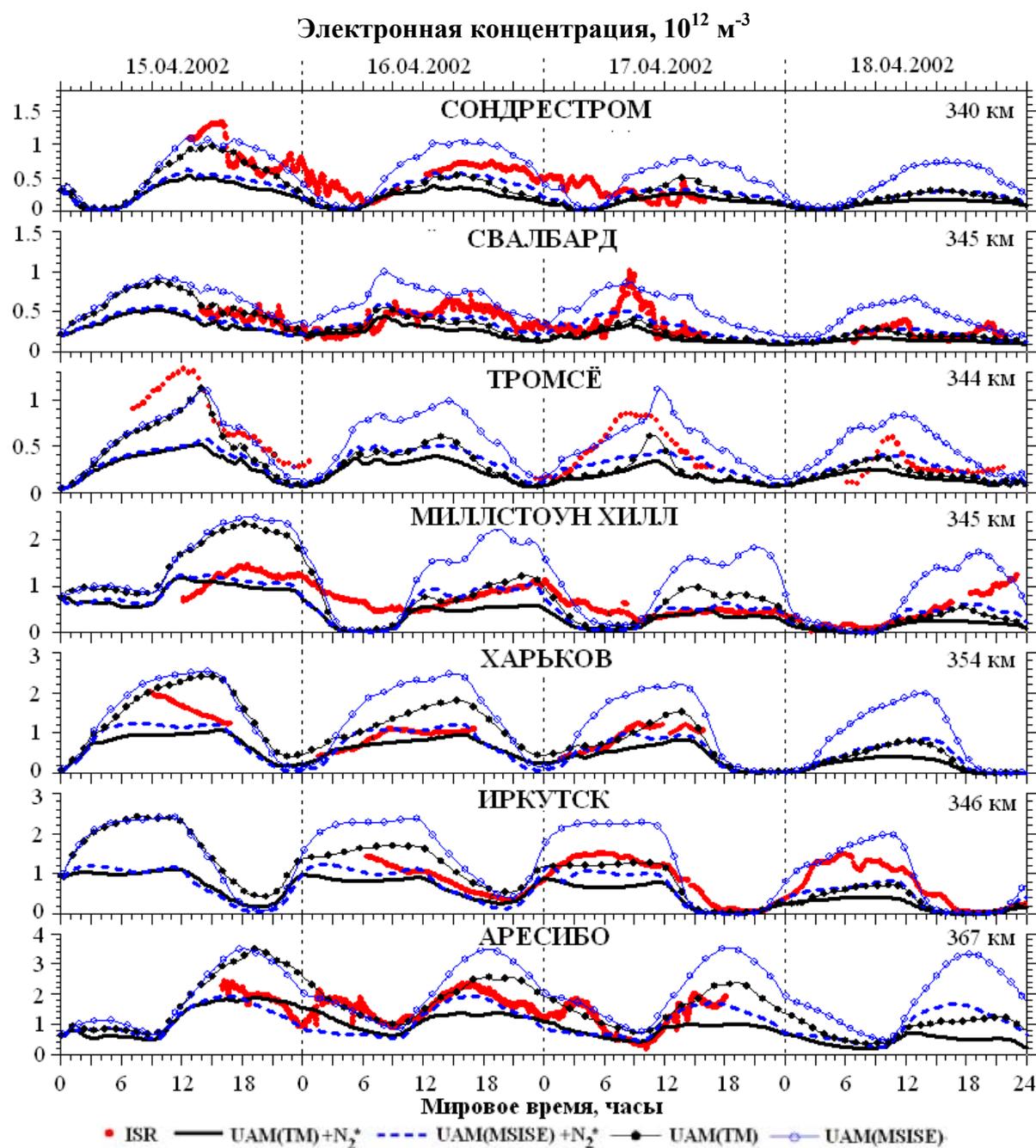


Рис.1. Временные вариации электронной концентрации над станциями некогерентного рассеяния, рассчитанные версиями UAM, в сравнении с данными радарных наблюдений (обозначены как ISR)

Численные эксперименты и их результаты

Исследования чувствительности результатов моделирования поведения ионосферы по модели UAM к входным и управляющим параметрам проводились с использованием уникального массива данных наблюдений. Наблюдения велись сразу по трём параметрам - электронной концентрации (N_e), электронной (T_e) и ионной (T_i) температурам - на высотах F-области ионосферы восемью радарными некогерентного рассеяния радиоволн, расположенными во всех широтных зонах Северного полушария. Радары работали в рамках международного проекта CEDAR/TIMED и проводили наблюдения не только в период геомагнитных бурь 17-20 апреля 2002 года, но и в предшествующие ему спокойные сутки 15-16 апреля (*Goncharenko et al., 2005*).

В предыдущей работе (*Namgaladze et al., 2006*) было показано, что наибольшее влияние на результаты моделирования ионосферных параметров оказывает способ расчёта состава и температуры термосферы. Был сделан вывод о том, что версия UAM с использованием эмпирической модели MSISE даёт сильно завышенные по сравнению с наблюдавшимися значения N_e . При этом лучшее согласие с наблюдениями демонстрирует версия модели UAM с полностью теоретическим расчётом параметров верхней атмосферы.

Выполненные позже численные эксперименты с учётом зависимости скорости реакции ионов O^+ с молекулярным азотом N_2 от распределения N_2 по колебательным уровням показали, что если версии модели UAM без учёта колебательно-возбуждённого N_2 дают сильно отличающиеся значения N_e , то при включении N_2^* разница в результатах сокращается в несколько раз. Это можно увидеть на Рис.1, на котором представлены результаты расчётов электронной концентрации версиями модели UAM с полностью теоретическим расчётом и с использованием модели MSISE (обозначены как UAM(TM) и UAM(MSISE), соответственно) с учётом распределения молекул N_2 по колебательным уровням и без него. Кроме того, учёт колебательного возбуждения молекул азота ведёт к улучшению согласия модельных результатов с данными наблюдений как электронной концентрации, так и электронной температуры.

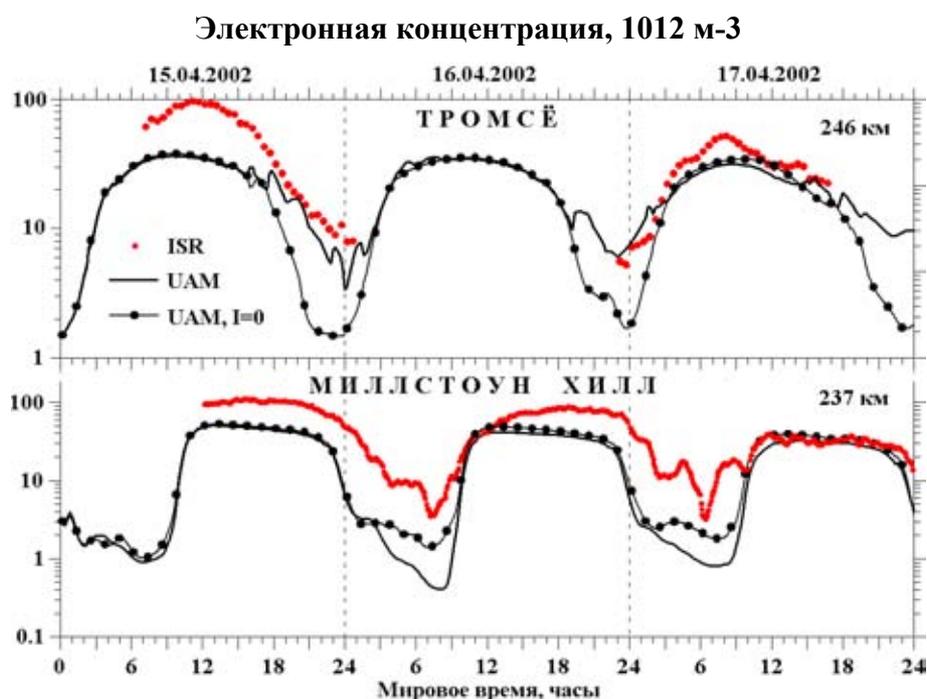


Рис.2. Временные вариации электронной концентрации, рассчитанные версиями UAM, в сравнении с данными радарных наблюдений (обозначены как ISR)

Исследование влияния на результаты модельных расчётов поведения ионосферы проводилось посредством численных экспериментов как с заданием нулевых потоков высыпавшихся частиц. Кроме того, была проведена серия экспериментов с заданием границ аврорального овала по формулам эмпирических зависимостей от индексов магнитной активности, а самых потоков высыпаний - по эмпирическим моделям. Ещё одним вариантом задания высыпаний явилось использование аппроксимированных данных наблюдений спутников серии DMSP. Наибольший эффект отключения высыпаний оказало на результаты расчётов N_e для высокоширотной и субавроральной E-области. При этом ночные значения электронной концентрации на высоте около 250 км, рассчитанные с нулевыми потоками высыпавшихся электронов и потоками по аппроксимированным данным спутников DMSP для субавроральной (Миллстоун Хилл) и высокоширотной (Тромсё) станций, отличаются в несколько раз. Это видно из временных вариаций электронной концентрации, представленных на рис.2 (версия модели с отключенными высыпаниями обозначена как UAM, I=0).

Влияние способа расчёта скорости термосферного ветра на результаты моделирования поведения ионосферы исследовалось с использованием эмпирической модели нейтрального ветра HWM-93. Было показано, что в модельных расчётах N_e ветровое увлечение плазмы термосферным горизонтальным ветром имело максимальный эффект на средних широтах. Использование модели HWM-93 для расчёта скорости термосферного ветра в целом не улучшило согласие модельных результатов с данными наблюдений за электронной концентрацией.

В работе (Zubova et al., 2008) на основе численных экспериментов с заданием системы продольных токов в модели UAM дана физическая интерпретация аномальному поведению ночного F-слоя, наблюдавшемуся радаром некогерентного рассеяния обсерватории Миллстоун Хилл. Сделан вывод о том, что характеристики системы продольных токов, в частности положение и амплитуда продольных токов зоны 2, оказывают значительное влияние на результаты численных расчётов ночной электронной концентрации в субавроральных широтах.

Выводы

Наибольшее влияние на результаты моделирования ионосферных параметров оказывает способ расчёта состава и температуры термосферы. Учёт зависимости скорости реакции $O^+ + N_2$ от распределения молекул азота по колебательным уровням улучшил согласие версий UAM – самосогласованной и с использованием эмпирической модели MSISE – как друг с другом, так и с данными наблюдений по электронной концентрации и температуре. Способ задания потоков высыпавшихся электронов важен для моделирования не только E-области, но и нижней F-области ионосферы в высоких и субавроральных широтах. Метод расчёта скорости термосферного ветра оказывает максимальное влияние на результаты расчётов ионосферных параметров для средних широт. Вариации рассчитанной для ночных часов электронной концентрации в субавроральных широтах в значительной степени определяются характеристиками системы продольных токов, в частности положением и амплитудой продольных токов зоны 2.

Список литературы:

- 1) Goncharenko L., Salah J. E., Van Eyken A., Howells V., Thayer J. P., Taran V. I., Shpynev B., Zhou Q., Chau J. Observations of the April 2002 Geomagnetic Storm by the Global Network of Incoherent Scatter Radars. Ann. Geophysicae, v.23, p.163-181, 2005.

- 2) Hedin A.E., Fleming E.L., Manson A.H., Scmidlin F.J., Avery S.K., Clark R.R., Franke S.J., Fraser G.J., Tsunda T., Vial F., Vincent R.A. Emperical Wind Model for the Upper, Middle, and Lower Atmosphere. *J. Atmos. Terr. Phys.*, v.58, p.1421-1447, 1996.
- 3) Namgaladze A.A., Martynenko O.V., Volkov M.A., Namgaladze A.N., Yurik R.Yu. High-latitude version of the global numerical model of the Earth's upper atmosphere. *Proceedings of the MSTU*, v.1, No.2, p.23-84, 1998.
- 4) Namgaladze A.A., Zubova Yu.V., Namgaladze A.N., Martynenko O.V., Doronina E.N., Goncharenko L.P., Van Eyken A., Howells V., Thayer J.P., Taran V.I., Shpynev B., Zhou Q. Modelling of the ionosphere/thermosphere behaviour during the April 2002 magnetic storms: A comparison of the UAM results with the ISR and NRLMSISE-00 data. *Adv. in Space Research*, V. 37, Is. 2, 380-391, 2006.
- 5) Picone J.M., Hedin A.E., Drob D.P., Aikin A.C. NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues. *J. Geophys. Res.*, v.107, 1468, 10.1029/2002JA009430, 2002.
- 6) Zubova Yu.V., Namgaladze A.A., Goncharenko L.P. Model interpretation of the unusual F-region night-time electron density behaviour observed by the Millstone Hill incoherent scatter radar on April 16-17, 2002. *Proceedings of the 7th International Conference "Problems of Geocosmos"*, Saint-Petersburg, p.304-308, 2008.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ИОНОСФЕРЫ И ПЛАЗМОСФЕРЫ

Мартыненко О.В., Ботова М.Г. (*Мурманск, МГТУ, кафедра физики,*
MartynenkoOV@mstu.edu.ru, botovamaria@yandex.ru)

Abstract. In the work the results of research of influence of various factors on formation of the ionosphere and plasmasphere of the Earth have been presented. The calculations have been spent for the day of March 20th 1986. The results have been received by means of the modified global numerical Upper Atmosphere Model (UAM). The influences of the electric field, wind and discrepancy of geographical and magnetic axes on formation of the ionosphere and plasmasphere of the Earth have been analyzed.

Постановка задачи

Представляемая работа описывает первый этап исследования влияния различных факторов на формирование ионосферы и плазмосферы Земли. Исследование проводилось путем компьютерного моделирования с использованием модифицированной глобальной численной модели верхней атмосферы Земли UAM (Namgaladze et al., 1998a; 1998b). Стартовым состоянием являлась "пустая" ионосфера, заполненная плазмой с очень низкой электронной концентрацией (10^3 м^{-3}). Распределение концентраций и температур нейтральных атмосферных компонент задавалось таким же, как в "обычной" земной атмосфере. Моделировались процессы ионизации нейтральных частиц и их перераспределения. Модельный расчет проводился при постоянных входных воздействиях в течение нескольких суток модельного времени, пока не заканчивались переходные процессы и не устанавливалось стационарное решение. При этом в различных модельных расчетах включались и отключались различные физические факторы, воздействующие на моделируемый процесс, и влияние каждого из них определялось по особенностям установившегося трехмерного пространственного распределения электронной плотности.

На данном этапе работы рассматривались следующие процессы, протекающие в ионосфере и плазмосфере: фотоионизация солнечным излучением, реакции зарядообмена и рекомбинации при взаимодействии заряженных и нейтральных атмосферных частиц, продольное перераспределение плазмы вдоль силовых линий магнитного поля под действием градиентов давления и силы тяжести. Ее поперечный перенос процессами магнитосферной конвекции и перенос заряженных частиц под действием нейтрального ветра (ветровое увлечение) включались и отключались в различных расчетах. Обратные связи – влияние заряженных компонент на нейтральную атмосферу (джоулев нагрев, ион-нейтральное увлечение, изменение концентрации нейтральных частиц в процессах ионизации и рекомбинации) – на данном этапе не рассматривались.

Изучалось также влияние несовпадения географической и магнитной осей Земли. Кроме того, для оценки влияния на результат применяемых конечно-разностных схем были проделаны расчеты на пространственных сетках с другими шагами.

Расчеты проводились для момента равноденствия, чтобы исключить эффекты, вызванные асимметрией освещенности полушарий, при низкой солнечной активности. Конкретно, моделировалась дата 20 марта 1986 года (поток солнечного радиоизлучения $F_{10.7} \sim 70$).

Модель UAM использовалась в следующей конфигурации (Мартыненко, 2008). Во всех расчетах был подключен блок верхней ионосферы и плазмосферы, решающий одномерные уравнения непрерывности, движения и теплового баланса для ионов O^+ и H^+ . Для получения концентраций и температур нейтральных компонент (O_2 , N_2 , O) использовалась эмпирическая модель MSISE-2000 (Picone et al., 2002). Но поскольку сама модель MSISE строилась на экспериментальных исходных данных, уже содержащих в себе влияние ряда дополнительных воздействий (например, долготную вариацию параметров, связанную с несовпадением магнитной и географической осей Земли), в ряде расчетов использовалась построенная на ее основе еще более простая модель: для моделируемых суток выбиралось по MSISE наиболее симметричное относительно геомагнитного экватора состояние (13:24 UT), и затем оно дополнительно еще более симметризовалось: для каждого узла сетки брались значения всех рассчитываемых параметров, равные среднеарифметическому между этой и магнитосопряженной ей точками. Полученное в результате такой процедуры состояние затем "замораживалось" – оставалось неподвижным в солнечно-магнитной системе координат, а Земля вращалась относительно него. Ниже по тексту такая модель называется "замороженной термосферой".

В тех расчетах, где учитывалось влияние нейтрального ветра, его скорость рассчитывалась путем решения уравнения движения для нейтральных газов, температуры и плотности которых брались из используемой модели нейтральной атмосферы (MSISE или "замороженной").

Для учета влияния магнитосферной конвекции использовалась модель электрического потенциала Volland (Volland, 1978). Поскольку она использует солнечно-магнитную систему координат, распределение электрических полей также получалось неподвижным относительно направления на Солнце, аналогично "замороженной" термосфере.

Результаты расчетов

Первая серия расчетов проводилась в обычном варианте, когда геомагнитная и географическая оси Земли не совпадают. Нейтральная атмосфера рассчитывалась по MSISE. Поток солнечного УФ-излучения "включался" одновременно для всей Земли (разумеется, локальное значение плотности потока в каждой точке определялось ее широтой и местным временем, так что "включение Солнца" на ночной стороне было гораздо более "мягким", чем в полуденной экваториальной точке, где на "пустую" ионосферу сразу обрушивалась максимальная радиация).

В первом варианте расчета были отключены все процессы поперечного переноса плазмы: как электромагнитный дрейф, так и ветровое увлечение, то есть фактически решалась одномерная задача для каждой неподвижной силовой линии магнитного поля, процессы ионизации и рекомбинации в нижней части и перераспределение плазмы вверх днем и (по мере наполнения плазмосферы) обратно вниз – ночью.

На рис. 1 приведена последовательность (сверху вниз с шагом в сутки модельного времени) вертикальных разрезов электронной плотности вдоль меридиана 01:00 MLT. Можно видеть постепенное формирование ряда характерных особенностей ночной ионосферы и плазмосферы:

1. короткие силовые линии, опирающиеся на широты экваториальнее 30° , заполняются плазмой приблизительно за два дня;
2. на более высокоширотных трубках заполнение продолжается в течение всех шести дней, что проводился расчет;
3. можно наблюдать, как в течение первых двух дней формируются гребни экваториальной аномалии;

Секция "Геофизические процессы в Арктике"

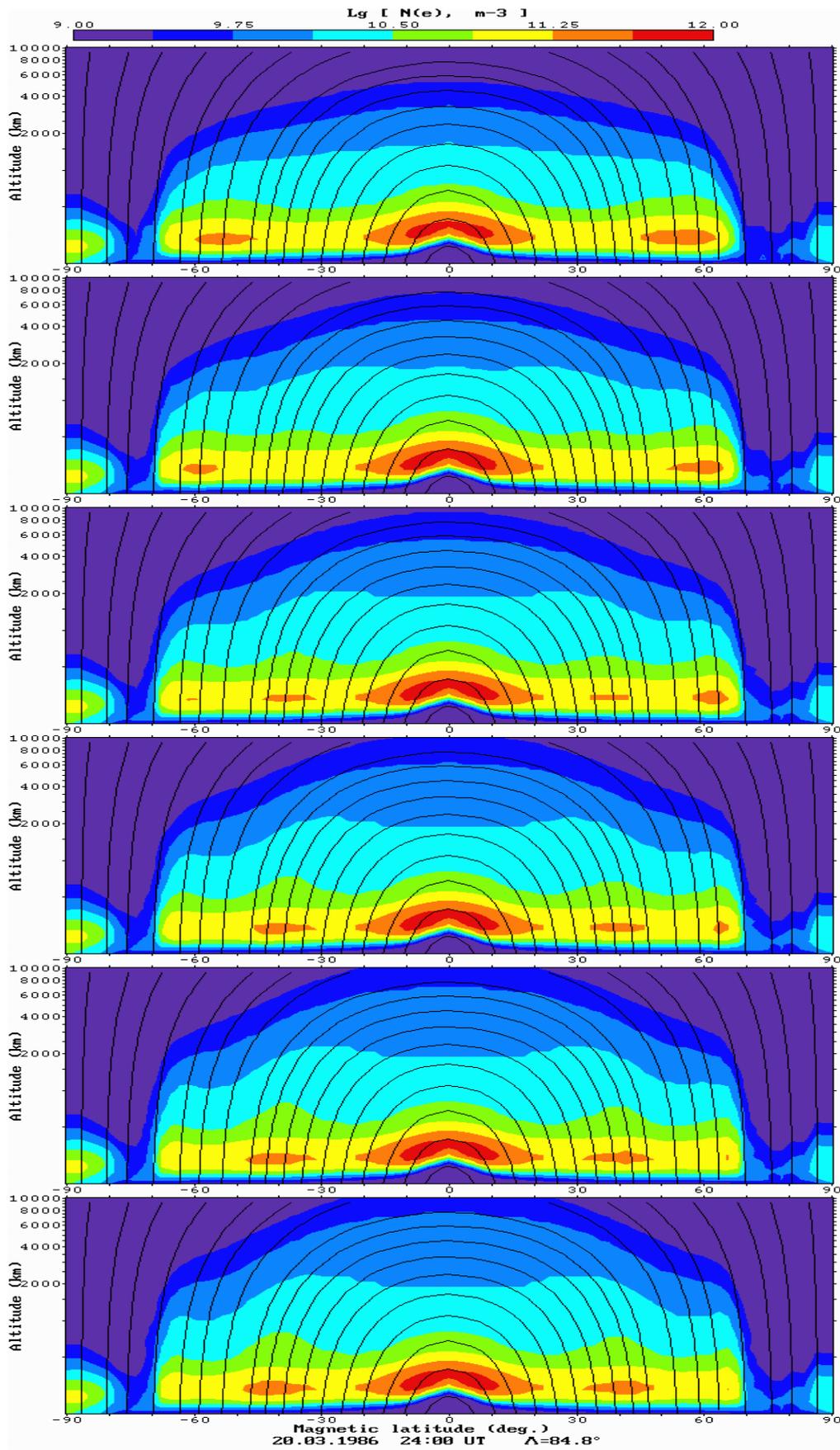


Рис. 1. Формирование ночной плазмосферы.
Вертикальные разрезы $n(e)$ вдоль меридиана 01:00 MLT

4. в первые дни расчета около широты 55° в ионосфере наблюдается область повышенной электронной концентрации, но в дальнейшем она смещается на более высокие широты и исчезает;
5. с третьего дня начинает формироваться новая область повышенной электронной концентрации ионосфере в районе широты 40° ;
6. над ней появляются "рога", протягивающиеся в плазмосферу, высота которых и концентрация электронов в них постепенно увеличивается.

Влияние на формирование плазмосферы электрического поля можно видеть на рис. 2. На нем представлены аналогичные вертикальные разрезы $n(e)$ вдоль меридиана 01:00 MLT после 6 суток модельного времени для трех вариантов расчета, отличающимися электрическим полем: верхний – без поля (разность потенциалов через полярную шапку $\Delta\phi = 0$ kV), средний – для низкой геомагнитной активности (индекс $K_p \sim 2$, $\Delta\phi = 30$ kV), нижний – для высокой активности ($K_p \sim 5$, $\Delta\phi = 90$ kV).

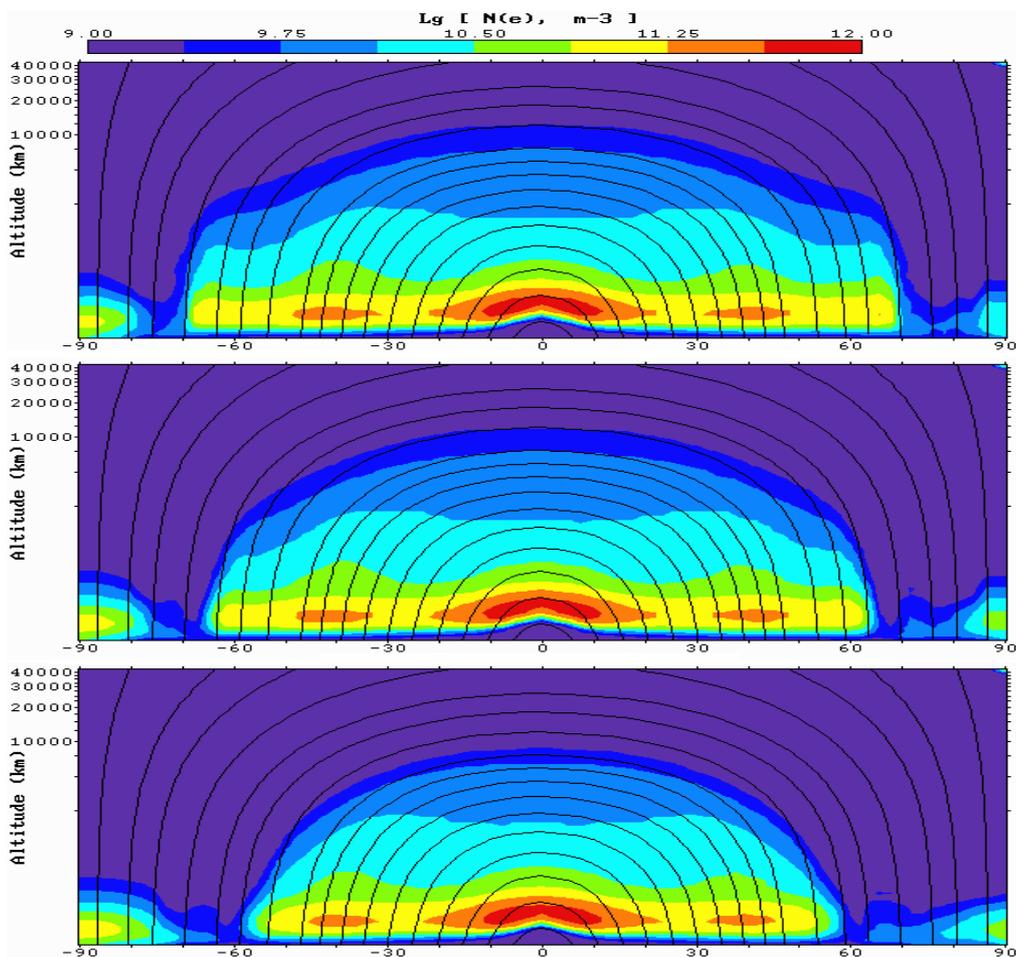


Рис. 2. Влияние электромагнитного дрейфа.
Вертикальные разрезы $n(e)$ вдоль меридиана 01:00 MLT

Форма использованного в модельных расчетах распределения потенциала над полярной шапкой показана на рис. 3. Электромагнитный дрейф, как известно, происходит вдоль изолиний потенциала, а скорость его пропорциональна электрическому полю – градиенту потенциала. Рис. 3 показывает, что заметный дрейф плазмы имел место только в области полярнее приблизительно 65° .

Вполне естественно, что на именно эти области приходятся практически все изменения, вызванные действием магнитосферного электрического поля. Оно

поджимает внешние границы плазмосферы. Экваториальная стенка провала смещается с широты 70° на 60° и даже экваториальнее. Наблюдавшаяся в первые дни расчетов без электрического поля область повышенной электронной концентрации в ионосфере около широты 55° здесь не проявляется – дрейф сразу же "размывает" ее. Соответственно, отсутствуют и соответствовавшие ей плазмосферные "рога".

Можно также видеть, как с усилением дрейфа все заметнее становятся языки ионизации, протягивающиеся через полюс с дневной стороны на ночную.

Средне- и низкоширотная часть плазмосферы практически не изменяется – туда влияние электрического поля магнитосферного происхождения не распространяется. Но на высотах ионосферы изменения все-таки присутствуют:

1. область повышенной электронной концентрации на широте 40° уменьшается в размерах в зависимости от K_p ;
2. изменяется также форма экваториальной аномалии: электронная концентрация в гребнях несколько уменьшается, зато сама экваториальная "ложбина" в нижней границе ионосферы становится более мелкой и "пологой".

Рис. 4 демонстрирует влияние на ночную ионосферу и плазмосферу термосферного ветра. В расчетах, результаты которых представлены, $\Delta\phi$ поддерживался равным 48 kV. Верхний рисунок соответствует расчету без ветра, нижний – с ветром. В данных расчетах также использовалась модель термосферы MSISE.

Можно видеть, что ветер оказывает на ночную термосферу и ионосферу намного более сильное влияние, чем рассмотренное выше магнитосферное электрическое поле:

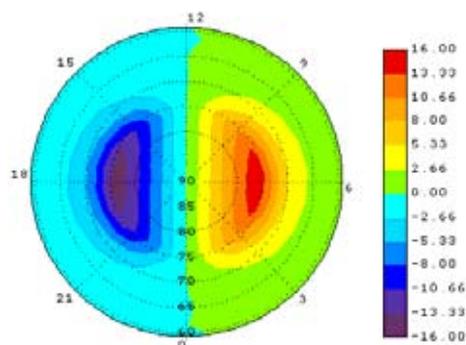


Рис. 3. Распределение электрического потенциала, использованное в расчетах

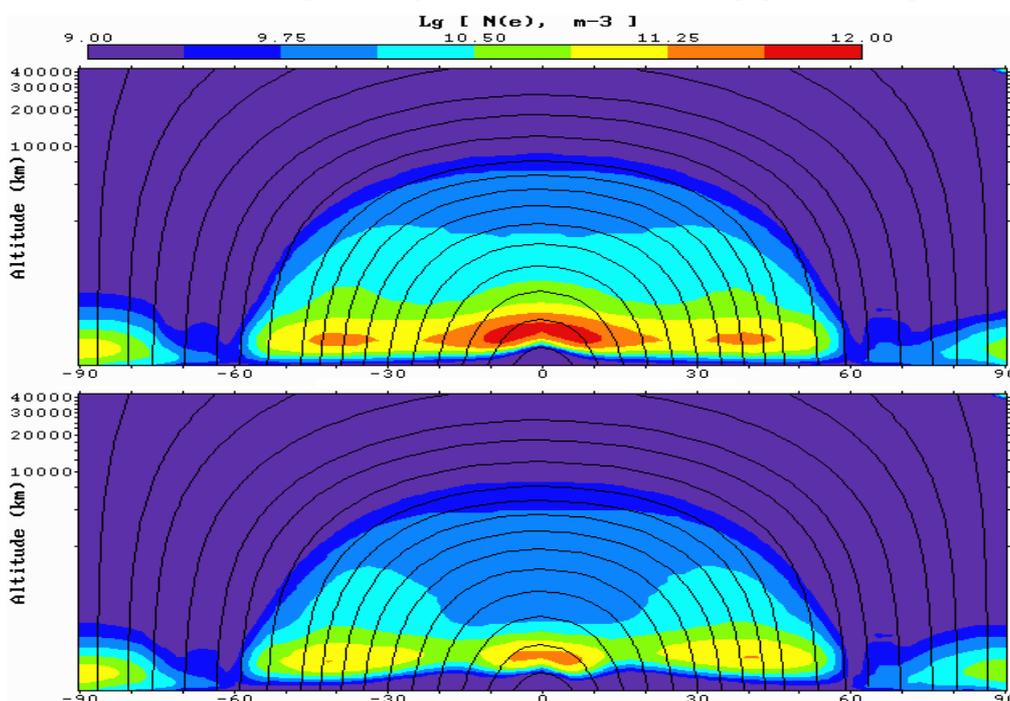


Рис. 4. Влияние термосферного ветра. Вертикальные разрезы $n(e)$ вдоль меридиана 01:00 MLT

1. по всей ночной ионосфере электронная концентрация резко снижается;
2. наиболее резкое уменьшение концентрации происходит в низкоширотной ионосфере, экваториальнее широты 40° .
3. резко падает концентрация плазмы в сопряженной с этими областями внутренней части плазмосферы;
4. практически исчезает экваториальная аномалия;
5. в то же время область повышенной электронной концентрации на широте 40° "страдает" от ветра существенно меньше: падение электронной концентрации там не столь значительно, и связанные с ней плазмосферные "рога" становятся еще заметнее на фоне остальной "просевшей" плазмосферы;
6. особенно сильно меняется электронная концентрация в нижней части ионосферы: вместо практически горизонтальных изолиний в расчете без ветра нижняя граница ионосферы приобретает заметный наклон вдоль силовых линий, что объясняется продольным переносом плазмы вверх под действием направленного к экватору ветра.

Отмеченные области повышенной электронной концентрации около широты 40° , видимо, являются теми же, что исследовались в работах (Knyazeva, Namgaladze, 2008; Князева, Намгаладзе, 2008). Полученный нами результат показывает, что первичной причиной их появления являются не термосферный ветер или электромагнитный дрейф, подробно рассматривавшиеся в названных работах, а диффузионное перераспределение плазмы вдоль геомагнитных силовых трубок разного объема и геометрии. Но в отсутствие ветра и дрейфа они едва различимы на фоне почти столь же высоких концентраций плазмы в других регионах и могут быть обнаружены только в столь идеализированных, упрощенных условиях, как использованные в нашей работе. Влияние же ветра на них состоит не в собственно формировании данных повышений плотности плазмы, а, напротив, в понижении ее во всех остальных областях, что делает ночные среднеширотные повышения заметными. Однако, полученный результат не позволяет пока сделать однозначный вывод, как именно влияние ветра приводит к понижению электронной плотности. Одним из вероятных механизмов является препятствование заполнению плазмосферы в дневное время, но возможны и другие способы. Детально нами этот вопрос пока не исследовался.

Таким образом, термосферный ветер радикально меняет процессы формирования и поддержания плазмосферы. Но точный механизм этого влияния требует дальнейшего исследования.

В ходе этой же серии расчетов была обнаружена еще одна особенность плазмосферы. Она продемонстрирована на рис. 6, показывающем, как в течение суток (6-е сутки расчета с $\Delta\phi 0$ kV и отключенным ветром – то же, что на рис. 1) изменяется $n(e)$ на высоте 2000 км – в основании плазмосферы. Можно видеть неподвижную мало меняющуюся область повышенной концентрации в области долгот $150-240^\circ$ – там, где в начальный момент расчета был день. Формирование этой области в нашем модельном расчете связано с нефизической причиной – описанным выше резким "включением Солнца" при "пустой" ионосфере. Но устойчивость ее демонстрирует, что характерные времена, в течение которых плазмосфера "помнит" предыдущую историю, составляют многие дни и недели.

Как такая "история плазмосферы" может повлиять на результаты ионосферных измерений, демонстрирует рис. 5. Видно, что состояние ионосферы в течение суток сильно изменяется. Это изменение может быть ошибочно принято за долготную вариацию, связанную с несовпадением магнитной и географической осей.

Секция "Геофизические процессы в Арктике"

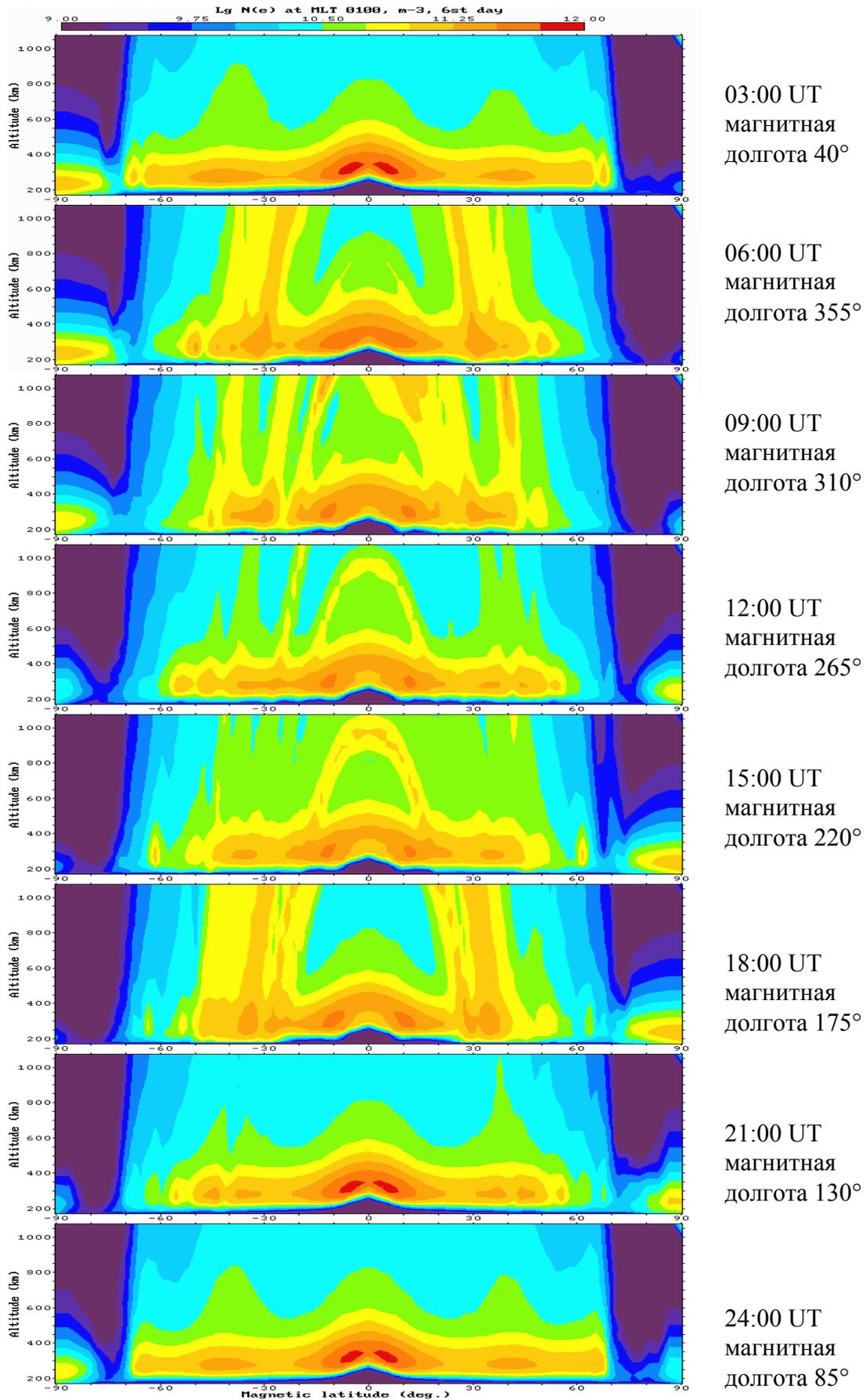


Рис. 5. Вертикальные разрезы $n(e)$ вдоль меридиана 01:00 MLT в разные моменты UT

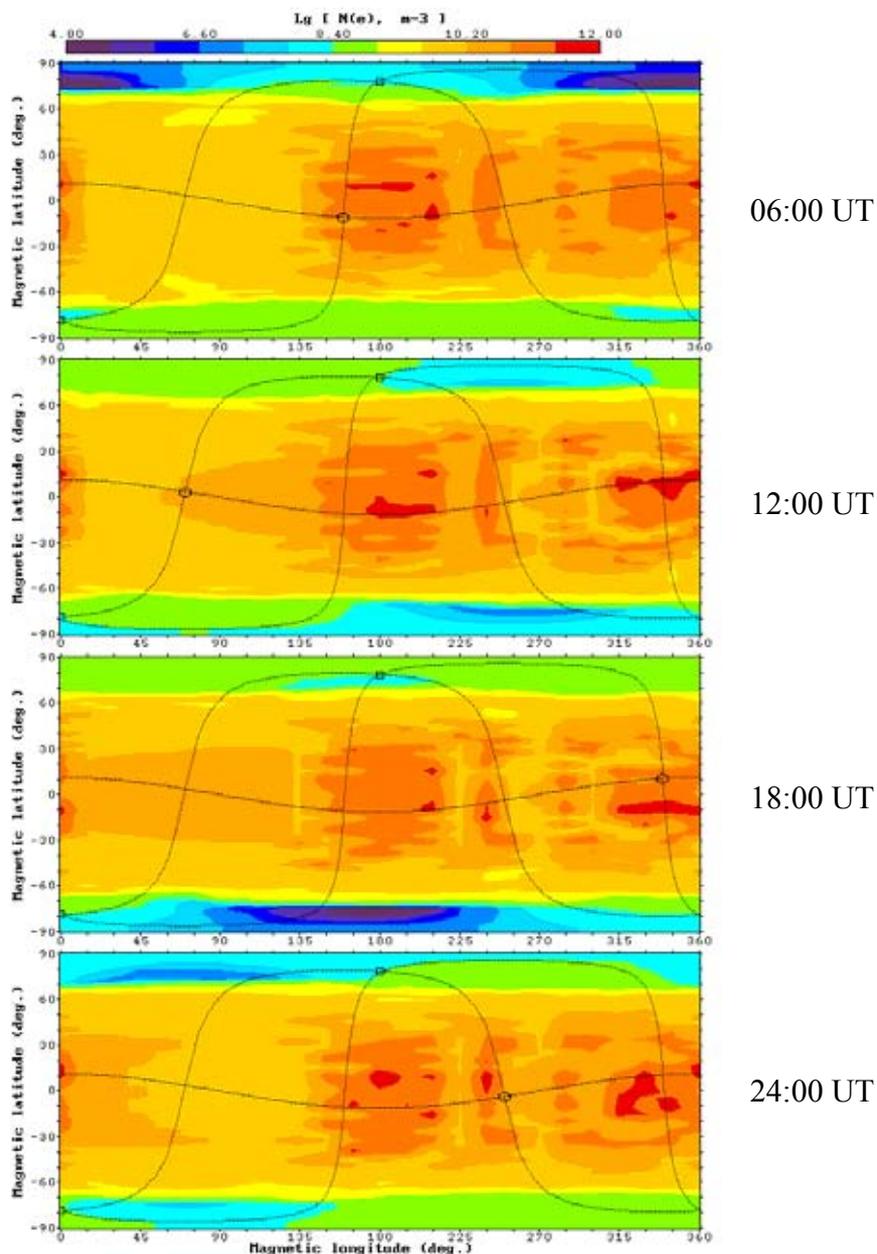


Рис. 6. Сохранение плазмосферой "памяти" о стартовом состоянии.
Горизонтальные разрезы $n(e)$ на высоте 2000 км

Но это не так, что демонстрирует рис. 7, полученный в двух расчетах, где оси были совмещены. В этих расчетах по описанным выше причинам использовалась модель "замороженной" симметризованной термосферы. Расчеты отличались начальным моментом UT, т.е. тем, какой "бок" Земли был в начальный момент повернут к Солнцу. На обоих рисунках присутствует та же особенность, что и на рис. 4, где оси не совпадали, но положение ее смещено на 180° по долготе, что соответствует различию стартового момента как раз на 12 часов.

Для устранения этой особенности была разработана специальная процедура "постепенного включения Солнца": расчет для каждой долготы начинается только с момента, когда местное магнитное время соответствует 22:00 MLT. Результаты представлены на рис. 8. Видно, что неподвижная область повышенной $n(e)$ исчезла, и сформировалась нормальная UT-вариация.

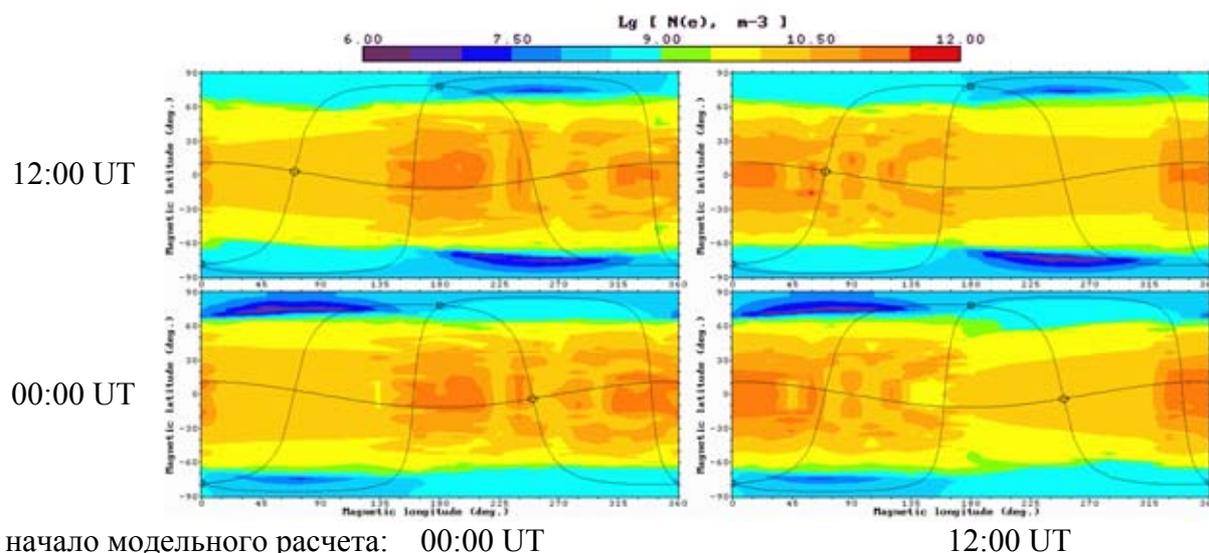


Рис. 7. Горизонтальные разрезы $n(e)$ на высоте 2000 км при совмещении геомагнитной и географической осей

Тем не менее, отмеченные на рис. 1 области повышенной электронной концентрации в средних широтах сохранились и в этом расчете, то есть эта черта ночной ионосферы не зависит ни от "особенностей истории" плазмосферы, ни от совпадения или несовпадения полюсов Земли, ни от конвекционного дрейфа. Однако термосферный ветер оказывает на эти области очень сильное влияние, но оно, скорее, выражается не в том, что ветер увеличивает концентрацию в них, а в том, что он понижает концентрацию в ночной ионосфере на других широтах, почему-то меньше затрагивая область вблизи широты 40° .

Точные механизмы формирования таких областей и влияния на них термосферного ветра и несовпадения полюсов Земли нуждаются в дальнейшем исследовании.

Список литературы:

- 7) Князева М.А., Намгаладзе А.А. Проблема ночных повышений плотности плазмы в среднеширотной F2-области ионосферы и ее исследование методом математического моделирования // *Physics of Auroral Phenomena: Proceedings of 31th Annual Seminar (Apatity, 26-29 February 2008) - Apatity, 2008.*
- 8) Мартыненко О.В. Функциональная структура рамочной модели атмосферы (FrAM) // *Наука и образование – 2008 [Электронный ресурс] : материалы межд. науч.- техн. конф. (г. Мурманск, 2-10 апреля 2008).* - Мурманск: МГТУ, 2008. - с. 246-248 - [НТЦ "Информрегистр" № 0320800238 от 21.01.08 г. (CD-ROM)].
- 9) Knyazeva M.A., Namgaladze A.A. The influence of the northward wind on the latitudinal location of the enhanced electron density regions in the night-time ionospheric F2-layer and plasmasphere of the Earth // *Problems of Geocosmos: Proceedings of the 7th International Conference (St. Petersburg, Petrodvorets, 26 - 29 May 2008) - St. Petersburg, 2008.*
- 10) Namgaladze, A.A., O.V. Martynenko, A.N. Namgaladze. Global model of the upper atmosphere with variable latitudinal integration step. *Geomagnetism and Aeronomy International.* v.1, No.1. pp.53-58, 1998a.
- 11) Namgaladze, A.A., O.V. Martynenko, M.A. Volkov, A.N. Namgaladze, R.Yu. Yurik. High-latitude version of the global numerical model of the Earth's upper atmosphere. *Proceedings of the MSTU.* v.1, No.2, pp.23-84, 1998b.

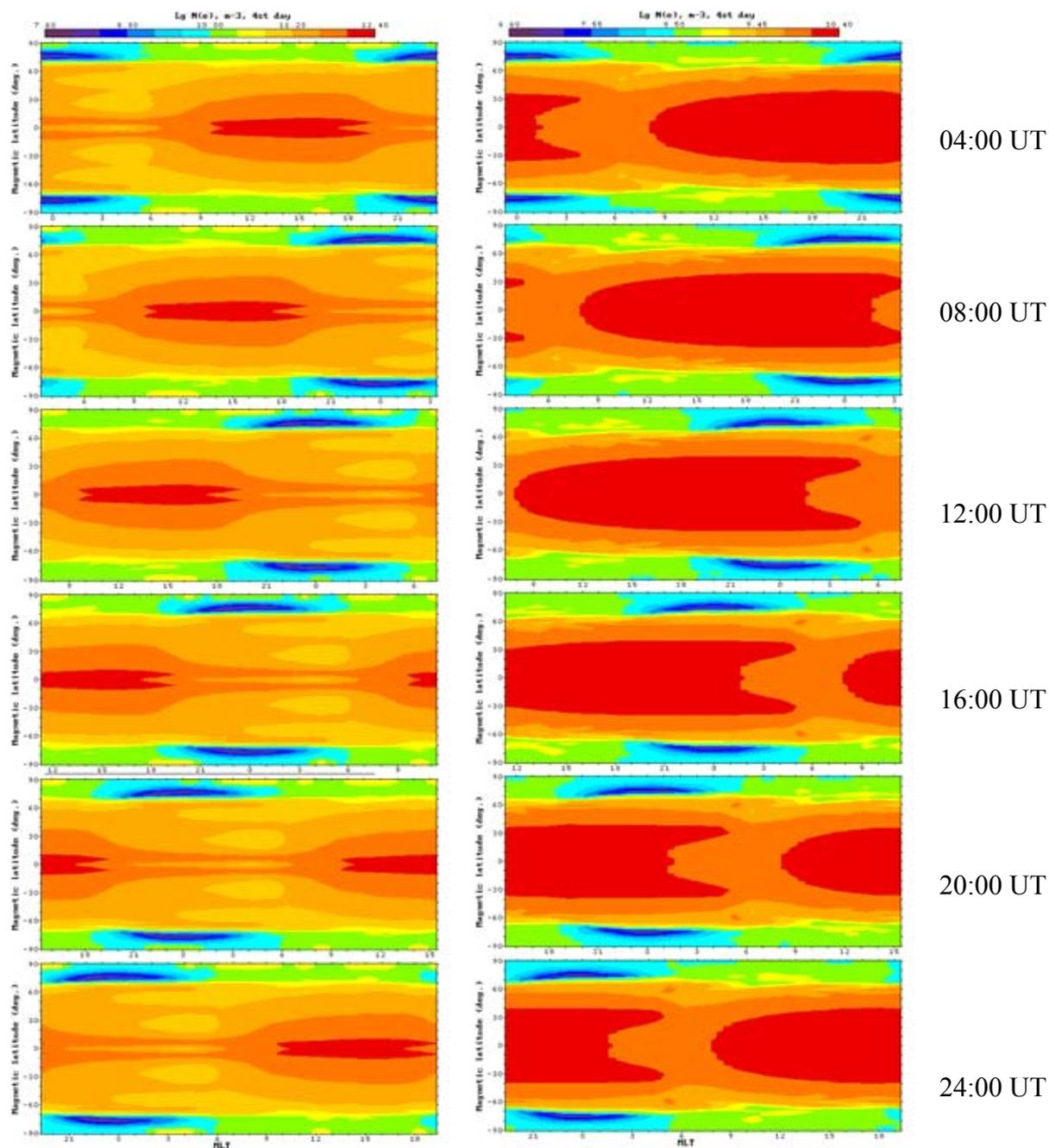


Рис. 8. Горизонтальные разрезы $n(e)$ в ионосфере (слева, высота 300 км) и в основании плазмосферы (справа, высота 2000 км)

- 12) Picone J.M., Hedin A.E., Drob D.P., Aikin A.C. NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues. *J. Geophys. Res.*, v.107, 1468, 2002.
- 13) Volland H., A Model of the Magnetospheric Electric Convection Field, *J. Geophys. Res.*, v.83, 2695, 1978.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВАРИАЦИЙ ТЕС ИОНОСФЕРЫ ПЕРЕД ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕМ 22 НОЯБРЯ 2004 Г., НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ

Золотов О.В., Намгаладзе А.А., Мартыненко О.В., Прохоров Б.Е.
(Мурманск, МГТУ, кафедра физики, ZolotovO@gmail.com)

Abstract. The paper presents the results of the investigation of the TEC disturbances in the ionosphere associated with the New Zealand earthquake, Nov. 22, 2004. We simulated the ionospheric disturbances from seismic electric field sources of different types and geometric configurations by means of the numerical first-principle Upper Atmosphere Model of the Earth (UAM). Model results in case of monopole-like electric field sources reveal satisfactory agreement with the observations.

1. Введение

Согласно данным GPS (Global Positioning System) мониторинга ионосферных параметров, присутствует сильная корреляция между аномальными возмущениями полного электронного содержания (ТЕС) ионосферы и землетрясениями магнитудой M_5 и более (1-2). Указанные аномалии проявляются в виде положительных или отрицательных долгоживущих крупномасштабных возмущений ТЕС по сравнению с невозмущенным состоянием и наблюдаются в течение от нескольких суток до нескольких часов до, во время и после сейсмического события. Данные возмущения часто ассоциируются с дополнительными сейсмогенными источниками электрического поля (3-4). Обзор моделей сейсмо-ионосферных связей представлен в работе (5).

Настоящая работа посвящена исследованию и моделированию электрических полей и модификаций ТЕС ионосферы перед конкретным событием: землетрясением в Новой Зеландии $E(46.69S; 164.78E)$, 22 ноября 2004 г., 20.26 UT (07.26 MLT), $D=10$ км, $M 7.1$.

2. Наблюдения

Нами на основе глобальных вертикальных карт ТЕС ионосферы, предоставляемых IGS сообществом, построены дифференциальные (%) карты отклонений от невозмущенного состояния для 20-22 ноября 2004 г. Фоновые невозмущенные значения определялись как семидневная медиана по времени до рассматриваемого события по фиксированным UT-моментам глобальных карт вертикального ТЕС ионосферы. Геомагнитная обстановка в этот период была умеренная или спокойная.

Как видно из Рис. 1-2, 20 ноября в околоэпицентральной области существует область положительных возмущений ТЕС, которая к концу суток затухает и сменяется аномалией противоположного знака. Эта же крупномасштабная область пониженных значений ТЕС ионосферы по сравнению с невозмущенными фоновыми значениями наблюдается 21 ноября. Непосредственно в день землетрясения (22 ноября, 20.26 UT) существенных крупномасштабных аномалий в эпицентральной области готовящегося сейсмического события не наблюдается, так что можно говорить об отсутствии аномальных возмущений ТЕС.

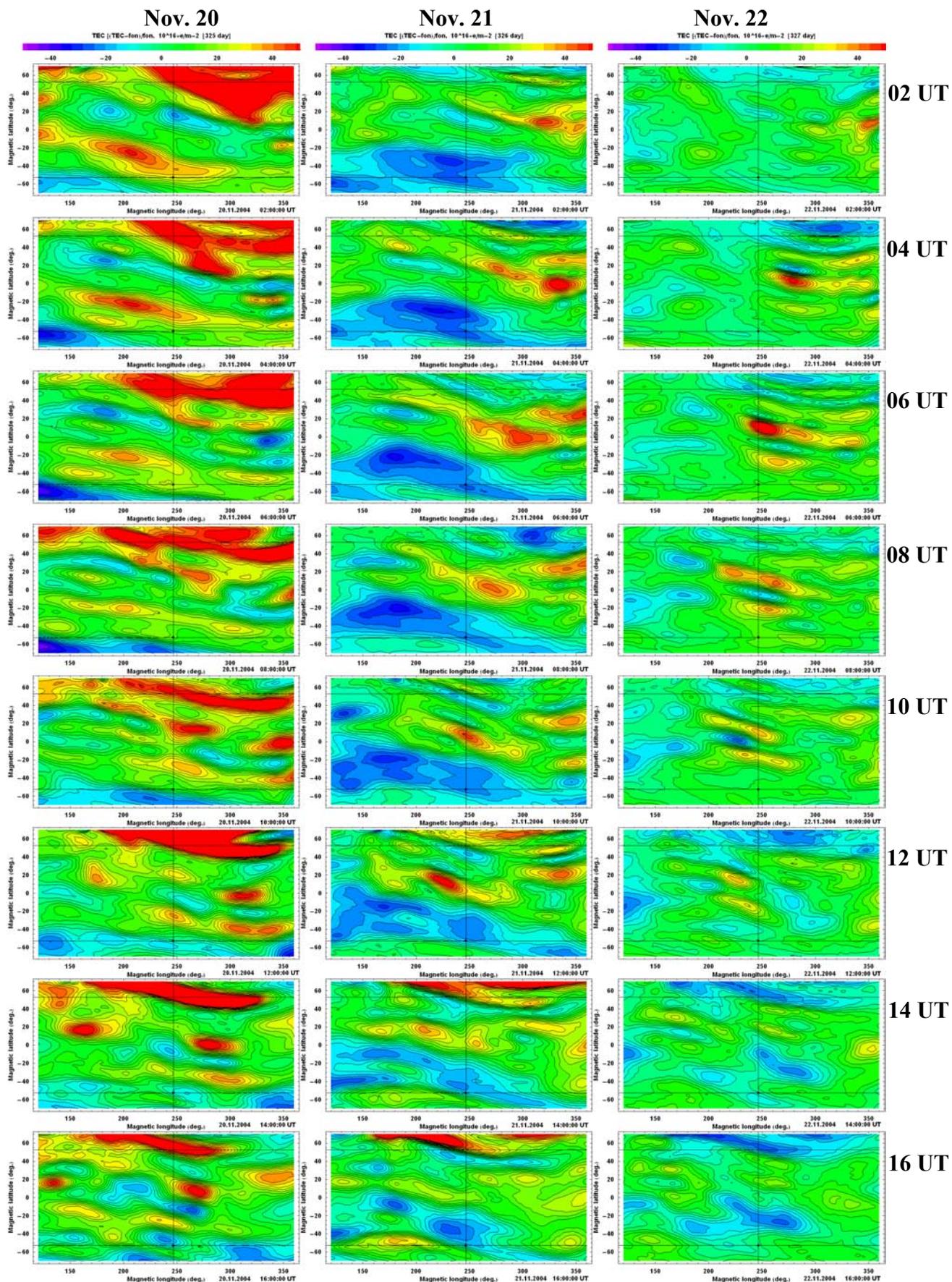


Рис. 1. Отклонения ТЕС (%) от фонового для 20 (слева), 21 (в центре) и 22 (справа) ноября 2004 г. для 02UT-16UT (сверху вниз)

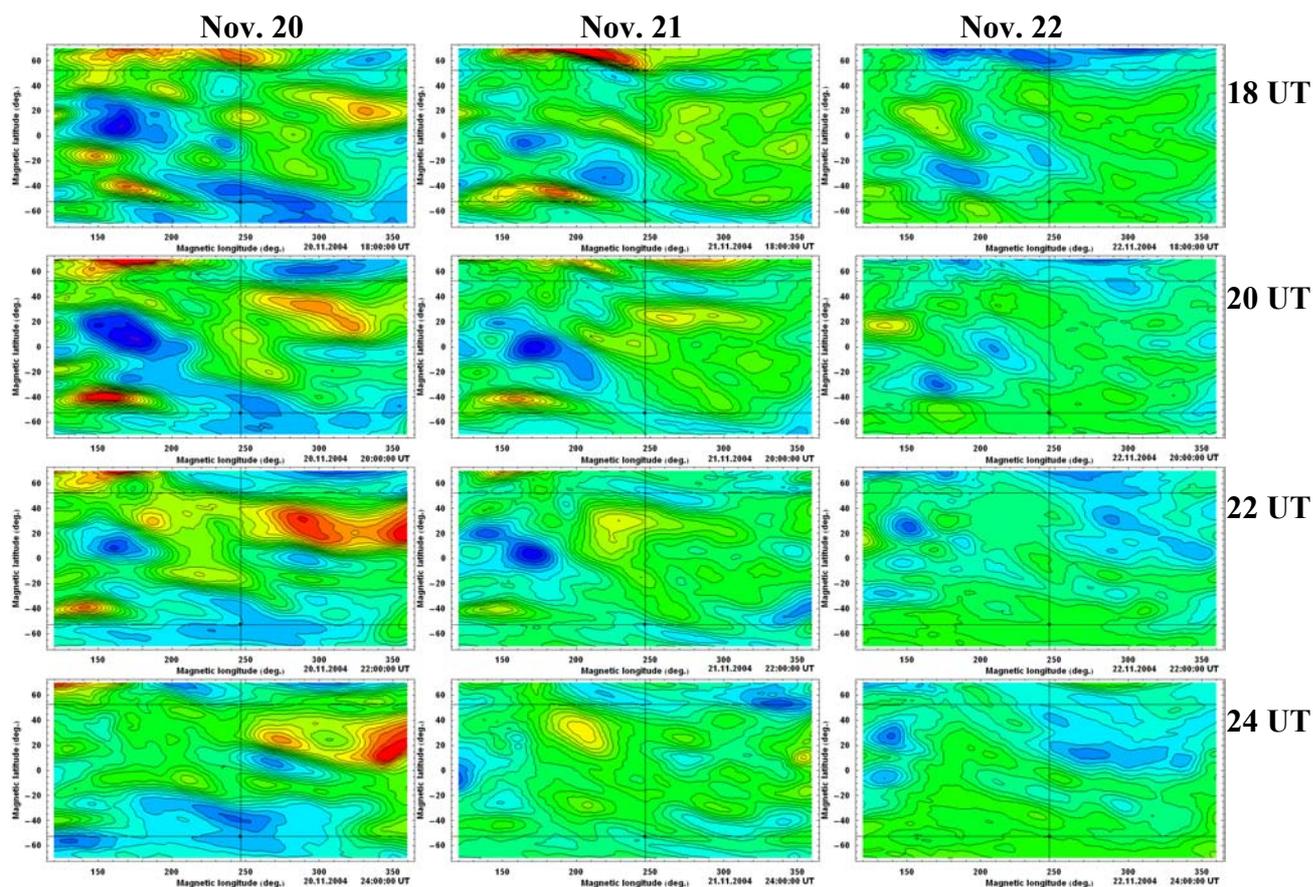


Рис. 2. Отклонения ТЕС (%) от фонового для 20 (слева), 21 (в центре) и 22 (справа) ноября 2004 г. для 18UT-24UT (сверху вниз). Эпицентр новозеландского землетрясения и магнитосопряженная точка отмечены пересечениями магнитного меридиана.

Как положительные (20 ноября), так и отрицательные (21 ноября) модификации ТЕС ионосферы проявляются в практически одном и том же фиксированном географическом регионе, который не центрирован относительно эпицентра землетрясения, а несколько смещен на северо-запад от него. Указанные аномалии имеют геометрические размеры $\sim 80\text{-}100$ градусов по долготе и $\sim 20\text{-}30$ градусов по широте, преимущественно ориентированы и вытянуты в северо-западном направлении. Величины отклонений достигают $\sim \pm|40\text{-}50|\%$ от спокойных фоновых значений.

В некоторые моменты времени (например, 06 UT-12 UT, 21 ноября) наблюдаются “парные” области с аномальными возмущениями противоположных знаков. При этом области положительных возмущений по геометрическим размерам несколько меньше или сравнимы с соответствующими отрицательными регионами, но по абсолютной величине магнитуды возмущений несколько превосходят или равны последним. Существование таких “связанных” аномалий является признаком воздействия сейсмогенных источников электрического поля монополярного типа.

В магнитосопряженной точке также наблюдаются аномалии, но они выражены существенно слабее: меньше (в 3 и более раз) как по линейным размерам, так и по магнитуде.

После землетрясения на представленных картах отклонений (22 UT-24 UT, 22 ноября) ТЕС (%) послешоковой активности не наблюдается. Еще одной особенностью настоящего землетрясения являются пониженные значения ТЕС ионосферы перед рассматриваемым сейсмическим событием: во многих работах чаще сообщается о положительных вариациях, чем об отрицательных. Соответственно, в наших

предыдущих работах (6-10) моделировались положительные возмущения. В настоящей работе мы ставим численный эксперимент по воспроизведению отрицательного эффекта в ТЕС ионосферы.

3. Моделирование

В данной работе представлены исследования вариаций ТЕС ионосферы в зависимости от геометрических конфигураций, типов (дипольных или монополярных) и магнитуд дополнительных источников электрического поля сейсмического происхождения методом математического моделирования при помощи трёхмерной глобальной нестационарной самосогласованной численной модели верхней атмосферы Земли (UAM) (11-12).

Модельный эксперимент проводился путем задания линейно распределенных вытянутых вдоль магнитного меридиана дополнительных источников электрического потенциала (Рис. 3b) величиной в 10 kV и 20 kV в соответствующих узлах численной сетки. Уравнение для электрического потенциала с дополнительными источниками решалось совместно со всеми остальными уравнениями модели UAM (непрерывности, движения, теплового баланса).

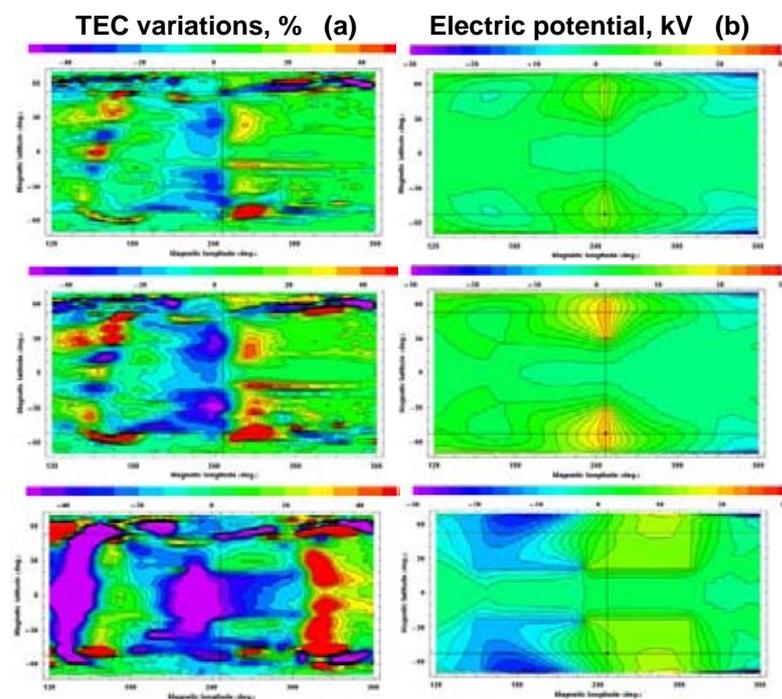


Рис. 3. Распределения электрического потенциала (правая колонка) для источника монополярного типа +10 kV (сверху), +20 kV (в центре), дипольного источника 10 kV (снизу) и порожденные соответствующими электрическими полями возмущения в ТЕС ионосферы (левая колонка)

Из сравнения результатов численного эксперимента (Рис. 3) и данных GPS-наблюдений вариаций ТЕС ионосферы (Рис. 1-2) перед новозеландским землетрясением 22 ноября 2004 г. видно, что во всех модельных случаях воспроизводится долгоживущая крупномасштабная область пониженного ТЕС. При этом в случае дипольного источника генерируемые области возмущений (Рис. 3а, снизу) заметно больше, чем реально наблюдаются, как по линейным размерам, так и по магнитуде отклонений. Источники монополярного типа (Рис. 3а, сверху, центр) порождают сравнимые с наблюдениями по геометрическим размерам и значениям возмущений области пониженного электронного содержания. Изменение величины дополнительного источника электрического потенциала с +10 kV (Рис. 3а, сверху) до +20 kV (Рис. 3а, центр) приводит увеличению области проявления отрицательных аномалий и в меньшей степени к углублению последних.

Вместе с тем во всех модельных случаях не воспроизведены области повышенных значений ТЕС, "связанные" с соответствующими отрицательными областями, а присутствуют положительные возмущения в других географических областях. Мы считаем, что путем изменения пространственного распределения дополнительных источников электрического поля можно добиться согласия (совмещения пространственного положения) и для положительных возмущений. В представленных численных экспериментах эти источники представляли собой вытянутый вдоль магнитного меридиана линейно распределенный заряд, что удобно для моделирования, но такое ограничение не является обязательным.

4. Выводы

В настоящей работе преимущественное внимание уделялось моделированию более редких крупномасштабных долгоживущих областей пониженных значений ТЕС как сейсмо-ионосферных предвестников. Численный эксперимент хорошо воспроизвел отрицательные возмущения ТЕС ионосферы. В случае источников монополярного типа согласие с наблюдениями лучше, чем для дипольного. Присутствующие в данных GPS-мониторинга ионосферы области положительных возмущений не воспроизведены во всех модельных расчетах.

Таким образом, с учётом данных эксперимента можно утверждать, что для исследованных геометрических конфигураций, типов и магнитуд дополнительных источников электрического поля отрицательные вариации ТЕС ионосферы воспроизводятся удовлетворительно, источники монополярного типа лучше других воспроизводят поведение выявленных аномалий; при этом имеет место качественное согласие.

Благодарности. Настоящая работа выполнена при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 08-05-98830.

Список литературы:

- 1) Pulinets S.A. and Boyarchuk K. *Ionospheric Precursors of Earthquakes* // Springer, Berlin, Germany, 2004
- 2) Liu J.Y., Chuo Y.J., Shan S.J., Tsai Y.B., Pulinets S.A. and Yu S.B. Pre-earthquake ionospheric anomalies monitored by GPS TEC // *Annales Geophysicae*, 22, pp. 1585-1593, 2004
- 3) Pulinets S.A. Seismic activity as a source of the ionospheric variability // *Adv. Space Res.*, V.22, N.6, pp. 903-906, 1998
- 4) Pulinets S.A., Legen'ka A.D., Gaivoronskaya T.V. and Depuev V.Kh. Main phenomenological features of ionospheric precursors of strong earthquakes // *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. V. 65, pp. 1337-1347, 2003
- 5) Липеровский В.А., Похотелов О.А., Мейстер К.-В., Липеровская Е.В. Физические модели связей в системе литосфера-атмосфера-ионосфера перед землетрясениями // *Геомагнетизм и Аэрономия*, том 48, № 6, с. 831-843, 2008
- 6) Namgaladze A.A., Zolotov O.V., Zakharenkova I.E., Shagimuratov I.I., Martynenko O.V. Possible physical explanation and modeling of the ionospheric perturbations observed before earthquakes // *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 10, EGU2008 A 07165, EGU, Vienna, 2008
- 7) Zakharenkova I.E., Zolotov O.V., Namgaladze A.A., Shagimuratov I.I., Martynenko O.V. Preseismic modification of the ionosphere for Greece 2006 earthquake: GPS TEC measurements and modeling results // *Proceedings of Russian-*

- Bulgarian Conference "Fundamental Space Research", Sunny Beach, Bulgaria, September 23-28, 2008, pp. 371-374
- 8) Zolotov O.V., Namgaladze A.A., Zakharenkova I.E., Shagimuratov I.I., Martynenko O.V. Modeling of the ionospheric earthquake precursors generated by various electric field sources // Proceedings of the XXIX General Assembly of URSI, HP-HGE.21, Chicago, USA, August 7-16, 2008.
 - 9) Zolotov O.V., Namgaladze A.A., Zakharenkova I.E., Martynenko O.V., Shagimuratov I.I. Investigation of the total electron content disturbances as the ionospheric pre-earthquake signatures using the mathematical modeling // Book of Abstracts, AIS-2008 "Atmosphere, Ionosphere, Safety" (Kalinigrad, July 7-12, 2008) - Kaliningrad, 2008, pp. 238.
 - 10) Zolotov O.V., Namgaladze A.A., Zakharenkova I.E., Shagimuratov I.I., Martynenko O.V. Simulations of the equatorial ionosphere response to the seismic electric field sources // Proceedings of the 7th International Conference "Problems of Geocosmos" (St.Peterburg, Petrodvorets, May 26-30, 2008) - St.Peterburg, 2008, 505 pp., pp. 492-496
 - 11) Namgaladze A.A., Martynenko O.V., Doronina E.N., Knyazeva M.A., Zubova Yu.V. The global Upper Atmosphere Model: the present state and future perspectives // IUGG XXIV General Assembly. Session ASIII022. Perugia, Italy, July 2-13, 2007
 - 12) Namgaladze A.A., Korenkov Yu.N., Klimenko V.V., Karpov I.V., Surotkin V.A., Naumova N.M. Numerical modelling of the thermosphere-ionosphere-protonosphere system // Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics, V. 53, N. 11/12, pp. 1113-1124, 1991

ВЛИЯНИЕ УСИЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ТОКОВ СУББУРИ

Волков М.А. (Мурманск, МГТУ, кафедра физики, Volkovma@mstu.edu.ru)

Abstract. The stable state of the magnetic flux tube with the current and with the finite magnetosphere conductivity has been studied in this work. The appearance of the finite anisotropic conductivity can be caused by thinning of the near-Earth plasma sheet in the night-side magnetosphere. The finite conductivity leads to the increasing electric field and to the formation of the longitudinal plasma pressure gradients also. The field-aligned currents flowing out of and into the ionosphere (the currents of the expansive phase of the substorm) appear in this region of the magnetosphere.

Введение

Взрывная фаза суббури начинается в ионосфере с уярчение одной из наиболее экваториальных дуг полярного сияния в ночном секторе ионосферы. Затем дуга распадается на несколько авроральных форм и образуются новые авроральные формы полярнее предыдущих. Область свечения авроральных форм распространяется к полюсу со скоростью ~ 1 км/с и на запад со скоростью $\sim 1-2$ км/с и принимает форму авроральной выпуклости, имеющей резкий западный край. В этой области в ионосфере течет сильный холловский ток западного направления. На западном краю выпуклости ток вытекает из ионосферы вдоль магнитных силовых линий, на восточном втекает. В магнитосфере эти токи замыкаются на магнитосферные. Система ионосферных, продольных, направленных вдоль магнитных силовых линий токов, и магнитосферных токов суббури получила название токового клина суббури. На ночной стороне магнитосферы в области, связанной магнитными силовыми линиями с местом начала суббури в ионосфере, в это же время наблюдается процесс диполизации магнитного поля. Диполизация магнитных силовых линий вызвана возникновением токовой системы суббури. Что же может быть причиной образования токового клина суббури? Во время подготовительной фазы суббури плазменный слой на ночной стороне магнитосферы утоньшается, это связано с усилением конвекции и вытягиванием магнитных силовых линий в хвост магнитосферы на ночной стороне. Ионы в этих условиях становятся немагнитными, тогда как электроны остаются замагнитными, в электрическом поле конвекции в этом случае возникают условия для развития двухпотоковой неустойчивости. Электромагнитные возмущения распространяются вдоль магнитных силовых линий в ионосферу и частично поглощаются в ней. Вынос энергии в ионосферу можно рассматривать как результат выделения энергии при столкновении частиц с волнами или как результат коллективных столкновений. В этом случае можно говорить об анизотропной магнитосферной проводимости как педерсеновской так и холловской. Возникновение анизотропной проводимости приведет к изменению электрического поля в магнитосфере в этой области, электрическое поле увеличится как в западном направлении, так и по направлению к полюсу. Изменение электрического поля приведет к перераспределению плазменного давления в магнитных силовых трубках и возникновению токов вдоль и поперек магнитных силовых линий или токового клина суббури. Можно таким образом полагать, что токи взрывной фазы суббури обеспечивают равновесие или стабильность магнитной силовой трубки, в которой внезапно изменилось электрическое поле.

Описание процессов в магнитосфере и система основных уравнений.

Процессы в магнитосфере с учетом конечной проводимости нельзя уже считать адиабатическими, в этом случае будет нарушаться условие вмороженности магнитных силовых линий. Изменение магнитного поля будет вызвано как процессом переноса магнитосферной плазмы, так и процессом диффузии магнитного поля:

$$\Delta \vec{H} = \sigma \mu_0 \left(\frac{\partial \vec{H}}{\partial t} + \text{rot}[\vec{v} \times \vec{H}] \right) \quad (1)$$

где \vec{H} - напряженность магнитного поля в магнитосфере, σ - проводимость магнитосферы, \vec{v} - скорость конвекции магнитосферной плазмы.

Если проводимость σ очень велика, изменение магнитного поля обусловлено главным образом вторым слагаемым в правой части уравнения (1), левой частью уравнения тогда можно пренебречь. В этом случае магнитные силовые линии движутся вместе с плазмой, т.е. как бы "вморожены" в неё. Совсем иной может быть ситуация при конечной проводимости магнитосферы, если вторым слагаемым в правой части уравнения (1) можно пренебречь, получится уравнение диффузии для магнитного поля. На рис. 1 показана магнитная силовая линия в начале взрывной фазы 1 и после диполизации 2, область, в которой возникает конечная проводимость, обозначена S. Источник взрывной фазы суббури в начале находится ближе к Земле или экваториальнее широты данной магнитной силовой линии, а во время взрывной фазы смещается к полюсу. Смещение магнитных силовых линий во время диполизации относительно области конечной проводимости на ионосферном уровне проявляется как движение авроральных форм к полюсу. Зная скорость распространения авроральных форм к полюсу, можно сделать оценку величины проводимости σ из уравнения (1). Будем считать, процесс диффузии определяющим и отбросим второе слагаемое в правой части. Пусть LR_E - характерный пространственный масштаб изменения магнитного поля, где LR_E - расстояние от Земли до магнитной силовой линии в экваториальной плоскости магнитосферы, R_E - радиус Земли. Из уравнения (1) получим:

$$\frac{H}{(LR_E)^2} = \sigma \mu_0 \frac{H}{t}$$

или

$$\frac{LR_E}{t} = \frac{1}{\sigma \mu_0 LR_E} \quad (2),$$

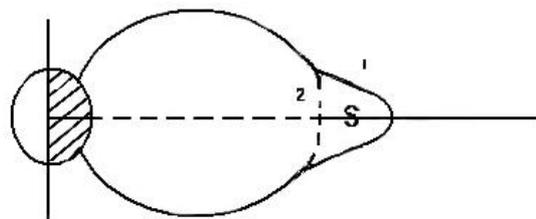


Рис.1

левую часть этого выражения можно интерпретировать как скорость перемещения магнитного поля относительно источника взрывной фазы суббури S или, наоборот источника авроральной активности относительно магнитного поля. Перемещение в экваториальной плоскости магнитосферы от Земли на расстояние $R_E dL$ соответствует перемещению в ионосфере к полюсу равному $-R_E d\theta$ (θ -коширота). Для дипольного магнитного поля $L=1/\sin^2\theta$ и $dL=-2d\theta/\sin^3\theta$. Отношение скоростей на уровне ионосферы и в магнитосфере равно $2/\sin^3\theta$ или $2/L^{3/2}$. Из (2) с учетом перерасчета скоростей получим формулу для оценки проводимости:

$$\sigma = \frac{2}{\mu_0 R_E v_a L^{5/2}},$$

где v_a - скорость распространения к полюсу авроральных форм, принимаем 1 км/с. Для $L=10$ ($\theta=18^\circ$) получаем $\sigma=8 \cdot 10^{-7}$ См/м. Интересно сравнить интегральную проводимость

магнитной силовой трубки с интегральной ионосферной проводимостью. Считая, что размеры области с конечной проводимостью порядка R_E , получим значение для интегральной проводимости $\sim \sigma R_E = 5$ См. Эта величина близка к значению интегральной ионосферной проводимости.

Процессы в магнитосфере и ионосфере Земли считаем медленными по сравнению со временем распространения возмущения (альвеновской волны) из магнитосферы в ионосферу и обратно ~ 1 мин., тогда электрическое поле можно считать потенциальным $E = -\text{grad}\phi$, где ϕ -электрический потенциал магнитной силовой линии.

Связь электрического поля или потенциала с давлением в плазменном слое магнитосферы задается уравнениями:

$$\text{div}(\hat{\Sigma} \text{grad}\phi) = j_{||} \quad (3)$$

$$j_{||} = \frac{1}{B_l} (\vec{e}_z [\nabla p \times \nabla V]) \quad (4)$$

где \vec{e}_z – единичный вектор, направленный вдоль магнитного поля, $j_{||}$ -ток, текущий вдоль магнитных силовых линий, ток, вытекающий из ионосферы северного полушария, считается положительным, $\hat{\Sigma}$ -тензор интегральной ионосферной проводимости, $V = B_l \int \frac{ds}{B}$ -объем магнитной силовой трубки, имеющей единичный магнитный поток в ионосфере, B_l -индукция магнитного поля в ионосфере, все градиенты вычисляются на ионосферном уровне, давление p считается неизменным вдоль магнитной силовой линии.

Система уравнений (1,3,4) должна быть дополнена уравнением движения для заряженных частиц, например, ионов:

$$-\nabla p / n - m_i v_{coll} \vec{v} - e \nabla \phi + e \mu_0 [\vec{v} \times \vec{H}] = 0 \quad (5)$$

где v_{coll} -частота коллективных столкновений, n -концентрация заряженных частиц, m_i -масса частиц.

В правой части уравнения (5) пренебрежено инерционным членом $m_i dv/dt$. Значение частоты коллективных столкновений может быть получено из оценки конечной проводимости в магнитосфере σ :

$$\sigma = \frac{nev_{coll}\omega_i}{B(\omega_i^2 + v_{coll}^2)}, \quad (6)$$

где ω_i -циклотронная частота ионов, полагая $v_{coll} \gg \omega_i$, $\sigma = ne^2 / (m_i v_{coll})$ или $v_{coll} = ne^2 / (m_i \sigma)$, принимая $n = 10^6 \text{ 1/м}^3$, $\omega_i = 1 \text{ с}^{-1}$ получаем $v_{coll} = 20 \text{ с}^{-1}$.

Проводимость в магнитном поле является анизотропной, выражение (6) определяет проводимость в направлении электрического поля, в направлении перпендикулярно электрическому полю проводимость $\sigma_H = ne/B$ в приближении $v_{coll} \gg \omega_i$ и совпадает с магнитосферной проводимостью.

Заключение

Токовая система взрывной фазы магнитосферной суббури появляется в результате изменения (усиления) электрического поля в ночном секторе магнитосферы. Причина изменения электрического поля - образование области в магнитосфере с конечной проводимостью. Токовая система взрывной фазы суббури

обеспечивает равновесие магнитной силовой трубки с магнитосферной плазмой с электрическим полем.

С точки зрения автора процесс диполизации магнитных силовых линий в магнитосфере и перемещение к полюсу авроральных форм в ионосфере объясняются процессом диффузии магнитного поля в области с конечной проводимостью.

По скорости перемещения авроральных форм сделана оценка интегральной проводимости области с конечной проводимостью в магнитосфере, величина получилась близкой к величине интегральной ионосферной проводимости.

СЕЗОННЫЕ ВАРИАЦИИ СЕЙСМИЧНОСТИ В РАЙОНЕ АРХИПЕЛАГА ШПИЦБЕРГЕН

Асминг В.Э., Баранов С.В., Виноградов А.Н. (*Апатиты, Кольский филиал Геофизической службы РАН, asming@krsc.ru, bars.vl@gmail.com, vino@admksa.apatity.ru*)

Abstract. The paper presents main results of retrospective study of seismicity of Spitsbergen Archipelago areas for 1999-2008. We revealed that the annual variation of the number of earthquakes with magnitudes ML from 0.5 to 1.8 occurred in the area has seasonal variations. For the earthquakes with ML > 1.8 seasonality is absent in all territories except North-East Land and West Spitsbergen. To explain the phenomena we suggested linking the seismic variation with annually variations of air temperature which affect the glaciers melting.

В ходе ретроспективного изучения сейсмичности архипелага Шпицберген по данным мировой сейсмической сети за 1992-2008 гг. был обнаружен сезонный характер годовых вариаций количества землетрясений на территории архипелага Шпицберген и в близлежащей акватории. Для изучения этого феномена мы выделили район исследований ограниченный прямоугольником с вершинами 83°С.Ш., 3°В.Д. и 74°С.Ш., 35°В.Д. (рис. 1). В указанном районе были отдельно выделены следующие сейсмогенные зоны: Шпицбергенская зона разломов (ШЗР), хребты Мона и Книповича, острова Западный Шпицберген и Северо-восточная Земля, зона Стур-Фьорд-Зюйдкап (рис. 2).

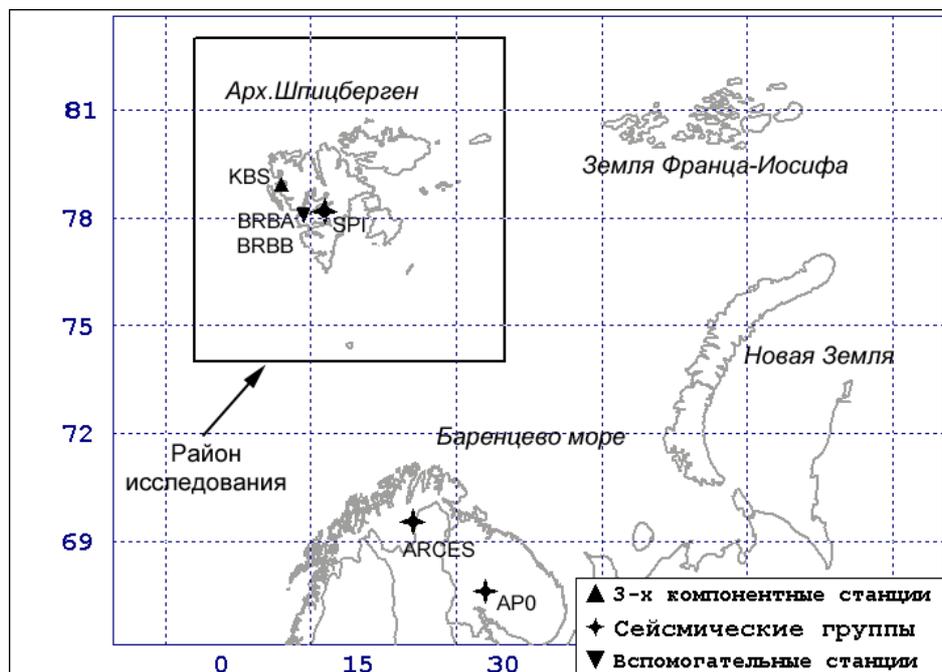


Рис. 1. Район исследования и сейсмические станции, данные которых были использованы.

Использованные данные

Для исследования вариаций сейсмичности были использованы данные региональной части мировой сейсмической сети (рис. 1) включающей 3-х компонентную станцию KBS (IRIS, США); три сейсмические группы SPI, ARCES

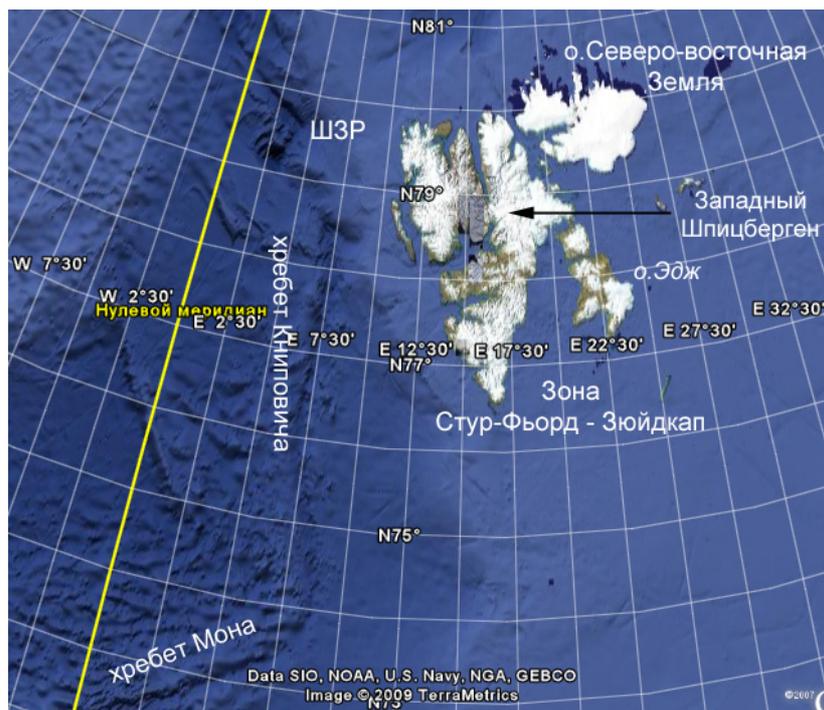


Рис. 2. Районы архипелага Шпицберген, в которых проводились исследования характера сейсмичности.

(NORSAR, Норвегия), АР0 (КолФ ГС РАН, Россия). База данных исследования покрывают период с 1999 по 2008 гг. Данные 2001-2008 гг. при необходимости уточнялись с помощью станций BRVA и BRVA (КолФ ГС РАН, Россия).

Информационная база исследования содержит данные о координатах эпицентра, времени в очаге, времена прихода фаз сейсмических волн на станции региональной сети (рис. 1) и энергетические параметры 412530 фрагментов сейсмических записей с магнитудами M_L от 0.5 до 6.2 за 1999-2008 гг., зарегистрированных минимум двумя станциями.

Методика исследования

Сейсмичность изучаемой территории характеризовалась суммарным количеством землетрясений (взятых из каталога исследования), по дням года произошедших как во всем районе, так и в отдельных зонах (рис. 1, 2):

$$N_i(M_0, M_1) = \sum_{t=1999}^{2008} N_i^t(M_0, M_1) \quad (i = 1, \dots, 365), \quad (1)$$

где $N_i^t(M_0, M_1)$ – количество землетрясений, произошедших в i -й день года t с магнитудами от M_0 до M_1 ; $N_i(M_0, M_1)$ – суммарное количество землетрясений, произошедших в i -й день за все годы с магнитудами от M_0 до M_1 . Варьирование различных значений M_0 и M_1 дает возможность выявить зависимость параметра N_i в (1) от магнитуды.

Результаты исследования

Годовые вариации количества сейсмических событий с магнитудами от 0.5 до 1.8, произошедшие во всем исследуемом районе за 1999-2008 годы имеют сезонный характер: количество сейсмических событий возрастает, начиная с примерно 180 дня

(конец июня) по 246 день (начало сентября). Затем повышенное количество сейсмических событий продолжается до 276-280 дня года (начало октября). После чего начинается спад, продолжающийся до конца года (рис. 3).

При рассмотрении сейсмических событий с магнитудами больше 1.8, произошедших во всем исследуемом районе сезонность не наблюдается (рис. 3).

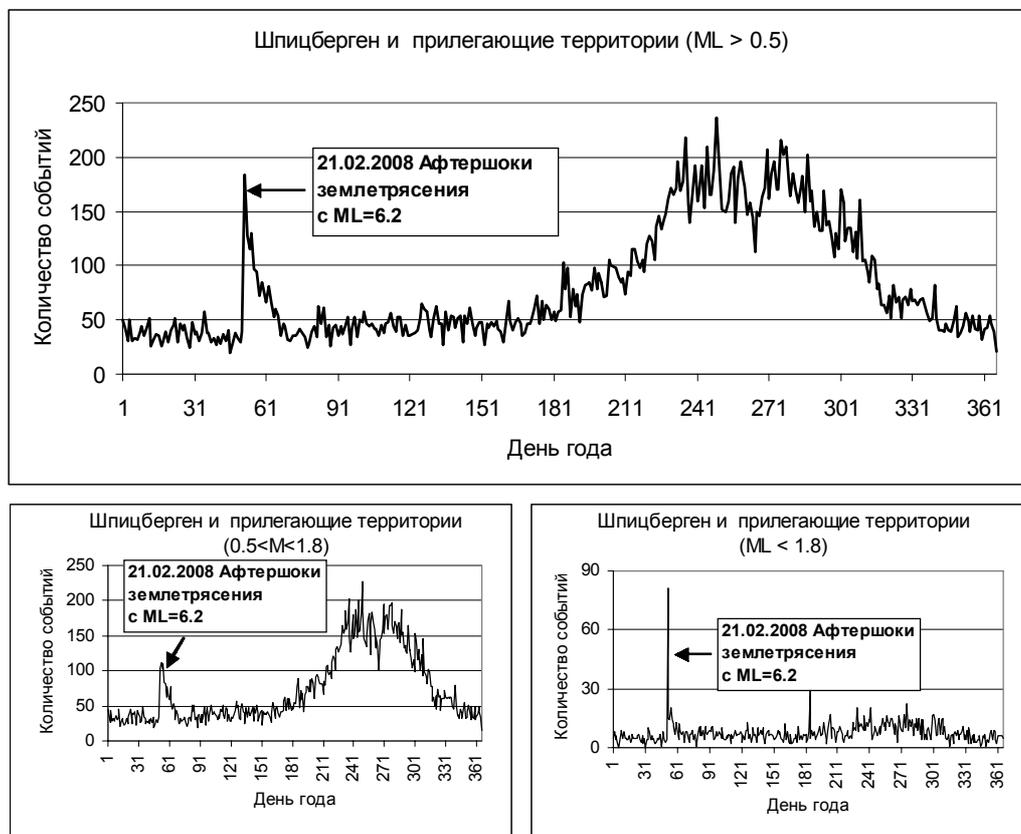


Рис. 3. Годовые вариации суммарного количества землетрясений в различных диапазонах магнитуд, произошедших в исследуемом районе в 1999-2008 гг. Пиковые выбросы (отмечены стрелкой) связаны с афтершоками сильнейшего землетрясения 21.02.2008 с ML=6.2.

Сезонность была также обнаружена и в отдельных частях исследуемого района (рис 2). На острове Западный Шпицберген в годовых вариациях сейсмичности также присутствует сезонность во всем рассматриваемом диапазоне магнитуд: количество землетрясений возрастает с 160 дня (первая половина июня) до 255 дня (середина сентября). Затем повышенный фон сохраняется до, примерно, 300-305 дня (конец октября); после чего наблюдается спад количества землетрясений, продолжающийся до конца года. Сезонный характер сейсмичности Западного Шпицбергена сохраняется при повышении нижнего значения диапазона магнитуд (рис. 4).

Похожий сезонный характер сейсмичности был также установлен и на Северо-восточной Земле для всего диапазона магнитуд. В районе Шпицбергенской зоны разломов имеется менее выраженная сезонность для событий с магнитудами больше 0.5 и от 0.5 до 1.8: количество событий возрастает с 215 (начало августа) до 242 (конец августа) дня года). Повышенный фон сохраняется до, примерно, 300 дня (конец октября) года. Затем спад до конца года. Для землетрясений с ML > 1.8 в районе ШЗР сезонность отсутствует.

Иной характер сезонности сейсмичности наблюдается в районе хребтов Мона и Книповича, где происходит спрединг океанического дна. Суммарное количество сейсмических событий с $ML > 0.5$ и с $0.5 < ML < 1.8$ возрастает с начала года середины мая. Затем, начинается спад, который продолжается до первой половины начала июля. С середины июля до конца года закономерности в количестве сейсмических событий в районе хребта Книповича не наблюдаются. Сезонность также не наблюдается и для сейсмических событий с $ML > 1.8$.

Обсуждение результатов исследования

Рассмотрим гипотезу о связи годовых вариаций количества землетрясений и температуры воздуха. Если такая гипотеза верна, то наибольшее влияние температурных вариаций должно наблюдаться в зонах покрытых ледниками, а именно, на островах Северо-восточная Земля и Западный Шпицберген (рис. 1). На рисунке 4 показаны годовые вариации температуры воздуха по данным ближайшей станции в поселке Лонгир (Западный Шпицберген) за 1988-2004 гг. и количества сейсмических событий с $ML > 0.5$ за 1999-2008 гг. Можно заметить, что повышение количества сейсмических событий приходится первую половину июня и совпадает с началом периода положительных температур. Затем, повышенное количество событий сохраняется на протяжении периода положительных температур (до конца сентября). И сразу после того, как станут отрицательными, начинается уменьшение сейсмического фона.

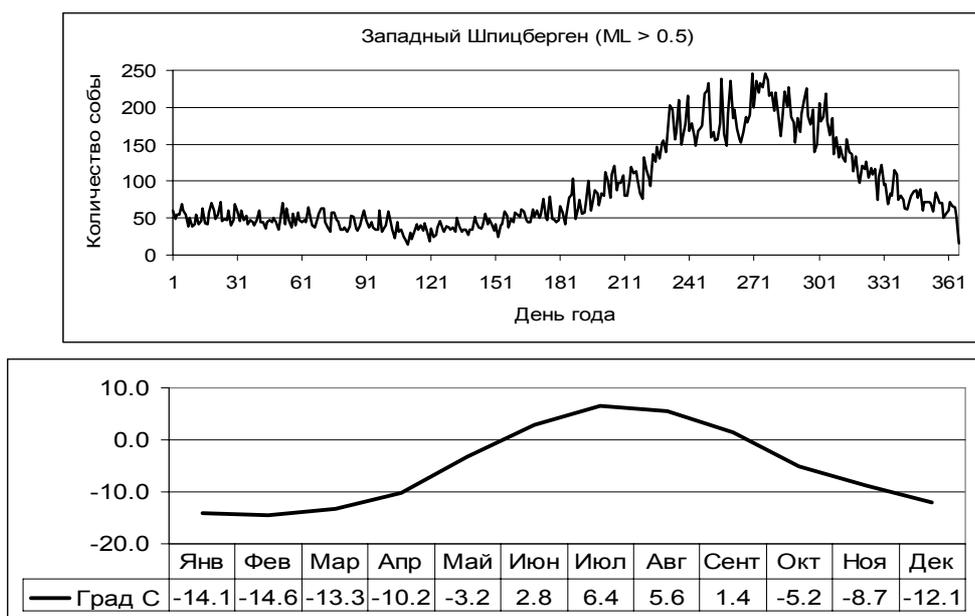


Рис. 4. Вариации количества сейсмических событий с $ML > 0.5$ за 1999-2008 гг. на острове Западный Шпицберген и температуры воздуха по данным станции в Лонгире за 1988-2004 гг.

Аналогичное соотношение вариаций сейсмичности и температуры должно наблюдаться и на острове Северо-восточная Земля. Проверка этого предположения затруднена в связи с отсутствием метеостанций на острове.

Установленная закономерность позволяет связать сезонные вариации на островах Северо-восточная Земля и Западный Шпицберген сейсмичности с таянием ледников в период положительных температур. Поскольку в этот период увеличивается скорость движения «пульсирующих» ледников, передвижения которых вызывают

сейсмические события. Отметим, что на территории Шпицбергена имеется Шпицберген 132 пульсирующих ледника площадью 18 тыс. км². Общая же площадь ледников на Шпицбергене составляет 36-30 тыс. км². Абляция на леднике Альдегонга за 2002/2003 гг. составляла 56 г/см²; за 2003/2004 гг. – 48 г/см² (Мавлюдов и др., 2005). Тогда, средняя абляция равна $50 \text{ г/см}^2 = 0,5 \text{ кг/м}^2 = 5 \cdot 10^5 \text{ кг/км}^2$. Таким образом, освобождающаяся масса при таянии ледников на Шпицбергене в теплый период года составляет 18 млн. т.

Список литературы:

- 1) Мавлюдов Б.Р., Соловьянова И.Ю. Баланс массы ледника Альдегонда в 2003/2004 и 2003/2004 балансовых годах. //Комплексные исследования природы Шпицберген Вып. 5. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2005. – 590 с. С.331-340

КРУПНЕЙШЕЕ СОБЫТИЕ ЗА 100 ЛЕТ МОНИТОРИНГА В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ – ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 21.02.2008 У ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ШПИЦБЕРГЕНА

Баранов С.В., Виноградов А.Н. (*Апатиты, Кольский филиал Геофизической службы РАН, bars.vl@gmail.com, vino@admksk.apatity.ru*)

Abstract. The paper devoted to considering the strongest earthquake over period of 100 years seismic monitoring in the North Atlantic occurred on 21.02.2008 near the southeast coast of Spitsbergen Archipelago. Macro seismic effect due to the earthquake has been also described. The event has VI-VII balls according to MSK-64 scale. The paper focuses on location the earthquake and its aftershocks as the events with anomalies in waveforms.

21 февраля 2008 г. в 2 ч 46 м 20.9 сек (GMT) в точке с координатами 77.26° С.Ш. и 19.001° В.Д. на юге между островом Западный Шпицберген и островом Эдж произошло самое сильное землетрясение за всю историю инструментальных наблюдений в районе архипелага (рис. 1). По оценкам КолФ ГС РАН землетрясение имело магнитуду M_L 6.2. Толчки были такой силы, что сейсмическую группу SPI и, находящуюся в 120 км от эпицентра и 3-компонентную станцию BRBB – 160 км от эпицентра (рис. 2), зашкалило. За главными толчком 21-27 февраля последовало 112 афтершоков с магнитудами от 2 до 3.9..

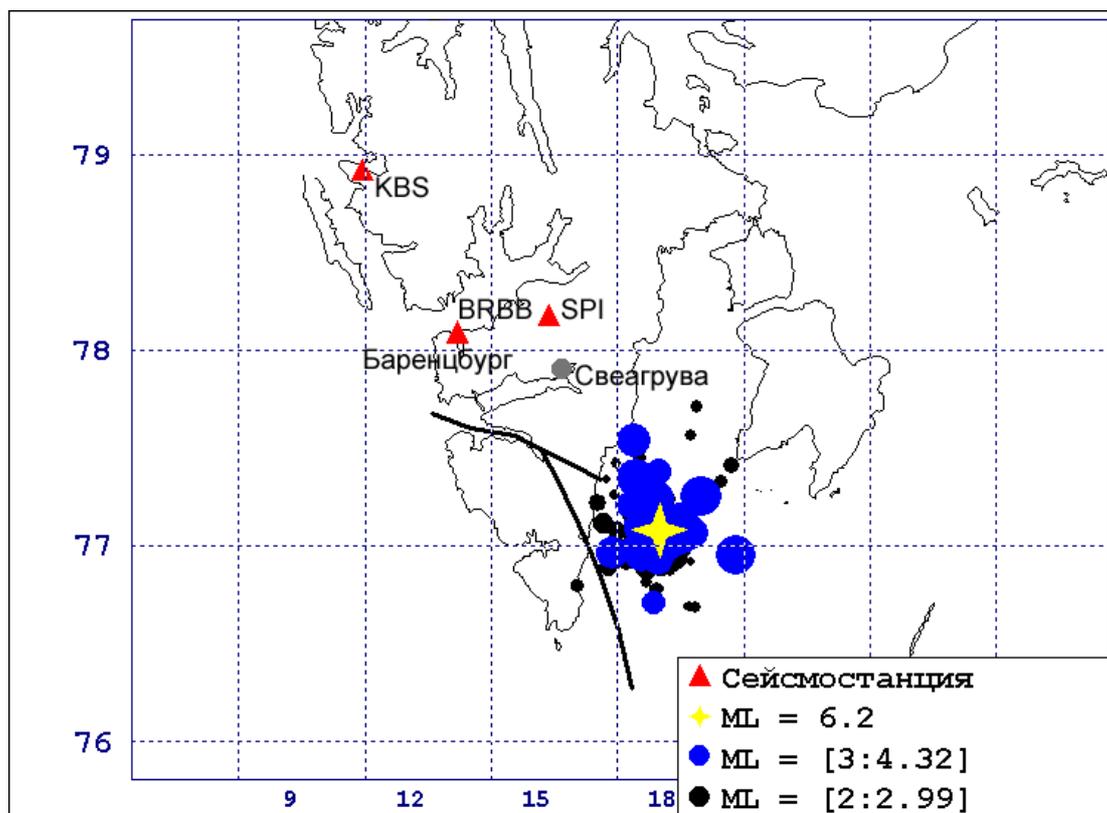


Рис. 1. Эпицентры землетрясения 21.02.2008 с $M_L = 6.2$ и афтершоков с $M_L > 2$ (BRBB – 3-компонентная станция КолФ ГС РАН, Россия; SPI – сейсмическая группа NORSAR, Норвегия; KBS – 3х компонентная станция IRIS, США)

Параметры очага. По оценкам U.S. Geological Survey землетрясение имело моментную магнитуду $M_w = 6.1$, Scalar Moment = $1.65e+25$ и параметры очага: Fault plane: strike=309 dip=46 slip=-24 Fault plane: strike=56 dip=73 slip=-133. Фокальный механизм соответствует сдвиговому смещению (рис. 3).

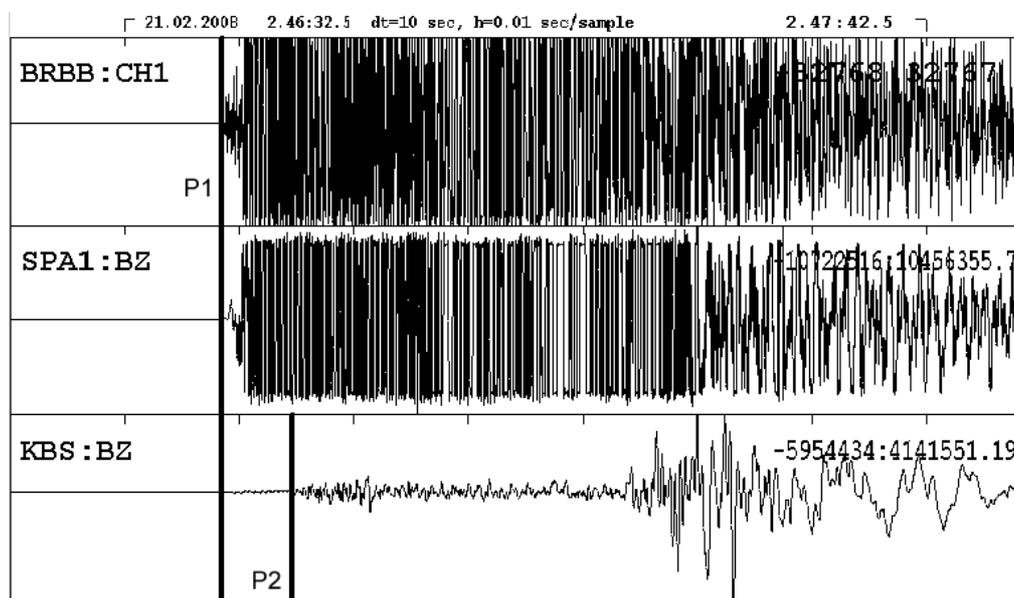


Рис. 2. Фрагменты записей фрагменты записей землетрясения 21.02.2008 станциями BRBB, KBS и SPI соответствующие группе P-волн (вертикальные каналы)

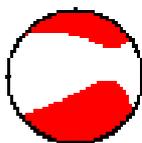


Рис. 3. Механизм очага землетрясения 21.02.2008 с магнитудой ML 6.2.

Макросейсмический эффект от землетрясения 21.02.2008. По свидетельству директора рудника Баренцбург Бориса Иосифовича Ногаюка в Баренцбурге землетрясение посреди ночи (3.45 по местному времени) ощущалось как дрожание здания, сопровождалось звоном посуды в серванте, падением отдельных бокалов. Появились незначительные трещины в стенах кирпичных жилых зданий Консульства (постройка 1983 года) и отеля «Хилтон», в шахте отмечено шелушение и осыпание кровли выработок, но существенных технических повреждений не зафиксировано. В пос. Пирамида появилась большая трещина в основании здания гаража, повывлетали плохо вставленные стекла в домах. Сообщений о повреждениях в Свеагруве не поступало. О сильной тряске были сообщения из Хорнсунда. Такое описание соответствует по шкале MSK-64 землетрясению силой в VI-VII баллов.

Определение координат эпицентра и времени в очаге землетрясения 21.02.2008. После введения в 1999 г. в практику мониторинга сейсмичности Северной Атлантики и архипелага Шпицберген цифровой аппаратуры было выявлено широкое распространение на территории Свальбардского поднятия сейсмических событий с аномальным видом волновых форм [1, 2]: первые вступления P-волн имеют очень малую амплитуду, едва различимую на уровне фонового шума, в то время как вступления волн типа P_g имеют существенное превышение над уровнем шума. На

рисунке 2. показаны приведенные к одному моменту времени фрагменты записей землетрясения 21.02.2008 станциями KBS и SPI соответствующие группе Р-волн. На записи станции KBS первое вступление Р-волны имеет амплитуду, едва различимую на уровне фонового шума, в то время как на записи станции SPI аналогичный эффект не наблюдается.

Локация этого таких событий осложняется тем, что если за первое вступление волны Р принять фазу Р1 на станции KBS, то в рамках скоростной модели SPITS [3] координаты эпицентра будут определены неверно, о чем свидетельствует азимут, рассчитанный по соответствующим точкам записи, полученной каналами сейсмической группы SPI. Если же за первое вступление волны Р на станции KBS принять фазу Р2, то получится большая невязка времени в очаге и неудовлетворительная ошибка локации.

Для преодоления указанного противоречия нами были изучены афтершоки землетрясения 21.02.2008 с магнитудой больше 3 (19 событий). Все эти события имели аномальную волновую форму в группе Р-волн по станции KBS и нормальную запись по станции SPI. Анализ записей этих событий, путей распространения волн и различных вариантов локации этих событий позволил выдвинуть следующую гипотезу. Аномалии волновых форм одного и того же события на более удаленной станции KBS обусловлены неоднородностью среды на границе Конрада. Указанная неоднородность демпфирует первые вступления Р-волны на станции SPI полностью, а на станции KBS – частично (поскольку до станции KBS первое вступление распространяется на большей глубине по границе Мохоровичича). Таким образом, истинное первое вступление Р-волны на станции SPI неразлично на уровне шума, видимое первое вступление распространяется по осадкам и верхней части кристаллического фундамента. Выдвинутая гипотеза привела к необходимости модификации скоростной модели распространения волн, ограничив ее двумя слоями (табл.). При этом за первое вступление на станции KBS принимается фаза Р2 (рис. 2), а по станции SPI – видимое первое вступление.

Таблица. Скоростная модель распространения волн в осадочном чехле и верхней части кристаллического фундамента арх. Шпицберген

Глубина (км)	Скорость Р- волны (км/с)	Скорость S-волны (км/с)
0 – 3	4.54	2.62
> 3	6.2	3.58

Локация по предложенной скоростной модели землетрясения 21.02.2008 и афтершоков привела к соответствию координат эпицентров и азимутов, рассчитанных по сейсмической группе SPI. На рисунке 1 показаны результаты локации и ближайшие к области афтершоков разломы субмеридионального простирания, приведенные в работе [4]. Можно констатировать, что землетрясение 21.02.2008 г. было обусловлено процессами, происходящими в ближайших разломах.

Афтершоки землетрясения 21.02.2008. После рассматриваемого землетрясения в течении 2008 г. в афтершоковой области произошло 221 афтершок с $2 < ML < 3$ и 36 афтершоков с $3 < ML < 4.32$ (рис. 1). На рисунке 4 показан кумулятивный график условной сейсмической активности в афтершоковой области землетрясения в Стурфиорде, на 1000 км^2 , до и после основного толчка. Можно заметить, что на конец 2008 г. сейсмическая активность не вышла на фоновое значение, наблюдавшееся до 21.02.2008. (тангенс угла наклон графика у горизонтальной оси до 21.08 составлял 0.08, после – 1). После основного толчка сейсмическая активность в зоне Стурфьорд – Зюйд-Кап возросла на 2 (!) порядка.

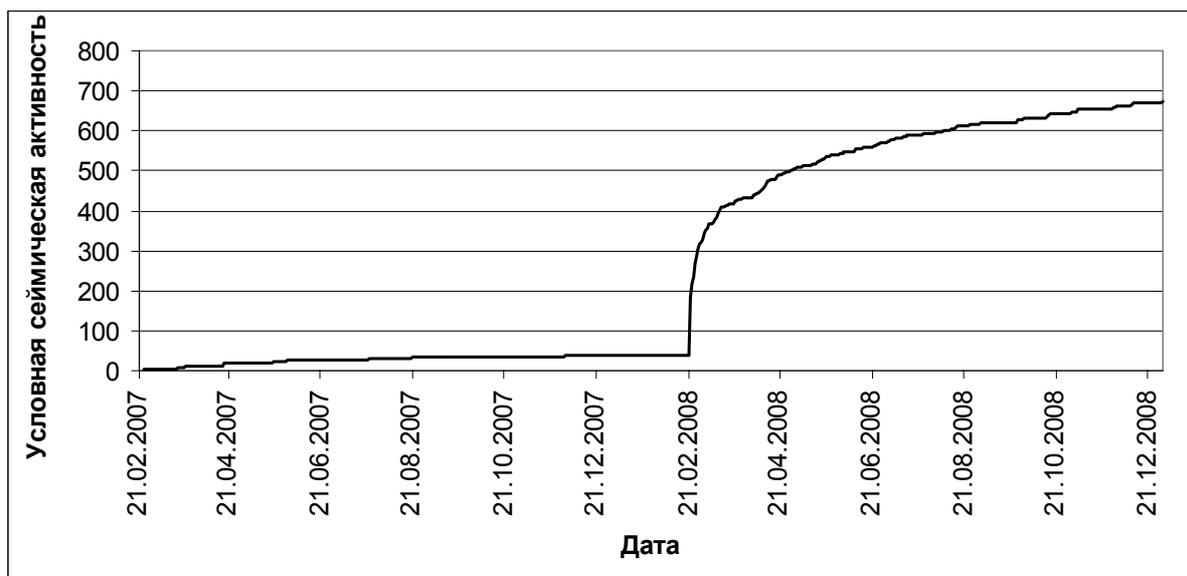


Рис. 4. Кумулятивный график условной сейсмической активности в афтершоковой области землетрясения в Стурфиорде, на 1000 км², до и после основного толчка 21.02.2008.

Обращает внимание тот факт, что перед основным толчком наблюдалось уменьшение сейсмичности в районе архипелага Шпицберген. За 10 дней до 21.02.2008 произошло всего 2 землетрясения с магнитудой $M_L > 2$. В то время как за 10 дней после основного толчка произошло 131 событие с $M_L > 2$ и вся сейсмичность оказалась сосредоточена в очаговой области. Сейсмические события с $M_L > 3$ в афтершоковой области происходят и 2009 г.

Список литературы:

- 1) Асминг В.Э., Баранов С.В., Виноградов А.Н. Свальбардский ареал землетрясений с аномалиями волновых форм. // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Вып. 7: Изд. КНЦ РАН, 2007. С. 110 – 114. ISBN 5-91137-012-3.
- 2) Кременецкая Е.О., Асминг В.Э., Виноградов А.Н., Баранов С.В. Мониторинг сейсмической активности архипелага Шпицберген и прилегающих территорий в 2003 г. // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Вып. 4. Апатиты: изд. КНЦ РАН, 2004, с. 60-67.
- 3) Кременецкая Е.О., Кузьмин И.А., С.В. Баранов. Сейсмологические исследования на архипелаге Шпицберген. // Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2002, с. 70-80.
- 4) Шкарубо С. И., Геодинамические аспекты эволюции северной части Норвежско-Гренландского бассейна, В кн.: 25 лет на Арктическом шельфе России, с. 71-79, МАГЭ, Мурманск, СПб, ВНИИОкеангеология, 1999.

МОНИТОРИНГ СЕЙСМИЧЕСКИХ И ИНФРАЗВУКОВЫХ ПОЛЕЙ В ЕВРО-АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕЙМОИНФРАЗВУКОВЫХ КОМПЛЕКСОВ «АПАТИТЫ» И «ARCES»

Виноградов Ю.А.¹, Евтюгина З.А.² (Апатиты,
¹ Кольский филиал Геофизической службы РАН, vin@krsc.ru,
² АФ МГТУ, кафедра кафедры геоэкологии, zina_evt@mail.ru)

Abstract. The brief description of the seismoinfrasound complex "Apatity" and "ARCES" is given at this paper and shown, that joint application of infrasound and seismic methods of registration allows determining confidently the signals caused by ground explosions and another excitation of seismic signals sources.

Активная техногенная деятельность человечества вызывает мощные потоки энергии в приповерхностной зоне земной коры и нижних слоях атмосферы (тропосфера и стратосфера). Такие потоки могут спровоцировать нарушение геодинамического равновесия в зонах промышленного освоения недр или в местах расположения инженерно-технических сооружений и систем повышенной опасности. В связи с этим возникает потребность в формировании региональных и глобальных систем геомониторинга, составной частью которых являются средства инструментального детектирования и лоцирования сейсмогенных явлений естественного и искусственного происхождения. Однако, для удовлетворения современным требованиям, предъявляемым к системам мониторинга, регистрации данных только одним методом, пусть даже очень чувствительным - недостаточно, преимущество получают комплексные системы мониторинга.

С 1999 года Кольский филиал геофизической службы РАН (КФ ГС РАН) проводит наблюдения на сейсмоинфразвуковом комплексе «Апатиты», расположенном в 18 км западнее г.Апатиты (рис. 1). В этом комплексе применяются три вида мониторинга – сейсмический, инфразвуковой и метеорологический. Совместный интегральный анализ сейсмических и инфразвуковых данных дает возможность

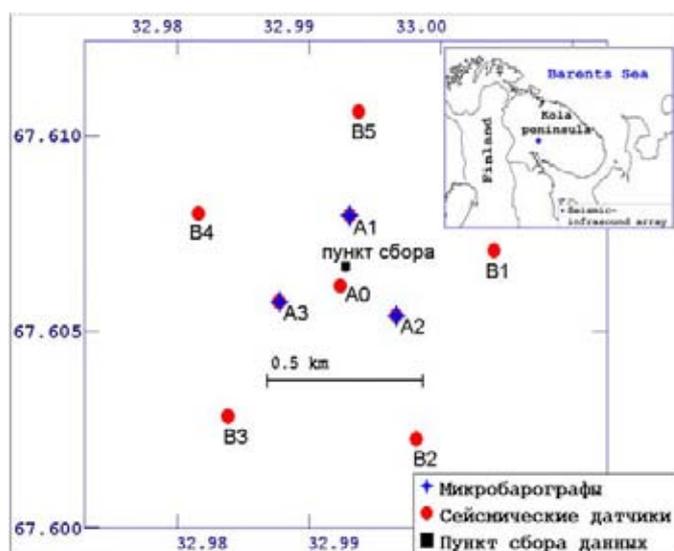


Рис. 1. Конфигурация СИЗК Апатиты

осуществлять верификацию источника возбуждения энергии, производить его локацию и оценивать интенсивность. Объединение сейсмического и инфразвукового методов регистрации волновых полей в единый комплекс позволяет достоверно разделять наземные и подземные взрывы, а также отличать происходящие в литосфере и гидросфере события, от различных ударно-взрывных возмущений, генерирующих инфразвуковые волны в нижних и верхних слоях атмосферы. Контроль метеопараметров позволяет корректировать инфразвуковые данные, и сопоставлять инфразвуковые волны с перемещением метеофронтов.

Работоспособность интегрированных комплексов в условиях высоких широт была показана совместными исследованиями ИФЗ РАН, ПГИ и ГИ КНЦ РАН в 80-е, 90-е годы прошлого века (*Кузьмин И.А. и др., Афраймович Э.Л. и др.*). Вместе с тем, эти пионерные работы выявили ряд ограничений и проблем, преодоление которых потребовало поиска новых технических решений.

В период 1999-2003 год производилась опытная эксплуатация комплекса, в процессе которой решались следующие задачи:

- разработка оптимальной конструкции инфразвуковой части комплекса для уверенной регистрации различных типов инфразвуковых сигналов в условиях Евро-Арктического региона, характеризующихся повышенным фоном шумов природного и техногенного происхождения;
- разработка оптимальной системы сбора, передачи, обработки и хранения регистрируемой информации;
- классификация инфразвуковых сигналов, регистрируемых инфразвуковой частью комплекса, сопоставление их с сейсмическими данными и совместная интерпретация полученных данных (*Пономарев Е.А., Ерущенков А.И.*);
- изучение особенностей распространения ИЗ сигналов в авроральной зоне Евро-Арктического региона при различных метеоусловиях и возбужденности ионосферы;
- развитие способов локации наземных взрывов по сигналам, зарегистрированным пространственно-распределенной группой сейсмических и акустических датчиков;
- выявление диагностических критериев для надежного детектирования наземных и воздушных взрывов на удалениях до 500 км от комплекса «Апатиты».

Тестирование комплекса проводилось на основании регистраций химических взрывов, производимых на открытых карьерах горнодобывающих предприятий Мурманской области (ОАО «Апатит», ОАО «ОЛЖОН», ОАО «Кольская ГМК», ОАО «Ковдорский ГОК»). Основное преимущество такого подхода состоит в том, что точно известны координаты и мощность источника инфразвуковых и сейсмических колебаний. За период 2002-2003 годы сейсмической и инфразвуковой группами комплекса было зарегистрировано более 500 событий, вызванных промышленными взрывами. Благодаря удачному расположению комплекса в центре горнопромышленной области, уверенно регистрируются и лоцируются наземные взрывы даже небольшой мощности с различных направлений.

Большое количество зарегистрированных сигналов позволило выявить основные амплитудно-частотные характеристики сигналов, уточнить скоростные модели литосферы и выявить характерные особенности распространения инфразвука в приполярной атмосфере в различные сезоны года. В то же время, выявилась сильная зависимость инфразвукового метода регистрации от метеорологических условий в районе САК «Апатиты».



Рис. 2. Число промышленных взрывов, произведенных и зарегистрированных инфразвуковой частью САК «Апатиты» в 4 квартале 2002 года и 2003 года. (ближняя зона – расстояние до источника менее 100 км, дальняя зона – расстояние до источника более 100 км).

На основании анализа неблагоприятных для регистрации инфразвука метеоусловий выяснилось, что основным источником помех является инфразвуковой шум, вызываемый ветром (Пономарев Е.А.). Для снижения уровня ветровой помехи были разработаны и протестированы различные конфигурации пространственных акустических фильтров, экспериментальным путем выбрана оптимальная конструкция, которая и была установлена на всех трех микробарографах инфразвуковой станции. Это позволило увеличить соотношение сигнал-шум более чем в три раза при скорости ветра 5-6 м/с.

Применение сложных конструкций пространственных фильтров и установка осенью 2003 года современных высокочувствительных микробарографов SHAPPARAL MODEL 5, производства США, позволило довести эффективность регистрации инфразвуковых сигналов от промышленных взрывов до 87% в 4 квартале 2003 года, против 53% в 4 квартале 2002 года. Это наглядно отображено на рисунке 2. Характерно, что точность определения азимутов на источник сигнала не превышает $\pm 5^\circ$, как для сейсмического, так и для инфразвукового метода регистрации.

Результаты наблюдений позволили определить основные критерии для уверенного выделения наземного взрыва, и выбраковки сейсмических сигналов, вызванных ими из регионально каталога землетрясений. К таким критериям относятся:

- наличие сейсмической и инфразвуковой волны, с увеличенной амплитудой на определенных частотах;
- приход инфразвуковой волны следом за сейсмической, с задержкой, соответствующей скорости распространения звука $\pm 30\%$;
- совпадение азимутов прихода сейсмической и инфразвуковой волны с точностью $\pm 5\%$;

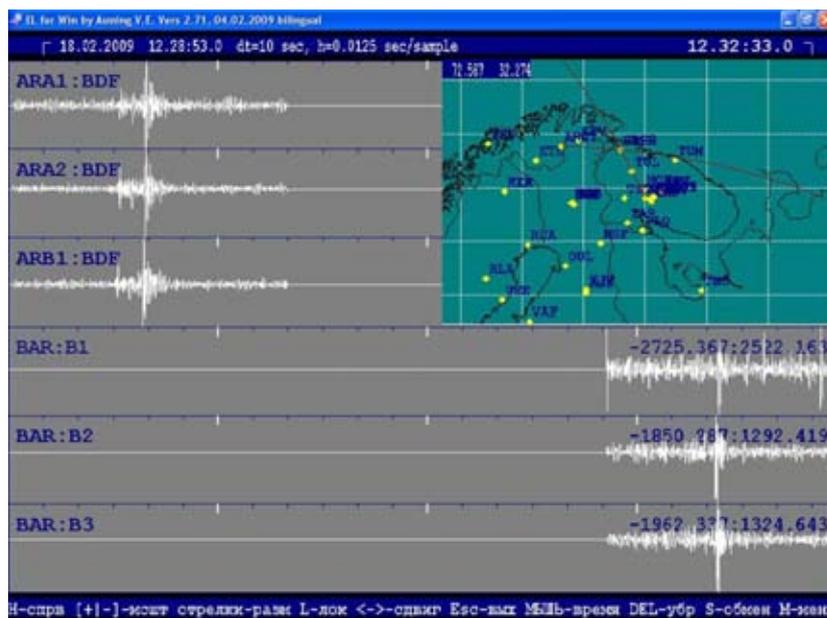


Рис. 3. Инфразвуковые сигналы на комплексах «ARCES» (3 верхних канала) и «Апатиты» (3 нижних канала) и локация источника сигнала на карте.

- значение фазовой скорости инфразвуковой волны должно быть не ниже скорости звука для метеоусловий в день регистрации;
- когерентность инфразвуковых сигналов по всем трем каналам должна быть не ниже 0,6.

В ходе проведения наблюдений инфразвуковой частью комплекса было зарегистрировано значительное количество сигналов, сходных по амплитудно-частотным характеристикам с наземными взрывами (Куличков С.Н.), но не регистрируемых сейсмической частью комплекса. Проведенный анализ позволил разделить их по источникам возбуждения на следующие типы:

- инфразвуковые сигналы от взрывов в атмосфере метеоритов (болидов);
- инфразвуковые волны, излучаемые сверхзвуковыми самолетами;
- инфразвук от старта и пролета ракет.

Опыт эксплуатации сейсмоинфразвукового комплекса «Апатиты» за период 2002-2007 г.г. показал, что для хорошей локации источников возбуждения инфразвуковых сигналов необходимо применять как минимум 2, а лучше 3 разнесенных на 500-1000 км комплексов. Изучив положительные и информативные результаты мониторинга КФ ГС РАН, норвежские коллеги из сейсмологической службы NORSAR летом 2008 года установили инфразвуковую группу, аналогичную нашей, в районе сейсмической группы «ARCES» на территории северной Норвегии вблизи пос.Карашьок. Наладив взаимный обмен регистрируемыми данными и объединив их в общую систему в КФ ГС РАН была создана программа позволяющая с достаточной точностью производить локацию источников инфразвуковых сигналов различной происхождения. На рис. 3 показан пример регистрации двумя инфразвуковыми группами карьерного взрыва на руднике ГМК «Норильский никель» в районе г.Заполярный. Пересечение двух азимутов прихода (на вставке в правом верхнем углу) точно соответствует местоположению карьера, где был произведен взрыв.

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Созданный программно-аппаратный сейсмоинфразвуковой комплекс «Апатиты» позволяет одновременно регистрировать в режиме реального времени сейсмический и инфразвуковой сигналы, детектировать сигналы от различных по природе и геосферной позиции источников возбуждения и производить их локацию.

2. С использованием комплекса «Апатиты» определены амплитудно-частотные характеристики сейсмического и инфразвукового сигналов, генерируемых промышленными наземными взрывами, проводимыми в горно-добычных карьерах главных рудных районов Мурманской области (рудники ОАО «Апатит», ОАО «ОЛЖОН», ОАО «Кольская ГМК», ОАО «Ковдорский ГОК»). Накопленный опыт и обширная база данных по регистрации взрывов позволяет надежно выделять сигналы от наземных взрывов на фоне других событий, даже при наличии неблагоприятных погодных условий.

3. Определены типовые параметры инфразвуковых сигналов невзрывного происхождения, но близкие к промышленным взрывам по спектральному составу (ударные волны в атмосфере от болидов и сверхзвуковых самолетов; инфразвуковые сигналы, вызванные пуском ракет), разработаны методики их детектирования и распознавания.

4. Совместное применение комплексов «Апатиты» и «ARCES» позволяет с достаточной точностью производить локацию источников возбуждения инфразвуковых сигналов различного происхождения, повышая в целом информативность системы мониторинга.

5. Применение интегрированных сейсмоинфразвуковых комплексов в системах комплексного мониторинга состояния природной среды и на геодинамических полигонах в горно-промышленных районах повышает надежность контроля за геодинамическим режимом территории, обеспечивая выявление и локализацию наземных взрывов и обрушений скальных массивов, расположенных вне зон визуального наблюдения традиционными средствами.

Список литературы:

- 1) Кузьмин И.А., Федоренко Ю.В., Грачев А.И., Куличков С.Н., Распопов О.М. Сейсмоакустический комплекс для регистрации инфразвука в полярном регионе / Препринт КНЦ РАН. - Апатиты. 1995. - 26 с.
- 2) Афраймович Э.Л., Воробьев Н.Н., Ерущенков А.И., Сорокин А.Г. Геофизический комплекс для измерения природного инфразвука в диапазоне частот 01.-1 Гц // Исследования по геомагнетизму, аэрономии и Физике Солнца. - М.: Наука, 1990. - Вып. 90. - С.207-216.
- 3) Пономарев Е.А., Ерущенков А.И. Инфразвуковые волны в атмосфере Земли // Известия Вузов. /Радиофизика. – 1977. - Т.20, №12. - С.1274-1278.
- 4) Пономарев Е.А., Сорокин А.Г. Исследование характеристик пространственного инфразвукового акустического фильтра // Исследования по геомагнетизму, аэрономии и физике Солнца. – Новосибирск: Наука. – 1994. - Вып. 102. – С.80-87.
- 5) Куличков С.Н. Дальнее распространение звука в атмосфере (обзор) // Известия Академии наук/ Физика атмосферы и океана. - М.: Наука, 1992. - Т.28, №4. - С.339-360.

ГРАФИЧЕСКИЙ ПАКЕТ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗА ДАННЫХ GPS-КАРТ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОНОСФЕРЫ

Золотов О.В., Прохоров Б.Е. (*Мурманск, МГТУ, кафедра физики,*
ZolotovO@gmail.com)

Аннотация. В работе представлено программное средство для обработки и визуализации карт полного электронного содержания ионосферы в IONEX формате. Данное ПО и заложенные в него алгоритмы обработки могут быть применены для любых данных, представленных в формате IONEX, хотя и создавались для облегчения поиска и анализа связанных с землетрясениями ионосферных аномалий.

Abstract. This paper presents the software tool for processing and visualization of total electron content maps in IONEX data format. This software is applicable to any stored in IONEX format data although it was firstly designed for discriminating strong earthquake-associated anomalies of the ionosphere.

1. Введение

В ряде недавних работ численная математическая модель верхней атмосферы Земли (UAM) [1-2] применялась для исследования и моделирования состояний ионосферы перед сильными землетрясениями [3-8]. Основное внимание уделялось электрическим полям (особенно зональной компоненте), требуемым для порождения соответствующих возмущений полного электронного содержания (ТЕС) ионосферы. Полученные модельные возмущения сравнивались с данными наблюдений ТЕС ионосферы.

Данные по аномальным возмущениям ТЕС ионосферы преимущественно брались из статей, описывающих состояния ионосферы в периоды конкретных сейсмических событий. Тем не менее, такой подход имел ряд недостатков: (1) временная задержка между исследованием конкретного сейсмического события и представлением данных в печати; (2) в опубликованных данных могут отсутствовать интересные для нашего исследования области и/или временные интервалы; (3) перевод для собственного исследования данных из графического представления в цифровую форму вносит дополнительную погрешность; (4) не всегда известна точность исходных данных и погрешность примененного метода; (5) не всегда точно определен подход к формальному определению аномалии и др. В то же время ряд научных датацентров предоставляет в свободном доступе данные мониторинга параметров ионосферы как по отдельным станциям, так и основанные на многостанционных наблюдениях глобальные карты распределений различных параметров. В наших исследованиях ионосферных предвестников землетрясений особенно интересными представляются глобальные карты вертикального ТЕС по данным GPS-мониторинга сети IGS, предоставляемые в формате IONEX. Для обработки, анализа и визуализации этих данных проектировалось представленное в настоящей работе ПО.

2. Описание ПО и дискуссия

Структурно ПО состоит из автономных взаимодействующих посредством вызовов модулей: (1) графический интерфейс пользователя для задания параметров обработки; (2) синтаксический анализатор данных в формате IONEX; (3) исполнительный механизм (обработка данных в соответствии с параметрами);

(4) визуализация обработанных данных и последующая их сериализация в графический файл(ы).

Графический интерфейс пользователя (Рис. 1) позволяет задавать: временной интервал и метод обработки данных; координатные интервалы для отображения; нанесение географического и магнитного экватора, изолиний, положения магнитосопряженной точки, подсолнечной точки и др.

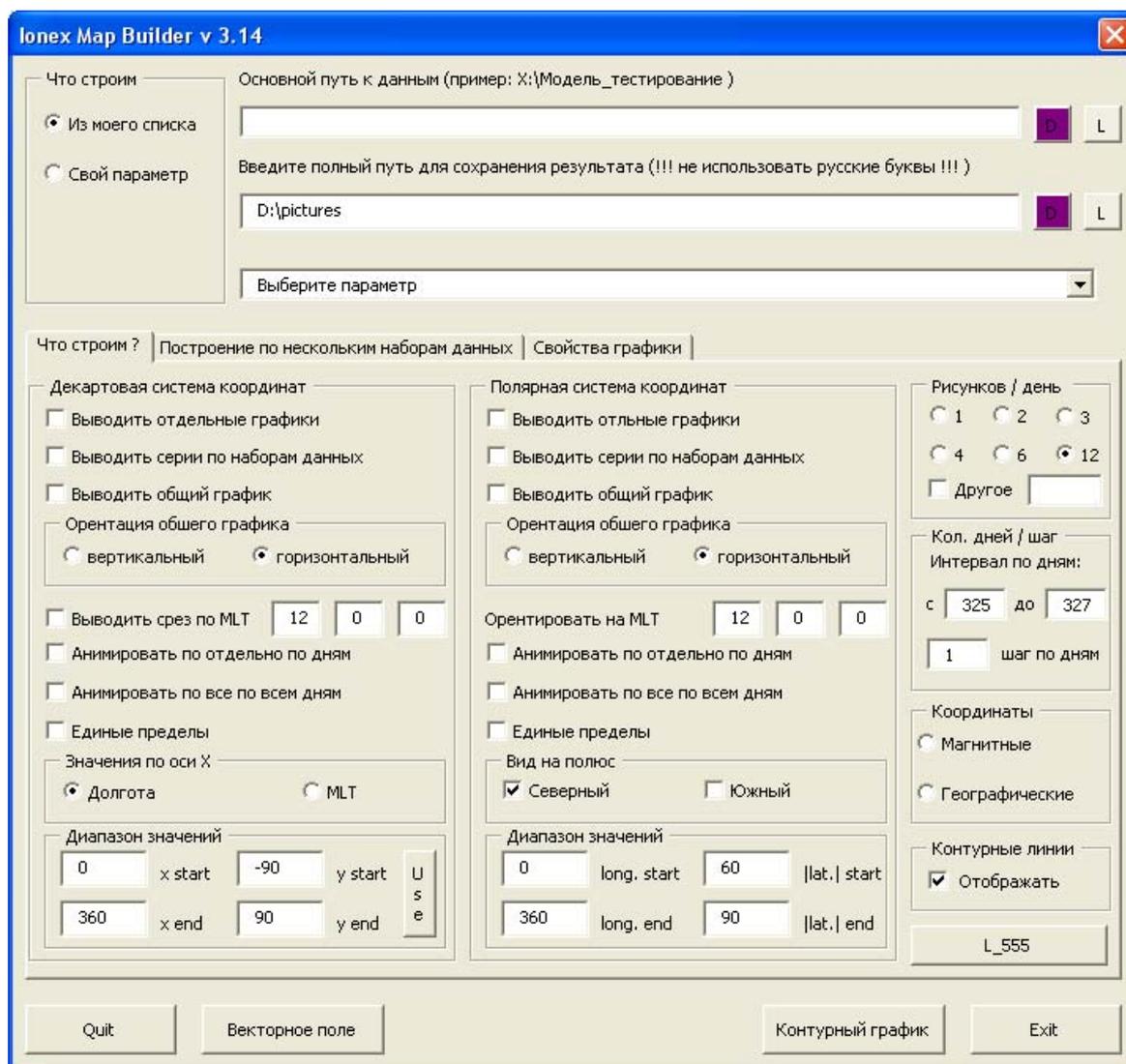
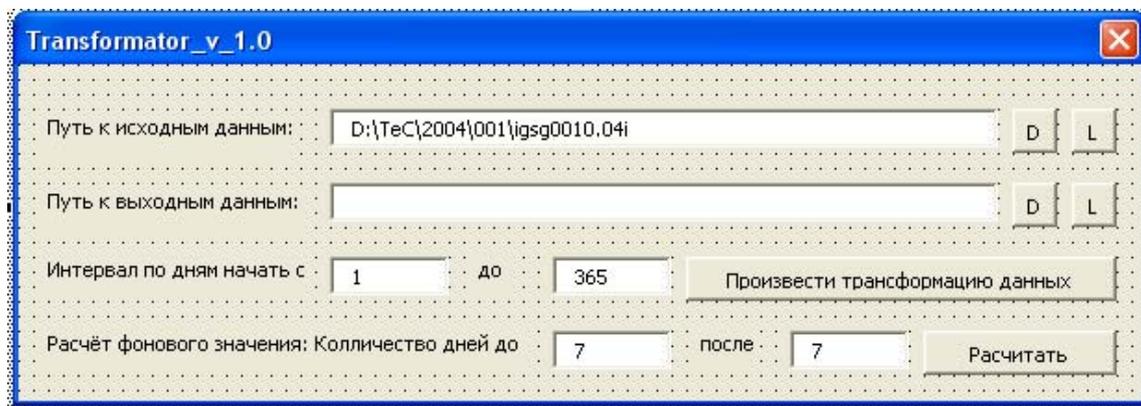


Рис. 1 Графический интерфейс пользователя

Синтаксический анализатор обеспечивает преобразование данных из заданного источника в формате IONEX в пригодную для обработки форму.

Исполнительный механизм обеспечивает обработку данных, перевод из магнитных координат (в приближении магнитного диполя) в географические и обратно. В настоящий момент реализованы алгоритмы осреднения:

- *Непрерывно по заданному интервалу.* Такое осреднение физически имеет смысл только в течение нескольких часов, т.к. в противном случае меняется положение подсолнечной точки и суммируются, например, утренние и вечерние вариации. Такие осредненные данные сложно интерпретировать, если из исходных данных предварительно не исключить суточные (полусуточные) вариации.

- *По фиксированному местному времени (MLT).* Данный алгоритм учитывает смещение подсолнечной точки и, как следствие, разницу в ночной и дневной вариациях.

- *По фиксированному UT (Universal Time).* Также учитывает суточные вариации за счет естественного оперирования одинаковыми моментами времени в разные сутки.

Все вышеперечисленные алгоритмы могут применяться в целях анализа к различным интервалам времени: (1) предшествующему исследуемому событию, (2) содержащему событие; (3) следующему за событием.

Комбинации интервалов, к которым применяется обработка, с описанными выше алгоритмами позволяют реализовать практически любой встречавшийся нам в печати алгоритм определения аномальных возмущений (и фонового уровня вариаций) ТЕС. Кроме того, мы считаем, что не следует ограничиваться одной методикой определения отклонения от невозмущенного состояния и самого этого спокойного состояния, а последовательно исследовать несколько. Таким образом, аномалии (возмущения), которые сохраняются при различных методиках обработки, имеют большую вероятность быть связанными с изучаемым явлением или, как минимум, определенной географической областью, а не с выбранным методом обработки данных.

Модуль визуализации строит графическое отображение данных с заданными параметрами: наличием изолиний, линии терминатора, подсолнечной и магнитосопряженной точек, в заданной цветовой палитре, системе координат и др.

При анализе вертикальных карт ТЕС следует учитывать, что на вариации параметров ионосферы существенным образом влияют солнечная и геомагнитная активность, поэтому в рассмотрение следует брать периоды, которым соответствуют невозмущенные значения индексов Ap, Kp, Ae, Dst, что соответствует общепринятой практике исследования сейсмо-ионосферных взаимодействий.

В дальнейшем ПО планируется модифицировать путем введения в описанные выше алгоритмы весовые коэффициенты с целью учета солнечной и магнитной активности, а также неравновесного вклада в фоновые вариации различных временных отсчетов.

Необходимо отметить, что представленное здесь ПО расширяет представленный в работе [9] программный комплекс, а также дополняет имевшийся ранее пакет вспомогательных программных средств [10] для извлечения, базовой обработки и визуализации данных модели UAM.

3. Заключение

Представленное в настоящей работе ПО позволяет массово обрабатывать карты вертикального ТЕС и получать графические представления как в виде отдельных снимков для отдельных моментов времени, так и групп снимков за некоторый период. Это существенно облегчает поиск и построение для конкретных сейсмических событий карт аномальных долгоживущих крупномасштабных возмущений ТЕС ионосферы и

исследование их эволюции во времени и пространстве. Т.к. ПО обрабатывает любые данные, представленные в формате IONEX, то не существует препятствий для аналогичной обработки других представимых в этом формате данных.

Представленное в настоящей работе ПО расширяет доступный пользователю модели UAM инструментарий по работе с данными, позволяет единообразно строить как данные наблюдений, так и численного эксперимента.

Благодарности. Настоящая работа выполнена при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 08-05-98830.

Список литературы:

- 1) Namgaladze A.A., Martynenko O.V., Volkov M.A., Namgaladze A.N., R.Yu. Yurik. High-latitude version of the global numeric model of the Earth's upper atmosphere // Proceedings of the MSTU, Vol. 1, No. 2, pp. 23-84, 1998 Available at: http://vestnik.mstu.edu.ru/v01_2_n02/articles/02_namga.zip
- 2) Namgaladze A.A., Korenkov Yu.N., Klimenko V.V., Karpov I.V., Bessarab F.S., Surotkin V.A., Glushchenko T.A., Naumova N.M. Global model of the thermosphere-ionosphere-protonosphere system // Pure and Applied Geophysics, V. 27, No. 2/3, pp. 219-254, 1988
- 3) Namgaladze A.A., Zolotov O.V., Zakharenkova I.E., Shagimuratov I.I., Martynenko O.V. Possible physical explanation and modeling of the ionospheric perturbations observed before earthquakes // Geophysical Research Abstracts, Vol. 10, EGU2008 A 07165, EGU, Vienna, 2008
- 4) Zakharenkova I.E., Zolotov O.V., Namgaladze A.A., Shagimuratov I.I., Martynenko O.V. Preseismic modification of the ionosphere for Greece 2006 earthquake: GPS TEC measurements and modeling results // Proceedings of Russian-Bulgarian Conference "Fundamental Space Research", Sunny Beach, Bulgaria, September 23-28, 2008, p. 371-374
- 5) Zolotov O.V., Namgaladze A.A., Zakharenkova I.E., Shagimuratov I.I., Martynenko O.V. Modeling of the ionospheric earthquake precursors generated by various electric field sources // Proceedings of the XXIX General Assembly of URSI, HP-HGE.21, Chicago, USA, August 7-16, 2008.
- 6) Zolotov O.V., Namgaladze A.A., Zakharenkova I.E., Shagimuratov I.I., Martynenko O.V. Simulations of the equatorial ionosphere response to the seismic electric field sources // Proceedings of the 7th International Conference "Problems of Geocosmos" (St.Peterburg, Petrodvorets, May 26-30, 2008) - St.Peterburg, 2008, 505 pp., p. 492-496
- 7) Zolotov O.V., Namgaladze A.A., Zakharenkova I.E., Martynenko O.V., Shagimuratov I.I. Investigation of the total electron content disturbances as the ionospheric pre-earthquake signatures using the mathematical modeling // Book of Abstracts, AIS-2008 "Atmosphere, Ionosphere, Safety" (Kalinigrad, July 7-12, 2008) - Kaliningrad, 2008, p. 238.
- 8) Zolotov O.V., Namgaladze A.A., Zakharenkova I.E., Shagimuratov I.I., Martynenko O.V. Physical interpretation and numerical modeling of the ionospheric earthquake precursors // Physics of Auroral Phenomena: Proceedings of the 31st Annual Seminar (Apatity, February 26-29 2008) – Apatity, 2008, p. 175-178.
- 9) Золотов О.В., Прохоров Б.Е. Графический пакет визуализации геофизических данных модели UAM: первые шаги - цели и программы // Наука и образование-2008 [Электронный ресурс] : материалы межд. науч.-техн. конф.

(г. Мурманск, 2-10 апреля, 2008 г.). – Мурманск: МГТУ, 2008 г. - С. 238-241 – [НТЦ "Информрегистр" № 0320800238, 21.01.08 г. (CD ROM)].

- 10) Мартыненко О.В. Пакет компьютерной графики для математического моделирования геофизических процессов // Тезисы докладов 6-й научно-технической конференции МГАРФ, ч.1, с. 162-163, Мурманск, 1995

СЕКЦИЯ
«ХИМИЯ»

Секция «Химия»

- Арабей Т.И., Белоглазов С.М.** Биокоррозия низкоуглеродистой стали, защищенной модифицированными лакокрасочными покрытиями 278
- Безымянова Ю.А., Скиба Г.С.** Аналитическое описание разделения солей в системах эвтонического типа 282
- Белова Л.О., Коробова Е.А., Гаврилова А.В., Кирилин А.Д.** Применение 3-аминопропилтриэтоксисилана и 2-(аминоэтил)-3-(триметоксисилил)пропиламина в синтезе линейных и гетероциклических продуктов 286
- Васёха М.В., Мотов Д.Л.** Феррисульфит натрия как сопутствующий продукт процесса электролиза никеля 288
- Шавырина О.А., Введенская И.В., Цветкова Е.Е.** О химическом составе хвоща полевого (*Equisetum arvense L.*) 290
- Гаврилова А.В., Ухова У.Ю., Шамина М.Г., Литова О.А., Арзумян А.В., Кирилин А.Д.** Синтез О-силилуретанов с помощью N, N'-бис(триметилсилил)карбодиимида 292
- Жнякина Л.Е., Ткаченко М.Л., Шарипова С.Х., Муса Мохамед Амин** Фазовые равновесия в лекарственной системе «ибупрофен – никотинамид» 294
- Кукушкина А.Н., Деркач С.Р.** Реологические свойства высококонцентрированных эмульсий, стабилизированных бычьим сывороточным альбумином в присутствии ПАВ 298
- Кучина Ю.А., Дубровин С.Ю., Коновалова И.Н., Молчановская Т.И.** Свойства электрохимического панкреатического гидролизата из креветки 300
- Долгопятова Н.В., Кучина Ю.А., Новиков В.Ю., Путинцев Н.М., Берестова Г.И.** Идентификация продуктов гидролиза d-глюкозамина гидрохлорида методом инфракрасной спектроскопии 304
- Хайруллина В.Р., Герчиков А.А., Пивоварова А.Е., Древо Я.Б., Федотова О.В.** Количественное изучение антиокислительных свойств 2-(4-дифенил)-5,6-дигидро-4h-бензо[h]-селенохромена и 4-(4-хлорфенил)-2-фенил-5,6-дигидро-4h-бензо[h] селенохромена на примере модельной реакции инициированного окисления 1, 4-диоксана 308
- Зиновьева А.Б., Путинцев Н.М., Степанова Н.В., Путинцев Д.Н.** Об аддитивности деформационной поляризации вещества 312
- Зиновьева А.Б., Путинцев Н.М., Путинцев Д.Н., Степанова Н.В.** Рекуррентное соотношение деформационной поляризации. нормальные алканы 316
- Снегерова М.Н., Новиков В. Ю., Коновалова И. Н.** Кислотный гидролиз хондроитин сульфата 319
- Степанова Н.В., Долгопятова Н.В., Новиков В.Ю., Коновалова И.Н., Путинцев Н.М.** Влияние степени деацетилирования и молекулярной массы хитозана на сольubilизацию углеводов из водных дисперсий 322

Широнина А. Ю., Деркач С. Р., Новиков В.Ю. Состав белкового гидролизата, полученного из рыбных белков, по данным электрофореза 325

БИОКОРРОЗИЯ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ, ЗАЩИЩЕННОЙ МОДИФИЦИРОВАННЫМИ ЛАКОКРАСОЧНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Арабей Т.И., Белоглазов С.М. (*Калининград, Российский государственный университет им. И. Канта, кафедра химии, arabeyti@rambler.ru*)

Abstract. The microbial activity is one of principle factors of metallic and nonmetallic materials destruction. Mould fungi are of particular interest as metal destroying microorganisms. The mould fungi *Phialophora fastigiata* is studied as mild steel corrosion promoters. Biocydnal and inhibitor role have illustrated of a number of organic substances in corrosion of steel in presense of deuteromycetes *Phialophora fastigiata*. The protective effects of the best organic compounds is 70-90%.

Большинство металлоконструкций эксплуатируется в естественных природных средах, являющихся благоприятными для роста и развития микроскопических грибов. Микроорганизмы не только принимают участие, но и могут играть первостепенную роль в иницировании и развитии коррозионного процесса (1, 2).

В настоящее время проводятся интенсивные исследования в области разработки различных видов лакокрасочных материалов, обладающих повышенной биостойкостью к различным видам патогенных бактерий и мицелиальных грибов (3).

Особое место при биокоррозионном поражении строительных материалов занимают грибы, для которых характерна высокая адаптационная способность, широкая амплитуда их изменчивости, возникновение новых форм (мутации) и приспособление к экстремальным условиям среды (4).

В настоящей работе изучалась биокоррозия низкоуглеродистой стали Ст3, защищенной модифицированным грунтом-модификатором ржавчины (ГМР), в среде 4° суслу, содержащего споры плесневого гриба *Phialophora fastigiata*. Питательная среда – 4° сусло, зараженное спорами *Phialophora fastigiata* в дальнейшем будет называться культуральной жидкостью, содержащей Ph. f., а 4° сусло не содержащее спор микромицета – стерильной средой. *Phialophora fastigiata* относится к дейтеромицетам (плесневые грибы), обнаружен во влажном тропическом климате (Куба). Микромицеты, идентифицированные в тропиках, обладают коррозивностью на один-два порядка выше, чем у других культур (5).

Целью исследования было: 1) изучение влияния шести органических соединений (ОС), представляющих собой ряд диазосоединений с различными заместителями, на процесс коррозии образцов стали Ст3, защищенных модифицированным ГМР, в присутствии *Phialophora fastigiata*; 2) выявление фунгицидных свойств ОС, введенных в ГМР, в отношении *Phialophora fastigiata* и исследование их в качестве ингибиторов мицелиальной коррозии.

Методика эксперимента

Коррозионную среду готовили из солода по классической технологии и заражали спорами дейтеромицета *Phialophora fastigiata*. Использовали плоские образцы (50x10x1 мм) из листовой стали Ст3 со слоем продуктов коррозии не более 100 мкм (согласно ГОСТ 8832-76). Добавки ОС вводили в состав ГМР (6) в концентрации 5 мМоль/л. ГМР наносили кистью на образцы в два слоя.

Время экспозиции образцов в 4^о сусле, содержащем споры *Phialophora fastigiata*, составляло 30 сут. Каждые сутки производили замеры pH, Eh среды и электродного потенциала образцов (-E, В). Произведен анализ культуральной жидкости при помощи тонкослойной хроматографии до заражения спорами *Phialophora fastigiata* и в конце стадии роста микромицета. По окончании эксперимента гравиметрическим методом определяли скорость биоповреждения полимерного покрытия (Пк) и биомассу микромицета (7).

Результаты и их обсуждение

Данные анализа продуктов метаболизма микромицета *Phialophora fastigiata*, полученные по результатам тонкослойной хроматографии культуральной жидкости, показали, что исследуемый микромицет является слабым продуцентом органических кислот. Кислоты образуются при расщеплении грибом углеводов- или углеводородсодержащего субстрата.

При коррозионных испытаниях обрастание дейтеромицетом культуральной жидкости происходит на 3 сутки, образуется пленка мицелия толщиной около 1 мм и начинается споруляция. Эти наблюдения подтверждаются графиками зависимости изменения pH среды во времени.

В течение первых трех суток экспозиции образцов, защищенных и не защищенных покрытиями ГМР, в культуральной жидкости, содержащей исследуемый микромицет, происходит резкий спад значений pH среды от 6,8 до 5,4...5 единиц, на 4-5 сут наблюдается максимальное за все время экспозиции снижение pH среды до 4,5...4 единиц. Изменение значений pH среды с нейтральной на слабокислую объясняется накоплением в культуральной жидкости продуктов метаболизма микромицета *Phialophora fastigiata*.

Характер изменения pH культуральной жидкости, содержащей Ph. f., зависит от фунгицидного действия ОС, введенных в ГМР. Наибольшей фунгицидной активностью обладают добавки ОС 1, 4, 2, 6, 3, введение которых в ГМР позволило уменьшить подкисление культуральной жидкости на 1...2 единицы pH, в зависимости от природы ОС. ГМР без добавок также в некоторой степени действует на плесневый гриб угнетающе. Эти результаты согласуются с данными изменение во времени потенциала образцов, защищенных системами ГМР, ГМР+ОС в культуральной жидкости, содержащей микромицет Ph. f. и стерильной среде (рис. 1).

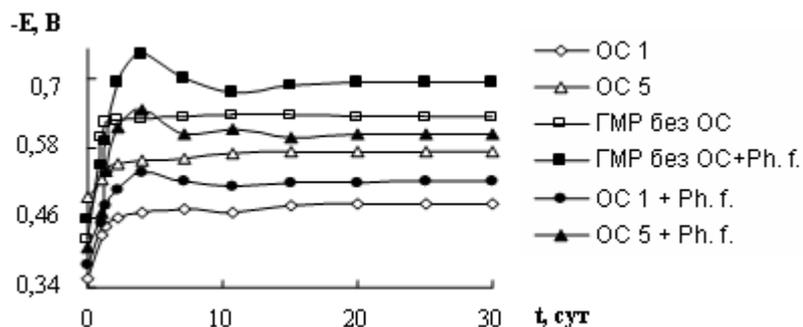


Рис. 1. Изменение во времени потенциала образцов, защищенных системами ГМР, ГМР+ОС в культуральной жидкости, содержащей микромицет Ph. f. и стерильной среде.

Как видно из рис.1, в течение первых 4-х сут экспозиции наблюдается сдвиг потенциала образцов в сторону отрицательных значений, что свидетельствует о начале коррозионного разрушения покрытий под действием выделяемых в среду продуктов

метаболизма микромицета. На 6 сут происходит некоторое облагораживание потенциала образцов. Это можно объяснить активацией ОС в покрытии ГМР. К 10 сут эксперимента потенциал образцов, экспонирующихся в культуральной жидкости с Ph. f., приобретает относительно стабильные значения. Наилучшим образом в ГМР проявили себя ОС 1, 4, 3, 6 в среднем смещая потенциал стали на 91...172 мВ в электроположительную сторону в присутствии *Phialophora fastigiata*. Выявлено стимулирующее коррозию действие дейтеромицета Ph. f., что подтверждается смещением кривых «потенциал–время» в большей степени в электроотрицательную сторону для образцов в присутствии Ph. f. по сравнению с образцами экспонирующимися в стерильной среде.

По существу все коррозионные продукты метаболизма мицелиальных грибов образуются в результате ферментативно-каталитических реакций. Ферменты из группы оксидоредуктаз могут быть и непосредственными участниками коррозионного процесса. Наиболее коррозионными из оксидоредуктаз являются каталаза, пероксидаза, полифенолоксидаза и эстеразы: фосфатаза и некоторые липазы (8).

Добавки ОС 1, 4, 3, 6 в ГМР проявляют наибольшую фунгицидную активность по сравнению с ОС 5 и ГМР без ОС, о чем свидетельствует смещение значений Eh коррозионных сред с этими ОС в большей степени в сторону электроотрицательных значений уже на 4-е сут экспозиции. В коррозионных средах с образцами, защищенными ГМР+ОС, происходит менее активное продуцирование микроорганизмами органических кислот, чем и объясняется сдвиг кривых Eh-t.

На рис. 2 представлена зависимость массы микромицета от природы ОС. Анализируя гистограммы можно сделать вывод, что все ОС обладают выраженным фунгистатическим действием на Ph. f. по сравнению с ГМР без добавок, о чем говорит уменьшение биомассы тел мицелиального гриба. На основании этих данных наибольшую фунгицидную активность проявили ОС 1 и 4, которая составила соответственно 83% и 80%.

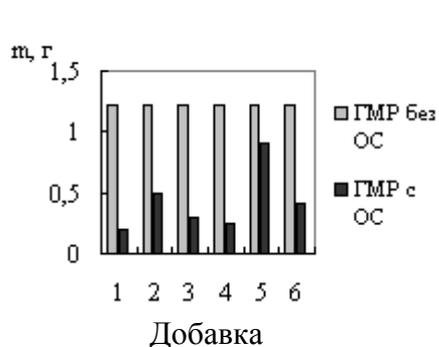


Рис. 2. Зависимость массы микромицета от природы ОС

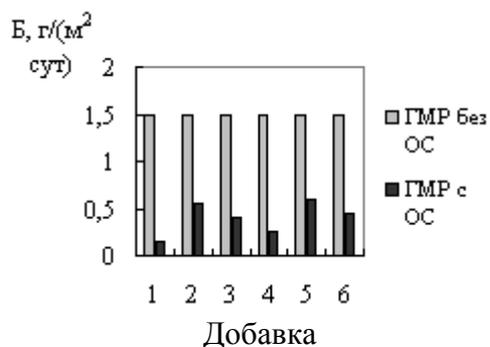


Рис. 3. Зависимость скорости биоповреждения покрытий ГМР с добавками, от природы ОС

На рис. 3 представлены результаты исследования влияния ОС на скорость биоповреждения покрытий ГМР, ГМР+ОС от природы ОС. Добавки ОС 1, 4 и 3 в ГМР снижают скорость биоповреждения Пк в присутствии Ph. f. соответственно в 10, 6 и 4 раза по сравнению с ГМР без добавок. Рассчитанный на основе данных о скорости биоповреждения Пк защитный эффект покрытий с ОС 1, 4, 3, 6, 2, 5 составил соответственно 90%; 83%; 73%; 70%; 63%; 60% и для ГМР без добавок 50%. Следовательно, ГМР без добавок оказывает защитное действие при коррозии стали Ст3 в присутствии *Phialophora fastigiata*.

Высокий ингибиторный эффект, при коррозии под действием дейтеромицета *Ph. f.*, этих ОС достигается за счет улучшения качества покрытий ГМР в результате адсорбции молекул ОС на поверхности металла и застраивания в поры полимерного покрытия. При коррозионном разрушении эти молекулы действуют как ингибиторы коррозии.

Наилучшим образом сочетают в себе свойства фунгицидов и ингибиторов коррозии ОС 1 и 4, проявившие наибольшую фунгицидную активность в отношении *Phialophora fastigiata* соответственно 83%, 80% и защитное действие – 90%, 83% в покрытии ГМР.

Выводы:

1. Все исследованные органические соединения ряда diazосоединений обладают выраженной фунгицидной активностью в отношении дейтеромицета *Phialophora fastigiata*, что подтверждается данными изучения изменения pH, Eh среды, биомассы микромицета и скорости биоповреждения полимерного покрытия грунта-модификатора ржавчины.

2. Установлено ингибирующее действие коррозии стали действием всех исследованных органических соединений, изменяющееся в зависимости от строения их молекул. Наиболее эффективно тормозят коррозию в присутствии *Phialophora fastigiata* ОС 1, 4, 3, 6.

3. Доказана целесообразность применения diazосоединений для улучшения защитных свойств покрытий грунтом-модификатором ржавчины изделий из низкоуглеродистой стали для защиты от мицелиальной коррозии.

Список литературы:

- 1) Коррозия металлов и защита от коррозии с помощью органических соединений. Охрана окружающей среды: Сб. науч. тр., посвящ. 25-летию образования хим. фак. КГУ. – Калининград: Изд-во КГУ, 2002. – 74 с.
- 2) Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений: Справочник: В 2 т. Т. 1 / Под ред. А.А. Герасименко. – М.: Машиностроение, 1987. – С. 54–70.
- 3) Воинцева И.И., Цейтлин Г.М., Скороходова О.Н. Борьба с микроорганизмами: современный этап // Наука в России. 2003. № 6. С. 18–23.
- 4) Туркова З.А. Повреждение некоторых технических материалов грибами // Биокоррозия, биоповреждения, обрастания. – М.: Наука, 1976. С. 25-28.
- 5) Шлегель Г. Общая микробиология. – М.: Мир, 1987. С. 567–573.
- 6) Белоглазов С.М., Барбадым Т.А., Полюдова В.П. Грунт-модификатор ржавчины, АС № 780509, 1980.
- 7) ГОСТ 9.048-75, ГОСТ 9.053-75 ЕСЗКС. Материалы и изделия. Методы испытания на микробиологическую устойчивость.
- 8) Билай В.И. Метаболиты почвенных микромицетов. – Киев: Наук. думка, 1971. С. 55.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РАЗДЕЛЕНИЯ СОЛЕЙ В СИСТЕМАХ ЭВТОНИЧЕСКОГО ТИПА

Безымянова Ю.А.¹, Скиба Г.С.² (¹ Мурманск, МГТУ, кафедра химии, bezumjanovajua@mstu.edu.ru; ² Апатиты, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья КНЦ РАН им. И.В. Тананаева, skiba@chemy.kolasc.net.ru)

Abstract. Accomplished analytic description of salts separation into the systems of eutonic type at the model system $\text{NaCl} - \text{ZrOCl}_2 - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$. Founded the best conditions for separation of sodium chloride into the mixture with zirconium oxychloride: separation from the solution with 33-percent hydrochloric acid at 75 degrees above zero.

С начала 90-х годов XX века, когда Россия лишилась многих основных месторождений редко-металльного сырья, единственным предприятием, попутно с апатитом и магнетитом добывающим из комплексных бадделеит-apatит-магнетитовых руд циркониевое сырье, остался Ковдорский горно-обогатительный комбинат. Однако производственные мощности данного предприятия не покрывают существующей потребности промышленности страны в цирконии, в связи с чем особое значение приобретает как поиск и освоение новых источников сырья, так и изыскание принципиально новых методов его переработки. К настоящему времени довольно подробно изучены месторождения эвдиалита – минерала, имеющего возможность стать источником циркония и присутствующего в больших количествах на Кольском полуострове.

Ранее проведенными в ИХТРЭМС КНЦ РАН исследованиями установлено, что цирконий легко извлекается из эвдиалита в процессе его солянокислотной переработки и не требует больших затрат, поскольку большинство ценных элементов, содержащихся в рассматриваемом минерале, одностадийно извлекаются в раствор, кроме того возможна наиболее полная регенерация кислоты. Попутно на одной из стадий процесса появляется необходимость определения наиболее оптимальных условий для кристаллизационного разделения на индивидуальные компоненты солевой смеси, состоящей из хлорида натрия и оксихлорида циркония. С этой целью проводилось изучение растворимости в четырехкомпонентной водно-солевой системе $\text{NaCl} - \text{ZrOCl}_2 - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$, а также влияние на нее температуры и концентрации HCl.

Система считается изученной, если математическими функциями описаны уравнения поверхностей растворимости, плоскостей (линий, точек) составов твердых фаз и заданы уравнения совокупности коннод. Растворимость в представленных системах изучалась методом, основанным на утверждении, что при приведении состава системы к $1 \quad x + y + z + \dots + k + \dots + n = 1$ (где x, y, \dots, n – весовые или мольные доли компонентов), для системы любой размерности концентрационная фигура ее может быть расположена в декартовой системе координат, и к ней в этом случае применимы уравнения аналитической и дифференциальной геометрии. В результате проведенных исследований были построены изотермы растворимости системы $\text{NaCl} - \text{ZrOCl}_2 - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$ в разрезах с концентрацией HCl 18, 28 и 33 мас.% при температурах 25, 50 и 75°C, также определялись составы эвтонических растворов и по уравнениям коннод оценивалась возможность кристаллизационного разделения солей (Таблица 1) (1, 2, 3).

Таблица 1. Система $ZrOCl_2 - NaCl - HCl - H_2O$

HCl, % (масс.)	температура, °C	состав твердой фазы		Состав эвтонического раствора, масс. %		
		кристаллизующаяся соль	извлечение масс.%	NaCl	$ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$	HCl + H_2O
0	25	NaCl	27,64	7,08	52,02	40,90
	50	NaCl	28,93	8,73	56,20	35,07
	75	—	—	—	—	—
18	25	$ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$	8,53	4,82	5,07	90,11
	50	NaCl	59,07	4,34	12,66	83,00
	75	NaCl	87,85	3,61	34,39	62,00
28	25	NaCl	84,09	0,26	1,88	97,86
	50	$ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$	17,36	2,82	2,68	94,5
	75	NaCl	86,43	1,9	16,1	82,00
33	25	NaCl	90,705	0,35	4,33	95,32
	50	NaCl	92,37	0,51	7,69	91,80
	75	NaCl	97,09	0,58	22,9	76,52

С помощью уравнений аналитической и дифференциальной геометрии возможен вывод формул как для расчета количества кристаллизующихся солей и оценки возможности разделения солей кристаллизацией из растворов, так и формул, предназначенных для оптимизации политермического кристаллизационного разделения солей в многокомпонентных системах эвтонического типа.

Для оптимизации процесса кристаллизации необходимо найти минимум функции $F(t)$, который будет соответствовать выделению максимального количества соли А в твердую фазу, где:

$$F(t) = \frac{b}{a} \cdot \frac{x_E}{y_E} \quad (1)$$

Путем параметрического задания зависимости координат эвтонического раствора от температуры в виде полиномиальных уравнений для каждого из разрезов изучаемой системы были составлены системы линейных уравнений с тремя неизвестными (2).

$$\begin{cases} a \cdot t_1^2 + b \cdot t_1 + c = x_{E_1} \\ a \cdot t_2^2 + b \cdot t_2 + c = x_{E_2} \\ a \cdot t_3^2 + b \cdot t_3 + c = x_{E_3} \end{cases} \quad (2)$$

Совместное решение последних (с помощью специально разработанной программы) позволило для каждого разреза с концентрациями HCl 18, 28 и 33 мас.% получить коэффициенты уравнений, описывающих траекторию движения эвтонической точки при изменении температуры ($t_1 = 25$, $t_2 = 50$, $t_3 = 75^\circ C$). Температурные зависимости содержания NaCl (x_E) в эвтоническом растворе описывается полиномиальными уравнениями:

18%-ной (мас.) HCl:

1) линия растворов, насыщенных NaCl:

$$x_E = -2 \cdot 10^{-6} \cdot t^2 - 0,42 \cdot 10^{-4} t + 0,0505$$

2) линия растворов, насыщенных $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$:

$$y_E = 1,13 \cdot 10^{-4} \cdot t^2 - 5,45 \cdot 10^{-3} t + 1,16 \cdot 10^{-1}$$

28%-ной (мас.) HCl:

- 1) линия растворов, насыщенных NaCl:

$$x_E = -2,78 \cdot 10^{-5} \cdot t^2 + 3,11 \cdot 10^{-3}t - 5,78 \cdot 10^{-2}$$

- 2) линия растворов, насыщенных $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$:

$$y_E = 1,13 \cdot 10^{-4} \cdot t^2 - 5,45 \cdot 10^{-3}t + 1,16 \cdot 10^{-1}$$

33%-ной (мас.) HCl:

- 1) линия растворов, насыщенных NaCl:

$$x_E = -7,20 \cdot 10^{-7} \cdot t^2 + 1,18 \cdot 10^{-4}t + 1,00 \cdot 10^{-2}$$

- 2) линия растворов, насыщенных $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$:

$$y_E = 9,48 \cdot 10^{-5} \cdot t^2 - 5,77 \cdot 10^{-3}t + 1,28 \cdot 10^{-1}$$

Для определения минимума функции $F(t)$ (1) необходимо вместо x_E и y_E подставить полиномиальные уравнения, аппроксимирующие зависимость координат эвтонической точки от температуры, взять производную по температуре и, приравняв ее к нулю, определить соответствующую температуру, а затем рассчитать состав эвтонического раствора. Если в заданном температурном интервале отсутствует минимум, необходимо взять граничную температуру, обеспечивающую минимум функции $F(t)$. В результате проведенных вычислений получены следующие данные:

1) Концентрация HCl 18 мас.‰: первая производная рассматриваемой функции обращается в нуль при температурах: $t_1 = 23,45$ °C и $t_2 = 737,46$ °C. Установлено, что в интервалах температур $(-\infty; 23,45) \cap (737,46; +\infty)$ $F'(t)$ принимает положительные значения, следовательно, функция $F(t)$ возрастает; в интервале $(23,45; 737,46)$ $F'(t)$ – отрицательна, $F(t)$ – убывает. Поскольку минимум функции $F(t)$ отвечает максимальному количеству извлекаемой соли в осадке, то определив значения функции при каждой температуре, можно сделать вывод о наиболее оптимальных для выделения соли кристаллизацией условиях. При температурах выше 23,45 °C функция $F(t)$ убывает, а именно: $F(50) = 0,30$, $F(75) = 0,09$. Это свидетельствует об увеличении количества соли (NaCl) в твердой фазе с повышением температуры, что в свою очередь подтверждается графическим расчетом с использованием уравнения конноды (Таблица 1).

2) Концентрация HCl 28 мас.‰: первая производная функции $F(t)$ обращается в нуль при температурах: $t_1 = 2,45$ °C и $t_2 = 6,96$ °C. В интервалах температур $(-\infty; 2,45) \cap (6,96; +\infty)$ $F'(t)$ принимает отрицательные значения, следовательно, функция $F(t)$ убывает; в интервале $(2,45; 6,96)$ $F'(t)$ – положительна, $F(t)$ – возрастает. При температурах ниже 2,45 °C и выше 6,96 °C функция $F(t)$ убывает, при этом: $F(25) = 0,11$, $F(75) = 0,09$, из чего можно сделать вывод о том, что максимальное количество соли (NaCl) в твердой фазе появляется при температуре 75 °C (Таблица 1).

3) Концентрация HCl 33 мас.‰: первая производная функции $F(t)$ обращается в нуль при температурах: $t_1 = -87,22$ °C и $t_2 = 34,05$ °C. $F'(t)$ принимает отрицательные значения в интервалах температур $(-\infty; -87,22) \cap (34,05; +\infty)$, где $F(t)$ убывает, и, как следствие, возрастает извлечение соли NaCl в твердую фазу; в интервале $(-87,22; 34,05)$ $F'(t)$ – положительна, $F(t)$ – возрастает, извлечение NaCl – падает. Это подтверждается значениями функции $F(t)$: $F(25) = 0,07$, $F(50) = 0,06$, $F(75) = 0,02$. Таким образом, максимальное количество соли (NaCl) в твердой фазе наблюдается при температуре 75 °C (Таблица 1).

Таким образом, оптимальными условиями для наибольшего выделения в твердую фазу индивидуального NaCl из его смеси с $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ являются: концентрация HCl в растворе – 33% (мас.), температура – 75°C.

Список литературы:

- 1) Безымянова Ю.А., Скиба Г.С., Воскобойников Н.Б. Кристаллизационное разделение хлоридов натрия и циркония в солянокислых средах./Материалы Международной конференции "Комплексная переработка нетрадиционного титано-редкометалльного и алюмосиликатного сырья. Современное состояние и перспективы" 4-8 апреля 2006 г, - Апатиты: изд. Кольского научного центра 2006. С.21-24.
- 2) Безымянова Ю.А., Скиба Г.С. Оптимизация кристаллизационного разделения оксихлорида циркония и хлорида натрия из солянокислых растворов./Материалы Международной научно-техн. конф-ции "Наука и образование 2007" [Электронный ресурс]/Мурманск: МГТУ.2007. С. 399-403.
- 3) Безымянова Ю.А., Скиба Г.С. Система $\text{NaCl} - \text{ZrOCl}_2 - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$ (разрез 33%) при 25 и 50 °С./Материалы научно-практической конференции в рамках всероссийской научной конференции с международным участием «Научные основы химии и технологии переработки комплексного сырья и синтеза на его основе функциональных материалов» и СНТК-2008 (МГТУ) Апатиты, 08-11 апреля, 2008г. «Научно-практические проблемы в области химии и химических технологий». С. 11-15.

ПРИМЕНЕНИЕ 3-АМИНОПРОПИЛТРИЭТОКСИСИЛАНА И 2-(АМИНОЭТИЛ)-3-(ТРИМЕТОКСИСИЛИЛ)ПРОПИЛАМИНА В СИНТЕЗЕ ЛИНЕЙНЫХ И ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ

Белова Л.О., Коробова Е.А., Гаврилова А.В., Кирилин А.Д.

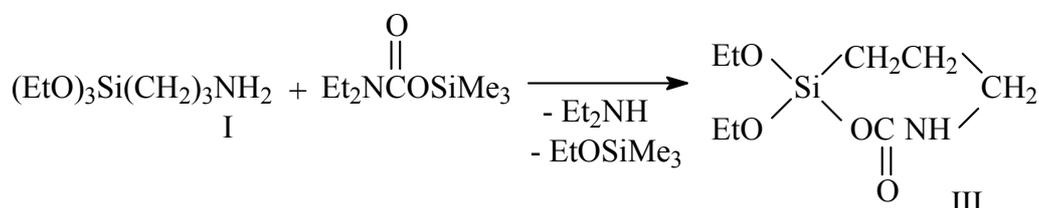
(Москва, Московская государственная академия тонкой химической технологии им. М. В. Ломоносова, кафедра химии и технологии элементоорганических соединений им. К.А. Андрианова, lya17@mail.ru)

Abstract. The reaction of the 3-aminopropyltriethoxysilan and the N-[2-(aminoethyl)-N-3-(trimethoxysilyl)]amin with trimethylsilylated ether of diethylcarbamim acid and trimethylsilylizocianate proceed via step of the intermolecular desilylation (the formation of the O-silylcarbamates) and via step of the intramolecular desilylation (the formation of the trimethylsilylated ureas), that result in the formation of the cycle products and the line products correspondently.

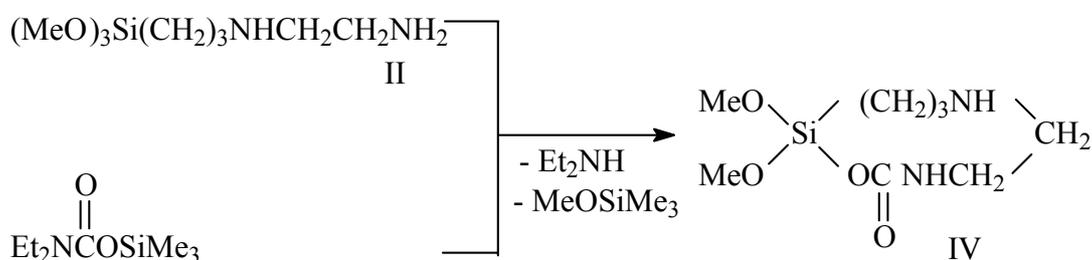
Ранее было показано, что карбаминоалкоксисиланы легко образуют гетероциклические соединения в результате реакций карбоксилирования и N-силоксикарбонилирования (1, 2).

Нами установлено, что с помощью 3-аминопропилтриэтоксисилана (I) и N-[2-(аминоэтил)-N-3-(триметоксисилил)пропил]амина (II) можно также получать гетероциклические продукты, используя реакцию переаминирования.

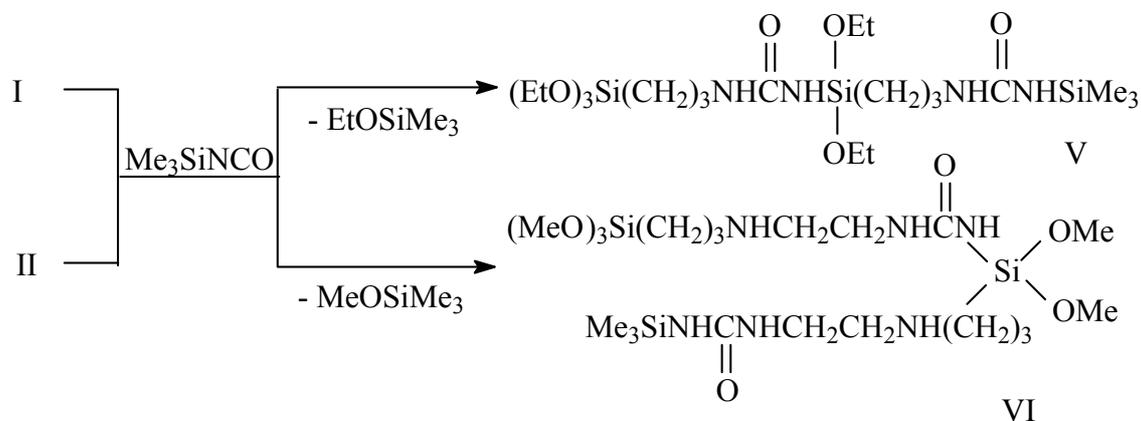
Так в случае карбаминосилана (I) был получен 1,1-диэтокси-1-сила-2-окса-4-азациклогептан-3-он (III).



Использование карбаминосилана (II) позволило синтезировать 2,2-диметокси-1,6,9,2-оксадиазасилекан (IV).



В тоже время оказалось, что взаимодействие карбаминосиланов (I и II) с триметилсилилизонатом приводит к получению линейных продуктов – бис-мочевин (V и VI).



Выделение в ходе реакций алкокситриметилсиланов и образование целевых продуктов (III – VI) указывает на то, что процесс в обоих случаях протекает через стадию десилилирования. В свою очередь, характер десилилирования определяется, по-видимому, типом функциональной группы, находящейся при атоме азота: наличие карбаматной группы приводит к внутримолекулярному десилилированию (О-силилуретаны III и IV), а амидной – к межмолекулярному десилилированию (бис-мочевины V и VI).

Список литературы:

- 1) Шелудяков В.Д., Кирилин А.Д., Миронов В.Ф. // ЖОХ. 1975. Т. 45. Вып. 3. С. 707.
- 2) Шелудяков В.Д., Кирилин А.Д., Гусев А.И., Шарапов В.А. // ЖОХ. 1976. Т. 46. Вып. 12. С. 2712.

ФЕРРИСУЛЬФИТ НАТРИЯ КАК СОПУТСТВУЮЩИЙ ПРОДУКТ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОЛИЗА НИКЕЛЯ

Васёха М.В.¹, Мотов Д.Л.² (¹ Мурманск, МГТУ, кафедра химии, Vasyoha@rambler.ru; ² Апатиты, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья КНЦ РАН им. И.В. Тананаева, motov@chemy.colasc.net.ru)

Abstract. Nickel electrolis it is accompanied by allocation of the accompanying products one of which is ferrous cake. As a result of sulphitic processing ferrous cake are formed sodium ferrisulfites, which structure structure depends on a parity of initial reagents. At system $\text{FeCl}_2 - \text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ studying it is established, at a various parity of reagents there is a formation феррисульфитов sodium of following structure: $\text{NaHFe}_2(\text{SO}_3)_3$, $\text{Na}_2\text{HFe}_5(\text{SO}_3)_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaHFe}_5(\text{SO}_3)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaFe}_5\text{O}_{0,5}(\text{SO}_3)_5 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – the precursor of an iron color.

Электролиз никеля сопровождается предварительной очисткой никелевого электролита, содержащего примеси меди, железа и кобальта. Выделение железа из электролитных растворов проводится при окислении Fe(II) до Fe(III) с его последующим гидролитическим осаждением в виде малорастворимого аморфного $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Образование гидроксида железа(III) осуществляется при повышении pH за счет введения карбоната никеля в кислый раствор. Отделенный путем фильтрации осадок представляет собой железистый кек. Его многократно репульпируют сернокислым раствором с последующей фильтрацией и промывкой, после чего сбрасывают в отвал (1). Поэтому конверсия железистого кека является важной задачей для производств, где побочными продуктами являются железогидратные отходы.

В работе (2) нами была предложена технологическая схема сульфитной переработки железистого кека в железооксидный пигмент. Также показано (3), что взаимодействие трех молей Na_2SO_3 с одним молем $\text{Fe}(\text{OH})_3$, приводит к практически полному осаждению Fe(II) в виде сульфита при этом два моля Na_2SO_3 расходуются на восстановление Fe(III) до Fe(II) и только 1 моль Na_2SO_3 выполняет функцию осадителя. Для определения состава образующегося сульфитного продукта в зависимости от pH и соотношения реагентов, целесообразным является изучение системы $\text{FeCl}_2 - \text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{H}_2\text{O}$.

Система изучена при 25 °C по семи разрезам с молярным отношением (м.о.) $\text{Na}_2\text{SO}_3 : \text{FeCl}_2$ 5:1, 5:2, 5:3, 5:5, 5:10, 5:15 при включении на каждом разрезе шести точек со значениями pH в диапазоне 1,5 - 4,0 с интервалом 0,5 ед. Всего взято для исследования 42 точки.

При составлении системы $\text{FeCl}_2 - \text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ применяли растворы хлорида железа(II) и сульфита натрия Na_2SO_3 с молярными концентрациями 0,18 моль/л. Раствор FeCl_2 добавляли к раствору Na_2SO_3 и в смесь вводили 1М раствор серной кислоты или гидроксида натрия для достижения определенного значения pH - от 4,0 до 1,5 с интервалом 0,5. Причем, серная кислота и гидроксид натрия не являются компонентами системы, так как они не участвуют в фазообразовании.

Последовательность введения компонентов при формировании системы имеет существенное значение. Добавление раствора Na_2SO_3 с высоким значением pH к раствору FeCl_2 с pH в кислой области сопровождается обильным выделением SO_2 и изменением состава системы. При введении FeCl_2 к раствору Na_2SO_3 , выделение оксида серы(IV) составляет менее 2% при самом низком значении pH, равном 1,5, а при pH 4,0 это выделение составляет около 0,1%.

На разрезах с м.о. $\text{Na}_2\text{SO}_3 : \text{FeCl}_2 \geq 5:5$ вводили только серную кислоту, причем на разрезе с м.о. $\text{Na}_2\text{SO}_3 : \text{FeCl}_2 = 5:5$ точка с pH 4,0 получена без введения серной кислоты. На разрезах с м.о. $\text{Na}_2\text{SO}_3 : \text{FeCl}_2 \leq 5:5$ вводили для точек с pH > 3 раствор NaOH, а с pH ≤ 3 - раствор H_2SO_4 . Точка разреза с м.о. $\text{Na}_2\text{SO}_3 : \text{FeCl}_2 = 5:10$ для pH = 3 реализована без введения серной кислоты или гидроксида натрия.

Смесь перемешивали и выдерживали некоторое время до окончания образования осадка. Суспензию фильтровали на воздухе. Осадок грязно-зеленого цвета с поверхности приобретал бурю окраску вследствие окисления Fe(II) до Fe(III) кислородом воздуха.

В фильтрате определяли концентрацию ионов SO_3^{2-} иодометрическим титрованием, Na₂O - атомно-эмиссионным, Fe - атомно-абсорбционным методами.

Состав жидкой фазы резко меняется при переходе от смесей выше эквимольных к ниже эквимольных от м.о. $\text{SO}_3^{2-} / \text{Fe}^{2+}$ 16:1 до 0,04:1.

Твердые фазы отфильтровывались, промывались водой, смесью воды со спиртом, спиртом, высушивались на воздухе при 80 °С и анализировались по тем же компонентам. Кристаллизационная вода определялась термогравиметрическим методом.

Кристаллооптический анализ твердых фаз проводился на микроскопе Leica с применением иммерсионных жидкостей. Рентгенограммы записывались на дифрактометре ДРОН-2 с графитовым монохроматором с неотфильтрованным Си-излучением. ИК-спектры записывались на спектрометре Spacol M-80 в области частот 400 - 3800 см⁻¹ пресованием таблеток с KBr.

Показано, что в системе с Fe(II) происходит образование феррисульфитов натрия следующего состава: $\text{NaHFe}_2(\text{SO}_3)_3$, $\text{Na}_2\text{HFe}_5(\text{SO}_3)_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaHFe}_5(\text{SO}_3)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaFe}_5\text{O}_{0,5}(\text{SO}_3)_5 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Разграничена область седиментации этих соединений и дана их характеристика.

Феррисульфит натрия является прекурсором по отношению к пигментному оксиду железа(III). Пигментные свойства получаемого по сульфитной технологии оксида зависят от состава прекурсора.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 09-08-90701-моб_ст).

Список литературы:

- 1) Мотов Д.Л., Васёха М.В. Железистый кек и проблемы его утилизации – Апатиты: Изд. Кол. Науч. Центра РАН. – 2007. – 51с.
- 2) Мотов Д.Л. Васёха М.В. Система $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{SO}_4)\text{-Na}_2\text{SO}_3\text{-H}_2\text{O}$ как основа конверсии железистого кека // Журн. неорган. химии. – 2004. – Т.49, №10. – С. 1742.
- 3) Мотов Д.Л., Васёха М.В. // ДАН 2004. Т.397, №1. с. 61-63.

О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ХВОЩА ПОЛЕВОГО (*EQUISETUM ARVENSE L.*)

Шавырина О.А.¹, Введенская И.В.², Цветкова Е.Е.² (Тула, ¹ ТГУ, кафедра Химии, ² ТГПУ им. Л.Н.Толстого, кафедра Общеобразовательных дисциплин, ivv@tula.net)

Abstract. The given research allows to specify a chemical composition of the widespread plant of the central regions of Russia - a horsetail (*Equisetum arvense L.*). A big group of biologically active substances of the organic nature and microelements is found with the help of modern physical and chemical methods of research. The significant amount of silicon in the form of silicon acids, alkyl- and arylethers of silicon acid and siloxanes is fixed. It is proved that the components of the organic extract are so strongly connected with silicate basis by chemisorptive bonds that they do not break up even at exhaustive extraction. These data are well coordinated with the notion of polysilicon acids mesh texture.

Несмотря на продолжительную историю использования хвоща полевого (*Equisetum arvense L.*) народной медициной и официальной фитотерапией, детализированные сведения о его химическом составе практически отсутствуют.

Задачей настоящего исследования была необходимость восполнения данного пробела на основе данных, полученных с помощью современных физико-химических методов анализа (спектрокопии в ИК, УФ- и видимой области, хромато-масс-спектрометрии, эмиссионного, спектрального анализа). Объектами исследования были бензольно-этанольный (1:1) экстракт сухой травы хвоща полевого и остаток после исчерпывающей экстракции.

Методом хромато-масс-спектрокопии [хроматограф 6869N Agilent Technologies, колонка кварцевая капиллярная OV-101 (50м × 0,25 мм), режим программирования температуры – 120 °С(5 мин) – 10 °С /мин – 280 °С (10мин), детектор масс-селективный 5973N) в составе бензольно-этанольного экстракта были идентифицированы n-алканы (до C₃₀), разветвленные алканы, небольшие количества алкенов (C₁₄ - C₂₀), уксусная кислота, диэтилсульфид, бензоил-бромид, диэтиловый эфир D-арабинозы; этилформиат, молочная кислота; ментенон (0,18%); этиловый эфир 2-гидроксибензойной кислоты (0,24%); 3-метоксианилин (0,80%); гексакозанол (0,97%); 2-этил-3,5-диизопропилбензол (0,48%); о-фталевая кислота (0,99%); мегастигматриенон-2 (0,55 %); геролидоацетат (0,21%); 9-метилакридин (0,25%), 14β-н-прегнан (0,07%); этилтетрадеcanoат (0,07%); неофитадиен (2,59%); 2,6,10-триметилнеофитадиен (1,16%); этилгексадеcanoат (0,04%); n-гексадекановая кислота (2,7%); 9,12-октадиеновая кислота (1,94%); фитол (4,53%), 7,11-гексадекадиен-1-ол-ацетат (2,6%); этиллинолеат (4,85%), этилстеарат (1,53%), 10,12-гексадиен-1-ол-ацетат (0,57%), дегидроабиетиновая кислота (1,72%); n-ментенон (0,77%), 2-додеканон (1,46%) пиридин-3-карбоксамид (1,63%), октилпальмитат (0,96%); 2-этилакридин (1,32%), α-токоферол (витамин E) (0,98%), 5-метил-2-фенилиндомезин (0,75%); 4-метил-2-фенилиндол (0,50%), метилированные силоксаны (0,94%).

Особое внимание привлекло изучение форм связи кремния в составе хвоща, ввиду того, что хвощ своеобразный чемпион среди растений – концентраторов данного элемента. В литературе удалось найти лишь а рiuорi упоминания о том, что кремний связан в форме кремнезема и кремниевой кислоты.

Эмиссионный спектральный анализ зольного остатка экстракта показал наличие Si и Al в качестве основы; Ca, Mg, Na, K (основные элементы); B, Mn (значительные примеси); Ti, Zn, Cu, Ag (незначительные примеси), следы Mo.

Методом двухмерной ТСХ на пластинках с микрокристаллической целлюлозой (элюент - хлороформ, длина пробега по 150 мм во взаимноперпендикулярных направлениях) выявлено 13 пятен. После проявления ТСХ-пластин селективными реагентами, снятия спектров в ИК-, УФ/ВИС-областях, эмиссионного спектрального анализа идентифицированы насыщенные и ненасыщенные карбоновые кислоты, следы трех производных терпенов, и зафиксирована значительно повышенная по сравнению с фоновой концентрация Si в области пятен на ТСХ-хроматограммах №№ 3 и 7 (соответственно $R_f = 0,24$ и $0,46$) в ИК-спектрах этих веществ идентифицированы:

- широкая п.п. в диапазоне валентных колебаний O-H $3200-3400\text{ см}^{-1}$, наряду с сериями п.п. средней интенсивности в области деформационных колебаний O-H $830-950\text{ см}^{-1}$, характерные для Si-OH-фрагментов кремниевых кислот;

- сочетание интенсивного поглощения $1077-1100\text{ см}^{-1}$ на длинноволновом крыле основной п.п. $1-77\text{ см}^{-1}$ характеризует Si-OR фрагменты, причем, для пятна № 3 R-алифатические, для пятна № 7 – R-ароматические фрагменты.

- набор п.п. $1700-1770$; $1190-1250$; $1000-1050$; $925-970\text{ см}^{-1}$ характерен для эфиров кремниевых кислот.

Совокупность данных хромато-масс-спектрометрии, ТСХ, ИКС, эмиссионного спектрального анализов позволяет утверждать, что кремний в основе хвоща полевого находится не только в форме кремниевых кислот, но и алкил- и арилэфиров кремниевой кислоты, а также силоксанов.

Вполне очевидно, что часть компонентов органического экстракта настолько прочно связана с кремнекислотой основной прочными хемосорбционными связями, что связи не разрушаются даже при исчерпывающей экстракции. Это хорошо согласуется с представлениями о сетчатой структуре поликремниевых кислот.

Полученные данные весьма интересны в связи с недавно выявленной ролью кремния в обменных процессах человеческого организма, при нарушениях кремниевого баланса, в результате которого возникают заболевания зубов, костных тканей, атеросклероз, диабет, гепатит, туберкулез. Уникальное сочетание в составе хвоща полевого растворимых (эфиры низкомолекулярных кремниевых кислот, силоксаны) и нерастворимых (поликремниевые кислоты и их эфиры) форм кремния придает ему особую фармакологическую ценность: с одной стороны – прекрасный адсорбент, с другой - источник растворимого кремния.

Следует отметить, что для рациона питания современного городского человека характерен дефицит кремния в силу преобладания рафинированных и очищенных продуктов. Поэтому следует подумать о хвоще как о дополнительном источнике кремния и включении его в рацион питания в виде салатов, заправок для первых блюд и т.п.

СИНТЕЗ О-СИЛИЛУРЕТАНОВ С ПОМОЩЬЮ N, N'-БИС(ТРИМЕТИЛСИЛИЛ)КАРБОДИИМИДА

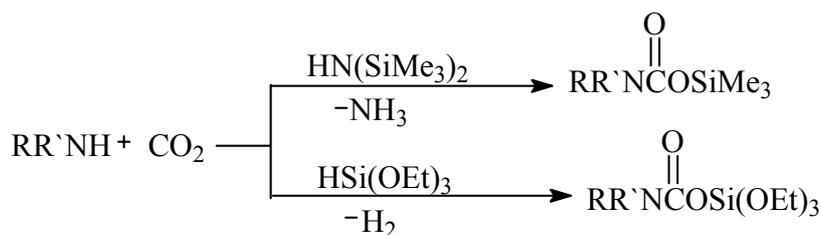
Гаврилова А.В., Ухова У.Ю., Шамина М.Г., Литова О.А.,
Арзуманян А.В., Кирилин А.Д. (Москва, МИТХТ им. М.В. Ломоносова,
кафедра химии и технологии элементоорганических соединений
им. К.А. Андрианова, aleksandra.gavrilova@rambler.ru)

Abstract. It was developed the method of synthesis of O-silylurethanes by the reaction of N-siloxycarbonylurethanes. Bis(trimethylsilyl)carbodiimide and carbon dioxide system is used as beginning reagent.

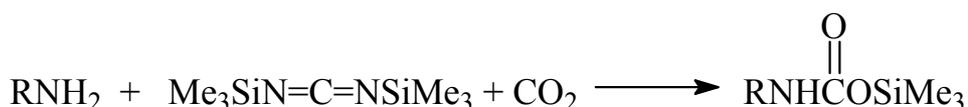
Силиловые эфиры карбаминовых кислот (О-силилуретаны) находят широкое применение в качестве исходного сырья в основном органическом синтезе и как вулканизующие агенты силиконовых каучуков (1).

Обычно О-силилуретаны получают с помощью реакций N-силоксакарбонилирования азотсодержащих соединений (2, 3).

При этом в качестве N-силоксакарбонилирующего реагента используют систему диоксид углерода / гексаметилдисилазан (4) или диоксид углерода / гидридсилан (5).



Нами установлено, что в качестве N-силоксакарбонилирующего реагента можно использовать совершенно новую систему диоксид углерода / N,N'-бис(триметилсилил)карбодиимид.



Список литературы:

- 1) Кирилин, А.Д. Прикладное использование кремнийорганических уретанов / А.Д. Кирилин, В.Д. Шелудяков, Е.Г. Горлов, В.Ф. Миронов.- М.: НИИТЭХИМ, 1979.- 46 с.
- 2) Кирилина, Н.И. Двуокись углерода в химии кремнийорганических соединений / Н.И. Кирилина, В.Д. Шелудяков, А.Д. Кирилин, В.Ф. Миронов.- М.: НИИТЭХИМ, 1980.-
- 3) 43 с.
- 4) Кирилин, А.Д. N,N-диметилгидразин как сырье при получении кремнийорганических продуктов. Синтез, свойства и методы анализа / А.Д.

- Кирилин, А.А. Докучаев, Н.Б. Сокова, А.В. Пацкевич, Е.А. Чернышев // ЖОХ.- 2000.- Т. 70.- Вып. 1.- С. 51.
- 5) Шелудяков, В.Д. Новый способ получения О-силилуретанов / В.Д. Шелудяков, А.Д. Кирилин, В.Ф. Миронов // ЖОХ.- 1975.- Т. 45.- Вып. 2.- С. 479.
- 6) Кирилин, А.Д. Взаимодействие гидридсиланов с диоксидом углерода и вторичными аминами или силиламинами / А.Д. Кирилин, А.А. Докучаев, И.Н. Менчайкина, Е.В. Семенова, Н.Б. Сокова, Е.А. Чернышев // Изв. АН. Сер. хим.- 1999.- № 9.- С. 2192.

ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ В ЛЕКАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ «ИБУПРОФЕН – НИКОТИНАМИД»

Жнякина Л.Е., Ткаченко М.Л., Шарипова С.Х., Муса Мохамед Амин
(Самара, Самарский государственный медицинский университет, кафедра химии фармацевтического факультета, si5w1245@yandex.ru)

Abstract. Data of investigation of solid phase interactions in the drug system “Ibuprofen-Nicotinamide” are given. The melting diagram has been attributed to systems with a forming compound. The melting point of the dystectic is 90 °C. The eutectics of secondary systems are accordingly displayed at ratio 74 : 26 mol. % with melting point 61 °C, and at ratio 82 : 18 mol. % with melting point 82 °C.

Исследования твердофазных взаимодействий, имеющих место в твердых лекарственных дисперсиях, каковыми являются практически все твёрдые лекарственные формы (таблетки, гранулы, драже и т.д.) остаются актуальными до настоящего времени. Твёрдофазные взаимодействия сопровождают лекарство на всех этапах его существования: от производства до транспортировки, хранения и использования данного средства. Часто в твердых лекарственных формах сложного состава между компонентами в той или иной мере реализуется эвтектический тип физико-химического взаимодействия, что, однако, остаётся незамеченным. Между тем поведение лекарственных веществ в составе твёрдых лекарственных форм в организме человека проявляется порой непредсказуемо или, по крайней мере, в заметной степени отличается от свойств индивидуальных веществ.

В настоящей работе приводятся данные изучения фазовых равновесий в твердой дисперсной системе «ибупрофен – никотинамид».

Ибупрофен (*Синонимы:* Бруфен, Долгит, Нурофен) является одним из современных нестероидных противовоспалительных средств. Обладает противовоспалительной, анальгетической и умеренной жаропонижающей активностью. В то же время он относится к соединениям, практически нерастворимым в воде (1), что создает определенные проблемы в обеспечении биодоступности, в частности, в скорости достижения необходимой терапевтической концентрации в крови. Ранее было показано (2), что если трудно растворимый компонент в твёрдой дисперсии находится в эвтектическом соотношении с гидрофильным веществом, то происходит существенное увеличение его растворимости.

Никотинамид (Амид никотиновой кислоты) по строению и действию близок к никотиновой кислоте и наравне с нею рассматривается как витамин РР, легко растворим в воде, что и обусловило выбор его в качестве составляющего бинарной системы. Кроме того, никотинамид обладает термической устойчивостью в исследуемом диапазоне температур, а также биосовместимостью с ибупрофеном.

Исследования фазовых равновесий проводили на дифференциальном сканирующем калориметре ДСК-500 (3) в режиме нагревания с выводом результатов исследования на дисплей. Установка обеспечена пакетом прикладных программ для автоматической обработки результатов эксперимента (4).

Составы для термоаналитических исследований готовили во всем диапазоне соотношений через 2 – 0,5 мольных процентов путем растирания в ступке рассчитанных масс исходных веществ с добавлением небольшого количества спирта до полного его испарения. По кривым нагревания строили диаграмму состояния исследуемой системы. Для уточнения точек ликвидуса и солидуса диаграммы

использовались результаты визуально-политермического анализа (ВПА) для аналогичных составов. Температура термоэффекта в этом случае определялась визуально в момент начала плавления и в точке исчезновения последних кристаллов, что характеризовалось наступлением прозрачности плава. Измерения проводили при помощи стандартного прибора для определения температуры плавления (5). Полученные результаты ВПА согласовывались с экспериментальными данными ДСК.

Как показывает термограмма физической смеси ибупрофена и никотинамида в мольном соотношении 1 : 1 (рис. 1), приготовленной путём растирания компонентов в ступке, эндотермический термоэффект плавления ибупрофена (с определённой температурной депрессией) плавно переходит в экзоэффект с энергией примерно 14 Дж/г, который, очевидно, связан с выбросом энергии начинающейся в этот момент реакции солеобразования как следствие появления полярной среды (расплава).

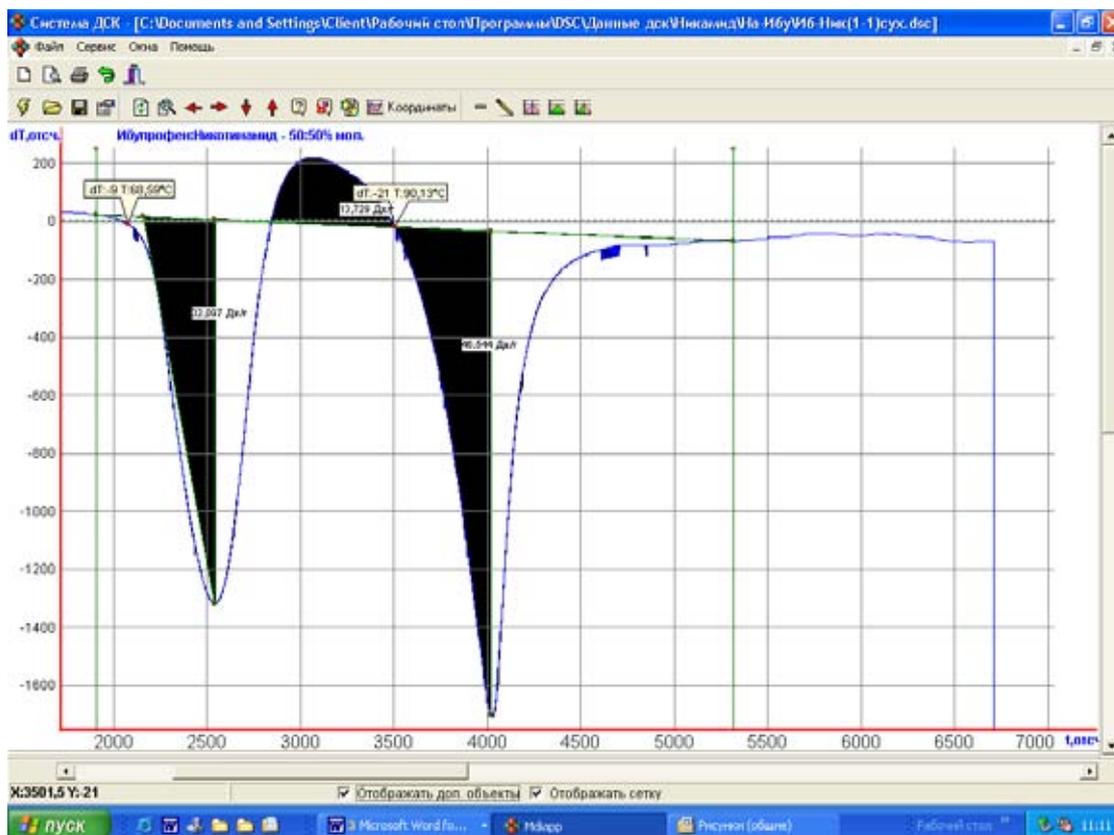


Рис. 1. ДСК – термограмма механической смеси (всухую) равных мольных частей ибупрофена и никотинамида. Навеска образца 11,8 мг; скорость сканирования 8 градусов в минуту.

Высказанное предположение подтверждается термограммой такой же смеси, но приготовленной перетиранием в ступке указанных компонентов под слоем спирта этилового до полного его испарения. Как видно из рис.2, термограмма данной смеси не содержит никакого отклонения дифференциальной кривой до 90 °С поскольку солеобразование в полярной спиртовой среде к этому моменте уже завершено. Лишь после этого начинается эндотермический пик, характерный для образовавшегося солеподобного соединения ибупрофена с никотинамидом, названного нами «ибуникамидом». Точно такой же вид имеет термограмма, полученная в результате повторного сканирования предыдущего образца.

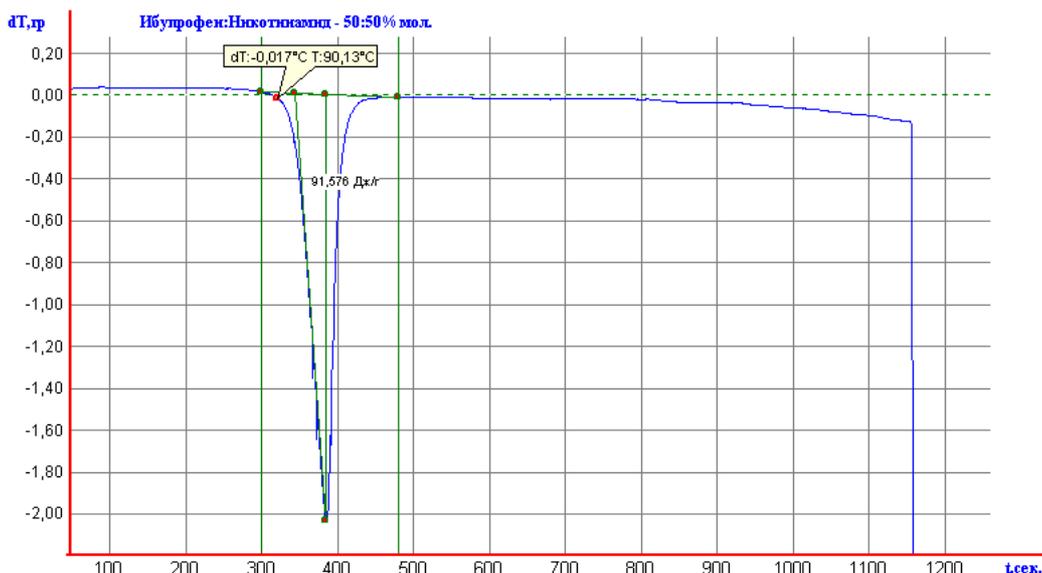


Рис. 2. ДСК – термограмма механической смеси под слоем спирта этилового (с последующим его испарением) равных частей ибупрофена и никотинамида. Навеска образца 12,0 мг; скорость сканирования 8 градусов в минуту.

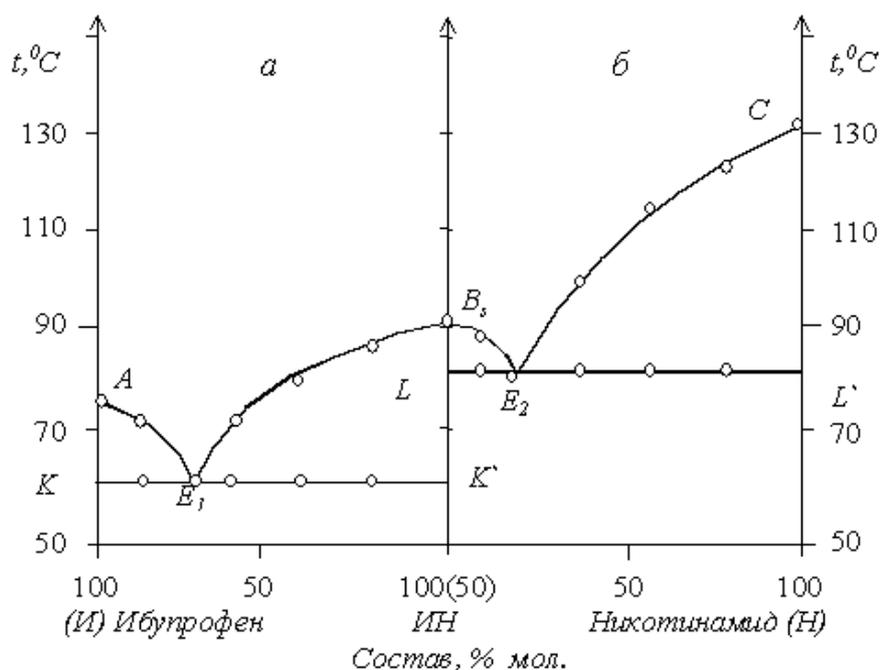


Рис. 3. Диаграмма состояния (плавкости) двойной первичной системы «Ибупрофен (И) – Никотинамид (Н)» и вторичных систем: образовавшегося соединения «ибупрофен – ибуникамид (ИН)» (а) и «ибуникамид (ИН) – никотинамид» (б). По оси абсцисс (барицентрическая, тройная): в системе отношений И:Н, И:ИН и ИН:Н) – состав, % мол.; по оси ординат – температура, градусы Цельсия.

Таким образом бинарная система «ибупрофен – никотинамид» относится к системам с образованием химического соединения (в данном случае – соли), поэтому такая диаграмма составлена как бы из двух вторичных: а и б, которые в свою очередь относятся к простым эвтектикам (с эвтектическими точками E_1 и E_2 , рис. 3).

Барицентрическая шкала составов (ось абсцисс) по сути является трёхзначной: в системе отношений $I : H$, $I : IH$ и $IH : H$, выраженных в мольных процентах. Положение третьей оси ординат на шкале составов в системе $I : H$, разделяющей вторичные диаграммы a и b , соответствует мольному составу ибупрофен – никотинамид 1 : 1. Этот состав характеризуется образованием соединения IH с температурой плавления $90\text{ }^{\circ}\text{C}$, которое, скорее всего, частично диссоциирует при температуре его плавления. Фигуративная точка B_s на диаграмме соответствует *дистектике* системы «ибупрофен – никотинамид».

Таким образом, установлено, что при мольном соотношении ибупрофена с никотинамидом 1 : 1, происходит образование соединения, названного нами *ибуникамид*, с температурой плавления $90\text{ }^{\circ}\text{C}$, которое в свою очередь взаимодействует с исходными веществами – ибупрофеном и никотинамидом по типу простых эвтектик.

Для вторичных систем «*ибупрофен – ибуникамид*» и «*ибуникамид – никотинамид*» определены параметры точек невариантного равновесия. Эвтектики указанных вторичных систем реализуются соответственно при соотношениях 74 : 26 (± 1) мол. % с температурой плавления $61\text{ }^{\circ}\text{C}$ (E_1) и 82 : 18 (± 1) мол. % с температурой плавления $82\text{ }^{\circ}\text{C}$ (E_2).

Список литературы:

- 1) Машковский, Д.М. Лекарственные средства, 15-е изд., перераб., испр. и доп. / Д.М. Машковский. – М.: Новая волна, 2006. – 1206 с.
- 2) Влияние физико-химического взаимодействия на растворимость салициламида в твердых гидрофильных дисперсиях на основе трисамина / М.Л. Ткаченко, Л.Е. Жнякина, С.В. Первушкин, Ю.В. Мощенский // Хим.- фармац. журн. – 2004. – Т. 38. – № 12. – С. 30-31.
- 3) Мощенский, Ю.В. Дифференциальный сканирующий калориметр ДСК- 500 / Ю.В. Мощенский // Приборы и техника эксперимента. – 2003. – № 6.– С. 143-144.
- 4) Федотов, С.В. Интерфейсное программное обеспечение DSC Tool. Руководство пользователя / С. В. Федотов. – Самара: СамГТУ, 2002. – 32 с.
- 5) Определение температуры плавления // Государственная фармакопея СССР: вып. 1. Общие методы анализа. – 11-е изд. – М., 1987. – С. 16-20.

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ЭМУЛЬСИЙ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ БЫЧИМ СЫВОРОТОЧНЫМ АЛЬБУМИНОМ В ПРИСУТСТВИИ ПАВ

Кукушкина А.Н., Деркач С.Р. (Мурманск, Мурманский государственный технический университет), кафедра химии, anast_kukushkina@mail.ru)

Abstract. The stability and colloid-chemical properties of model emulsions containing bovine serum albumin (BSA) and ionic and non-ionic surfactants have been studied in the wide range of the component molar ratios. Increase in surfactant concentration leads to decrease rheological parameters (viscosity, yield stress, elasticity) of emulsions because of protein displacement from the adsorption layers by surfactant.

Создание высококонцентрированных эмульсионных систем, необходимых для производства на их основе разнообразных пищевых продуктов, является актуальной проблемой современной коллоидной химии. Обычно для стабилизации таких эмульсий используются высокомолекулярные ПАВ – белки, в том числе альбумины, причем достаточно часто они применяются в смесях с низкомолекулярными ПАВ.

В ряду показателей, характерных и важных для высококонцентрированных эмульсий, является их устойчивость и реологические свойства, которые определяют не только технологические параметры процессов, связанные с получением, хранением, транспортировкой и применением эмульсий, но и показатели качества эмульсионных продуктов.

В литературе способы получения высококонцентрированных эмульсий, стабилизированных смесями альбумина с низкомолекулярными ПАВ, и их свойства представлены весьма скудно, что, видимо, связано со сложностью самой системы и обеспечения формирования факторов ее устойчивости.

Известно, что белки и их смеси с низкомолекулярными ПАВ обладают синергетическими свойствами и при их определенных соотношениях устойчивость разбавленных коллоидных систем возрастает. Представлялось целесообразным выяснить возможность получения в присутствии этих смесей ПАВ высококонцентрированных эмульсий, что позволило бы улучшить качество создаваемых продуктов.

Таким образом, целью работы являлось получение высококонцентрированных эмульсий, стабилизированных смесями белка с низкомолекулярными ПАВ различной природы, изучение их устойчивости и реологических свойств, а также установление возможности регулирования реологических свойств эмульсий путем изменения состава стабилизатора в межфазных слоях. В качестве белка использовали бычий сывороточный альбумин (БСА), который, как и многие белки, обладает уникальной способностью к избирательному связыванию низкомолекулярных веществ.

В соответствии с поставленной целью в работе проведено комплексное исследование коллоидно-химических свойств смесей БСА с катионными, анионными и неионными ПАВ в широком интервале их массовых соотношений. В качестве низкомолекулярных ПАВ использовались катионные ПАВ хлорид октадекил-бис – (2-гидроксиэтил)-метиламмония (ОДМАХ) ($C_{23}H_{48}O_2NCl$), бромид цетилтриметиламмония (ЦТАБ) ($C_{19}H_{42}NBr$), хлорид цетилпиридиния (ЦПХ) ($C_{21}H_{38}NCl$), анионное ПАВ додецилсульфат натрия (ДСН) ($CH_3(CH_2)_{11}OSO_3Na$), неионное ПАВ Твин-80 (полиоксиэтилен(20)сорбитан моноолеат).

Использовали следующие методы исследования: метод флуоресценции для изучения комплексообразования между белком и ПАВ, метод Вильгельми и эллипсометрии для изучения термодинамических и структурных параметров адсорбционных слоев, метод сдвиговой поверхностной реологии для определения реологических свойств межфазных слоев, и методы объемной реологии для изучения реологических свойств высококонцентрированных эмульсий.

В работе установлен интервал молярных соотношений альбумина и ПАВ различной природы, при котором высококонцентрированные эмульсии устойчивы к коалесценции.

Показано образование ассоциатов БСА-ПАВ в объеме водной фазы, рассчитаны константы равновесия, коэффициенты кооперативности и максимальное число связанных молекул ПАВ. Изучены поверхностные свойства образующихся комплексов белок-ПАВ. Увеличение молярного соотношения $[\text{ПАВ}]/[\text{БСА}]$ приводит к уменьшению прочности и упруго-вязких свойств межфазных адсорбционных слоев. Найдено критическое молярное соотношение компонентов, при котором стабилизирующие слои теряют упругость и вязкость уменьшается на 4-6 порядков. Показана возможность регулирования устойчивости концентрированных эмульсий и изменения их реологических свойств за счет формирования комплексов БСА-ПАВ.

Эмульсии проявляют упруго-вязкое поведение при сдвиговом деформировании и характеризуются существованием предела текучести. При напряжениях незначительно превышающих предел текучести на кривых течения присутствует область наибольшей ньютоновской вязкости, значения которой уменьшаются при увеличении концентрации ПАВ в смеси с белком. При течении под действием высоких напряжений сдвига системы ведут себя как неньютоновские жидкости.

С увеличением концентрации ПАВ сдвиговая прочность эмульсий (предел текучести) понижается по сравнению с эмульсиями, стабилизированными БСА без ПАВ. Таким образом, повышение концентрации низкомолекулярного ПАВ в системе приводит к уменьшению вязкости эмульсий и изменению состава межфазных стабилизирующих слоев на межфазной поверхности вследствие вытеснения белка и замены его низкомолекулярным ПАВ в процессе конкурентной адсорбции.

Установленные закономерности изменения устойчивости и реологического поведения эмульсий могут являться основой для разработки композиций устойчивых упруговязких эмульсионных систем, стабилизированных белками и ПАВ, для пищевой биотехнологии.

СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПАНКРЕАТИЧЕСКОГО ГИДРОЛИЗАТА ИЗ КРЕВЕТКИ

**Кучина Ю.А.¹, Дубровин С.Ю.¹, Коновалова И.Н.¹,
Молчановская Т.И.²** (Мурманск, ¹ МГТУ, кафедра ТПП; кафедра химии;
² ФГУ "Мурманский ЦСМ")

Аннотация. Получен ферментативный белковый гидролизат электрохимическим способом из некондиционной креветки. Показана возможность его использования в качестве основы для приготовления микробиологических питательных сред.

В последние годы увеличилось потребление хитина и его производных, поэтому проблема переработки хитинсодержащего сырья с максимальным использованием всех его полезных компонентов является актуальной. Известно, что в хитинсодержащем сырье хитин связан с белками и минеральными веществами и выделение его основано на извлечении белковых и минеральных компонентов, переводе их в растворимое состояние с последующим удалением. Ферментативная обработка хитинсодержащего сырья позволяет получить белковые гидролизаты одновременно с депротенизацией хитина, при этом сохраняются природные (функциональные) свойства белковой молекулы.

В данном сообщении обсуждаются результаты панкреатического гидролиза некондиционной креветки с помощью электролиза водного раствора неорганического электролита с целью получения белкового гидролизата. Приведен химический состав гидролизата и изучена возможность его использования в качестве компонентов микробиологических питательных сред.

Экспериментальная часть

Ферментативные гидролизаты из некондиционной креветки были получены в лабораторных условиях электрохимическим способом (1), который состоит из следующих операций: измельчение сырья; смешение с раствором электролита (1 % раствором NaCl) в массовом соотношении 1:1; ферментативный гидролиз белоксодержащего сырья в катодной ячейке электролизера в течение 6 часов при температуре 48-50 °С и рН=7.8 - 8.0; доведение величины рН гидролизата до значений 4.4 – 4.5 в анодной ячейке электролизера; термоинактивация фермента при нагревании гидролизата до 100 °С; отстаивание гидролизата в течение 12 часов; отделение негидролизованного сырья и веществ липидной природы с помощью фильтрации; доведение величины рН до нейтральных значений; фильтрация и сушка.

Гидролиз белоксодержащего сырья проводили в электролизере при постоянном перемешивании и плотности тока 300-400 А/м². Электролизер представляет собой емкость с двумя угольными электродами, в которой анодная и катодная части разделены мембраной (1).

В качестве сырья использовали некондиционную креветку. Гидролиз проводили в присутствии ферментного препарата - панкреатина с активностью 8*USP – 200 ед. производства США.

Для фильтрации использовали фильтровальную ткань – бельтинг и бумажные фильтры «белая лента». Величину рН растворов определяли с помощью универсального иономера ЭВ-74.

Эффективность процесса ферментализации определяли по степени гидролиза, которую рассчитывали как отношение аминного азота к общему азоту ($N_{ам}/N_{об}$, %).

Химический анализ панкреатического гидролизата из креветки проводили в соответствии с ГОСТ 7636-85. Определяли содержание хлорида натрия, общего ($N_{об.}$), аминного ($N_{ам.}$) и небелкового ($N_{нб.}$) азота.

Оценку пригодности электрохимического панкреатического гидролизата из некондиционной креветки для использования его в составе микробиологических питательных сред проводили в соответствии с требованиями ФС 42-3378-97 в микробиологической лаборатории ФГУ «Мурманский ЦСМ».

Обсуждение результатов

Результаты изучения общего химического состава панкреатического гидролизата из некондиционной креветки, полученного по ферментативной электрохимической технологии представлены в таблице 1. Полученные данные сравнивали с требованиями, предъявляемыми к белковым гидролизатам, используемым для микробиологических целей (ТУ 480-00001927-27-93) (2,3).

Таблица 1. Химический анализ ферментативного белкового гидролизата из креветки, полученного по электрохимической технологии.

Показатель	Требование ТУ	Электрохимическая технология
$N_{об.}$ %	не менее 8,0	9,36
$N_{ам.}$ %	не менее 3,2	3,47
$N_{нб.}$ %	-	6,72
Степень гидролиза, %	не менее 25	37
NaCl, %	не более 20	13,3

Анализ данных таблицы 1 показал, что содержание аминного и общего азота в ферментативном электрохимическом гидролизате находится в области допустимых значений. Степень гидролиза в ферментативном электрохимическом гидролизате из креветки составляет 37 %, что соответствует высокой степени гидролиза белоксодержащего сырья, которая необходима для использования полученных гидролизатов в микробиологии, как компонентов для приготовления питательных сред (3,4).

Оценку пригодности электрохимического панкреатического гидролизата из креветки для использования его в составе микробиологических питательных сред проводили путем сравнения роста различных тест-культур. С этой целью полученный гидролизат был введен в состав сред, наиболее часто применяемых для культивирования и накопления различных микроорганизмов, а именно питательный агар и питательный бульон. Исследования проводили с использованием пяти тест-культур: *Staphylococcus aureus* Wood – 46, *Escherichia coli* 055 K59 3912/41, *Pseudomonas aeruginosa* 27/99, *Shigella flexneri* la 8516 и *Salmonella typhi* H – 901.

Качество питательного бульона на основе панкреатического гидролизата из креветки оценивали по следующим показателям: чувствительность к росту тест-культур; стабильность основных морфологических, культуральных, биохимических (образование индола и сероводорода) свойств; эффективность роста (выход биомассы с 1 см³ среды). В качестве контрольной питательной среды использовали коммерческий питательный бульон (ГРМ-бульон), биологическое качество которого регламентируется ФС 42-3378-97.

Результаты чувствительности тест-культур на испытуемых средах приведены в таблице 2.

Таблица 2. Биологические показатели питательного бульона, приготовленного на основе электрохимического панкреатического гидролизата из креветки и на основе коммерческого ГРМ-агара

Основа питательной среды	Кратность разведения	ТЕСТ - КУЛЬТУРЫ				
		<i>Escherichia Coli</i> 055 K59 3912/41	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 27/99	<i>Staphylococcus aureus</i> Wood-46	<i>Shigella flexneri</i> 1a 85/16	<i>Salmonella typhi</i> H-901
Электрохимический гидролизат из креветки	10 ⁻⁶	Рост	Рост	Рост	Индол	H ₂ S
	10 ⁻⁷	Рост	Рост	Рост	Индол	H ₂ S
	10 ⁻⁸	Рост	Рост	Рост	Индол	H ₂ S
Коммерческий ГРМ-агар	10 ⁻⁶	Рост	Рост	Рост	Индол	H ₂ S
	10 ⁻⁷	Рост	Рост	Рост	Индол	H ₂ S
	10 ⁻⁸	Рост	Рост	Рост	Индол	H ₂ S

Как видно из данных таблицы 2, питательный бульон, приготовленный на основе электрохимического панкреатического гидролизата из креветки, по чувствительности тест-культур не уступает коммерческому ГРМ-бульону. *Shigella flexneri* 1a 85/16 сохраняла свою протеолитическую активность и образовывала индол, соответственно *Salmonella typhi* H – 901 проявляла способность к образованию сероводорода.

Эффективность роста тест - культур или их всхожесть определяли на питательном агаре, для приготовления которого в качестве основы использовали панкреатический гидролизат из креветки. Для сравнения и контроля количества засеваемого материала параллельно делали посев на коммерческий питательный агар. В качестве тест-культур применяли *Staphylococcus aureus* Wood – 46, *Escherichia coli* 055 K59 3912/41, *Pseudomonas aeruginosa* 27/99.

Результаты посева тест-культур на питательный агар представлены в таблице 3.

Таблица 3. Сравнительная характеристика эффективности роста тест-культур на питательном агаре

Разведение и засеваемый объем	Коммерческий питательный агар		
	<i>Escherichia coli</i> 055 K59 3912/41	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 27/99	<i>Staphylococcus aureus</i> Wood – 46
10 ⁻⁶ / 0,1 см ³	6,4×10 ⁸	9,8×10 ⁸	7,4×10 ⁸
10 ⁻⁷ / 0,5 см ³	6,0×10 ⁸	3,2×10 ⁸	9,0×10 ⁸
10 ⁻⁸ / 1,0 см ³	15×10 ⁸	2,2×10 ⁸	5,7×10 ⁸
Всего	9,1×10 ⁸	5,0×10 ⁸	7,4×10 ⁸
	Питательный агар с электрохимическим гидролизатом из креветки		
10 ⁻⁶ / 0,1 см ³	6,8×10 ⁸	5,4×10 ⁸	1,5×10 ⁸
10 ⁻⁷ / 0,5 см ³	6,0×10 ⁸	4,0×10 ⁸	1,0×10 ⁸
10 ⁻⁸ / 1,0 см ³	10,0×10 ⁸	5,0×10 ⁸	1,0×10 ⁸
Всего	9,1×10 ⁸	4,8×10 ⁸	1,2×10 ⁸

Как видно из данных, приведенных в таблице 3, эффективность роста тест-культур на питательном агаре с использованием электрохимического панкреатического гидролизата из креветки сопоставима с всхожестью тест-культур на коммерческом питательном агаре. Эффективность роста тест-культур соответствует количеству микробных клеток в засеваемых объемах при пересчете на исходную взвесь, приготовленную по стандарту мутности на 10 единиц. Морфология колоний на питательном агаре с электрохимическим гидролизатом и на коммерческом питательном агаре является идентичной и соответствует паспортным данным тест-культур. Тест-культура *Pseudomonas aeruginosa* 27/99 продуцирует пигмент пиоцин сине-зеленого цвета при росте на обеих средах.

Выводы

Гидролизаты, полученные по ферментативной электрохимической технологии из некондиционной креветки по химическим показателям полностью удовлетворяют требованиям, предъявляемым к гидролизатам, используемым для микробиологических целей.

Результаты микробиологических исследований подтверждают возможность использования электрохимического панкреатического гидролизата из креветки для приготовления микробиологических питательных сред. Питательные среды, приготовленные на основе панкреатического гидролизата из креветки, по эффективности роста тест-культур *Shigella flexneri* la 8516, *Staphylococcus aureus* Wood – 46, *Escherichia coli* 055 K59 3912/41, *Pseudomonas aeruginosa* 27/99 и *Salmonella typhi* H – 901 имеют положительный результат. Полученные питательные среды не имеют отклонений в морфологии колоний.

Список литературы:

- 1) Патент 2312514 Российской Федерации, МПК-7 А 23J 3/34. Способ получения белковых ферментативных гидролизатов / Василевский П.Б., Кучина Ю.А.; заявитель и патентообладатель ФГОУВПО «МГТУ». - № 2006109309/13(010121); заявл. 23.03.2006; опубл. 20.12.2007, Бюл. 35..
- 2) Артюхин, В.И. и др. Белковые гидролизаты в производстве питательных сред: Производство и применение продуктов микробиологических производств: обзорная информация – М.: ВНИИСЭНТИ Минмедпрома СССР, 1990. - Вып. 9-10. - 52 с.
- 3) Мухин, В.А. Ферментативные белковые гидролизаты тканей морских гидробионтов : получение, свойства и практическое использование / В. А. Мухин, В. Ю. Новиков. – Мурманск : Изд-во ПИНРО, 2001. - 96 с.
- 4) Телишевская, Л.Я. Белковые гидролизаты / Л.Я. Телишевская. - М.: Аграрная наука, 2000. – 295 с

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОДУКТОВ ГИДРОЛИЗА D-ГЛЮКОЗАМИНА ГИДРОХЛОРИДА МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Долгопятова Н.В., Кучина Ю.А., Новиков В.Ю., Путинцев Н.М.,
Берестова Г.И. (Мурманск, МГТУ, кафедра химии)

Аннотация. В работе исследована реакция гидролиза мономера хитина – D-глюкозамина гидрохлорида в нейтральной и щелочной среде методом инфракрасной спектроскопии. Анализ полученных спектров показал, что в условиях гидролиза идет реакция гидролитического дезаминирования D- глюкозамина гидрохлорида. Скорость реакции дезаминирования максимальна в первые 15 минут гидролиза.

Разработка комплексных малоотходных технологий переработки морских гидробионтов, в частности, промысловых ракообразных, является важной задачей современного развития рыбохозяйственного комплекса.

Основным продуктом утилизации больших объемов переработки ракообразных является хитин, который вследствие плохой растворимости не нашел широкого применения (1). Поэтому, совершенствование существующих и разработка новых технологий переработки хитинсодержащего сырья для получения хитозана с заданными свойствами на основе закономерностей щелочного гидролиза хитина, является актуальной задачей.

В данной работе исследовали реакции гидролиза D- глюкозамина гидрохлорида (ГЛА), полученного на предприятии ООО «НТЦ Экобиотек-Мурманск».

Гидролиз ГЛА проводили в дистиллированной воде и в водном растворе гидроксида натрия с концентрациями 0.25, 0.75 и 1.25 моль/л при температуре 80 °С. Концентрация ГЛА в реакционной среде – 0.20 моль/л. Температуру реакционной среды поддерживали термостатированием.

Гидролиз ГЛА в щелочной среде, по всей видимости, протекает как реакция дезаминирования глюкозамина:



Согласно уравнениям [1] и [2] можно предположить, что в ИК-спектре анализируемого вещества будет изменяться интенсивность поглощения на волновых числах, соответствующих колебаниям группы –ОН и аминогруппы. Кроме того, будет изменяться поглощение на волновых числах, характерных для связи углерод – кислород и углерод – азот. Характеристические частоты этих колебаний представлены в таблице 1 (2,3).

Таблица 1. Характеристические частоты групп –ОН, СНО и NH₂ в ИК-области спектра

Функциональная группа	Валентные колебания (ν) ν , см ⁻¹	Деформационные колебания (δ) ν , см ⁻¹
-ОН	3590 – 3650	1050 – 1200
N – H	3300 – 3500 (две полосы)	1590 – 1650
NH ₄ ⁺	3050 – 3300	
C=O (альдегиды)	1700 – 1740	900
C – H (альдегиды)	2700 – 2900	780 – 975

Анализ продуктов реакции, образующихся при гидролизе, проводили с использованием метода инфракрасной спектроскопии. Для этого через определённые интервалы времени (0, 5, 15, 30 и 60 минут) отбирали пробы из реакционной среды и снимали ИК-спектры с помощью инфракрасного спектрофотометра ИКС-40. Для получения ИК-спектра использовали разборные жидкостные кюветы, изготовленные из фторида кальция (область прозрачности от 1250 см^{-1} до 4200 см^{-1}) с толщиной поглощающего слоя $l = 0,027\text{ мм}$. О скорости реакции гидролиза судили по изменению поглощения на волновых числах в диапазоне $1250 - 4200\text{ см}^{-1}$.

Из литературных источников (4) известно, что полярность растворителя, высокая концентрация раствора, в которой происходит ассоциация молекул, и образование водородных связей приводят к уменьшению частоты валентных колебаний NH. Частоты деформационных колебаний NH при образовании водородных связей смещаются в сторону более высоких значений, но эти смещения невелики и полоса поглощения не выходит за пределы указанного интервала частот.

Использовать характеристические частоты, соответствующие деформационным колебаниям групп $-\text{OH}$ и $\text{C}=\text{O}$ невозможно, т.к. они находятся в области, где кювета из фторида кальция непрозрачна, а именно, на волновых числах в диапазоне $800 - 1200\text{ см}^{-1}$. Связь $\text{C}-\text{O}$ также поглощает в области, где кювета из фторида кальция непрозрачна ($\nu=1020 - 1100\text{ см}^{-1}$).

ИК-спектр щелочного раствора ГлА представлен на рис. 1, полученные значения интенсивности поглощения на характеристических частотах приведены в таблице 2.

Характеристические частоты, соответствующие валентным колебаниям $\text{C}=\text{C}$, находятся на $\nu=1620 - 1680\text{ см}^{-1}$. На спектрограмме полоса поглощения, соответствующая этим колебаниям имеет среднюю интенсивность и поэтому происходит перекрытие с полосой, отвечающей за деформационные колебания NH (аминогруппа имеет сильное поглощение в этой области).

Полоса поглощения на волновом числе $3624\pm 4\text{ см}^{-1}$ обусловлена валентными колебаниями связи $\text{C}-\text{OH}$.

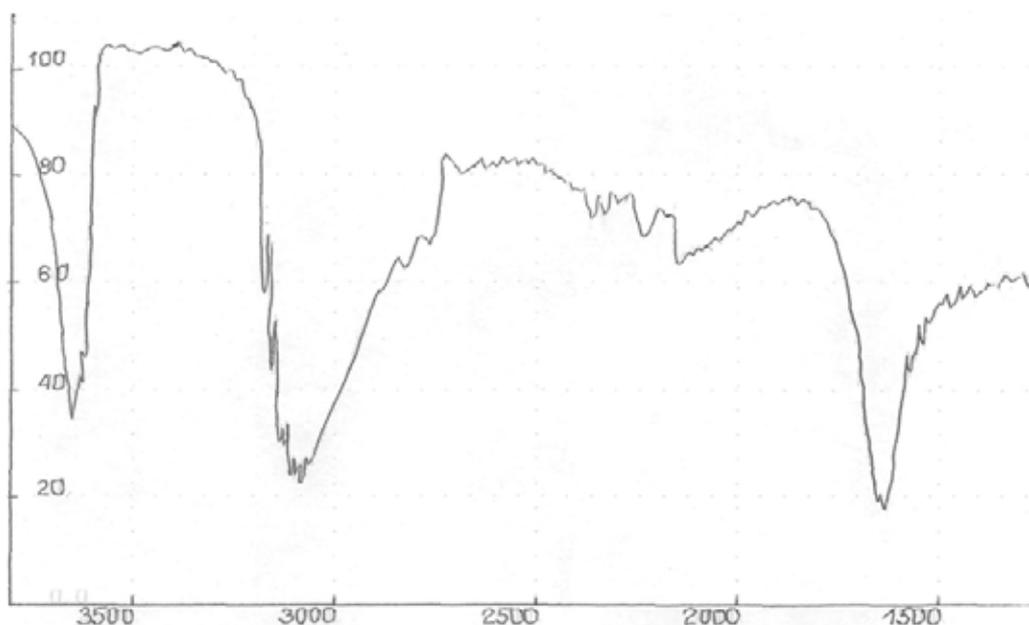
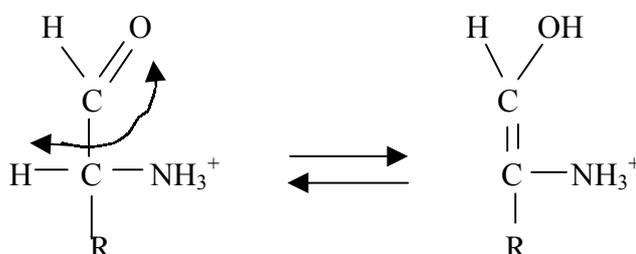


Рис. 1. ИК-спектр щелочного раствора D- глюкозамина гидрохлорида.

Таблица 2. Интенсивность поглощения на характеристических частотах при гидролизе ГЛА в щелочном растворе.

Конц-я NaOH	ν , см^{-1}	Интенсивность поглощения (Т), %				
		Время гидролиза, мин.				
		0	5	15	30	60
0,25 моль/л	$\nu=3652\pm 4$	52,42	60,53	60,38	62,93	59,43
	$\nu=3620\pm 4$	55,64	39,08	44,71	40,75	-
	$\nu=3186\pm 4$	52,01	38,76	37,2	23,86	24,39
	$\nu=3082\pm 4$	45,80	46,82	58,37	59,08	66,37
	$\nu=1636\pm 4$	46,62	45,46	55,23	53,79	-
0,75 моль/л	$\nu=3652\pm 4$	54,85	55,20	65,55	63,49	66,99
	$\nu=3620\pm 4$	76,55	75,55	68,89	65,2	63,74
	$\nu=3186\pm 4$	48,78	49,06	38,73	39,16	15,98
	$\nu=3082\pm 4$	49,88	53,08	65,79	68,36	70,08
	$\nu=1636\pm 4$	38,78	40,14	56,35	53,09	51,63
1,25 моль/л	$\nu=3652\pm 4$	58,36	60,17	69,50	71,28	68,76
	$\nu=3620\pm 4$	68,46	69,74	63,30	58,98	57,33
	$\nu=3186\pm 4$	55,48	44,99	47,96	35,72	33,86
	$\nu=3082\pm 4$	53,19	54,02	61,93	65,32	64,18
	$\nu=1636\pm 4$	35,77	37,16	44,24	48,84	46,15

Поглощение на волновом числе $3652\pm 4 \text{ см}^{-1}$ тоже соответствует гидроксильной группе, возможно, здесь можно говорить о гидроксильной группе эндиола, который в щелочной среде образуется в результате миграции атома водорода от второго углеродного атома моносахарида к атому кислорода карбонильной группы.



Широкая полоса поглощения в диапазоне $3050\text{-}3200 \text{ см}^{-1}$ соответствует валентным колебаниям групп NH_4^+ и NH_3^+ . Т.к. полосы поглощения этих групп расположены в достаточно узком интервале и по интенсивности характеризуются сильным (группа NH_4^+ на $\nu=3186\pm 4 \text{ см}^{-1}$) и средним (группа NH_3^+ на $\nu=3082\pm 4 \text{ см}^{-1}$) поглощением, то происходит перекрывание полос, о чём также свидетельствует и форма пика.

Поглощение на волновом числе $\nu=1636\pm 4 \text{ см}^{-1}$ соответствует деформационным колебаниям связи N – H первичной аминогруппы. Форма пика (двойной) свидетельствует о наличии двух полос поглощения (МАХ $\nu=1650 \text{ см}^{-1}$ и $\nu=1636 \text{ см}^{-1}$). Т.к. интенсивность поглощения на этих частотах изменяется одинаково, то очевидно, на спектрограмме мы наблюдаем симметричные и антисимметричные деформационные колебания NH.

Анализ полученных ИК-спектров показал, что в условиях эксперимента с увеличением времени гидролиза снижается поглощение на волновых числах: 3624 см^{-1} и 3186 см^{-1} ; одновременно поглощение увеличивается на волновых числах 3082 см^{-1} и 1636 см^{-1} . Уменьшение интенсивности поглощения означает, что количество связей

или функциональных групп увеличивается, и наоборот, увеличение интенсивности поглощения означает, что их количество снижается.

Таким образом, можно сделать вывод о разрыве связи С - NH₃⁺ и об образовании группы NH₄⁺ и связи С – ОН. Скорость реакции дезаминирования наибольшая в первые 15 минут.

Таблица 3. Интенсивность поглощения на характеристических частотах при гидролизе ГЛА в дистиллированной воде.

Растворитель	ν , см ⁻¹	Интенсивность поглощения (Т), %				
		Время гидролиза, мин.				
		0	5	15	30	60
Дистиллированная вода	$\nu=3636\pm 4$ см ⁻¹	58,80	34,33	35,36	30,77	29,77
	$\nu=3120\pm 8$ см ⁻¹	65,16	62,59	38,43	39,78	38,81
	$\nu=3090\pm 8$ см ⁻¹	36,80	35,34	60,01	61,94	64,59
	$\nu=1636\pm 4$ см ⁻¹	33,74	30,48	58,65	52,61	53,3

ИК-спектр водного раствора ГЛА отличается от ИК-спектра ГЛА щелочного раствора (таблица 3). Отсутствует поглощение на $\nu= 3652\pm 4$ см⁻¹, т.е. в дистиллированной воде миграция атома водорода от второго углеродного атома моносахарида к атому кислорода карбонильной группы, по всей видимости, не происходит. Полоса поглощения, обусловленная валентными колебаниями связи С – ОН, сместилась в сторону более высоких значений, на $\nu= 3636\pm 4$ см⁻¹. Полосы поглощения, соответствующие валентным колебаниям NH находятся на волновых числах $\nu=3120\pm 4$ см⁻¹ и $\nu=3090\pm 4$ см⁻¹.

Анализ полученных ИК-спектров показал, что в дистиллированной воде с увеличением времени гидролиза снижается поглощение на волновом числе 3636 см⁻¹; одновременно поглощение увеличивается на волновых числах 3090 см⁻¹ и 1636 см⁻¹. Таким образом, можно сделать вывод о разрыве связи С - NH₃⁺ и образовании связи С – ОН, т.е. идет реакция гидролитического дезаминирования. Скорость реакции дезаминирования, также как и при гидролизе в щелочном растворе, наибольшая в первые 15 минут. Причем, в нейтральной среде количество образовавшихся связей С – ОН за первые 15 минут гидролиза в 2 раза больше, чем при гидролизе ГЛА в щелочном растворе, следовательно в водном растворе, по сравнению со щелочным, гидролиз протекает более интенсивно.

Список литературы:

- 1) Хитин и хитозан: Получение, свойства и применение // Под ред К.Г. Скрыбиной., Г.А. Вихоревой., В.П.Варламовой. – М.: Наука, 2002. - 368 с.
- 2) Смит, А. Прикладная ИК-спектроскопия / А. Смит. - М.: Мир, 1982.
- 3) Плиев, Т.Н. Молекулярная спектроскопия в 5-ти томах, Т.1 / Т.Н. Плиев. - Владикавказ: Иристон, 2002. – 758 с.
- 4) Беллами, Л. ИК-спектры сложных молекул / Л.Белами. - М.: Иностранная литература, 1963. - 361с.

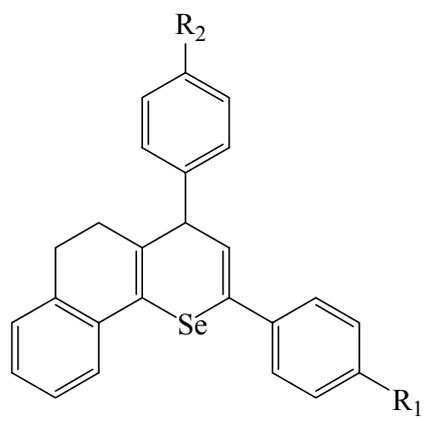
КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИЗУЧЕНИЕ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ 2-(4-ДИФЕНИЛ)-5,6-ДИГИДРО-4Н-БЕНЗО[Н]-СЕЛЕНОХРОМЕНА И 4-(4-ХЛОРФЕНИЛ)-2-ФЕНИЛ-5,6-ДИГИДРО-4Н-БЕНЗО[Н] СЕЛЕНОХРОМЕНА НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ИНИЦИИРОВАННОГО ОКИСЛЕНИЯ 1,4-ДИОКСАНА

Хайруллина В.Р., Герчиков А.Я., Пивоварова А.Е., Древко Я.Б., Федотова О.В. (Уфа, БашГУ, кафедра физической химии и химической экологии; Veronika1979@yandex.ru)

Abstract. The antioxidant activity (AOA) of the 2,4-diphenyl-5,6-dihydro-4H- benzo [h] selenochromene and 4-(4-chlorophenyl)-2-phenyl-5,6-dihydro-4H-benzo[h]selenochromene were studied using a model radical-chain oxidation 1,4-dioxane in the kinetic regime. The quantitative characteristics of their AOA were determined as effective rate constants k_{In} .

Исследованиями отечественных и зарубежных фармакологов показано, что селен незаменим для жизнедеятельности человека и животных [1-3]. Он является биологически активным микроэлементом, входящим в состав ряда гормонов и ферментов. Наиболее значимая биологическая функция селена в организме человека, животных и птиц состоит в обеспечении эффективной работы защитной антиоксидантной системы организма. Однако информация об антиокислительной активности (АОА) селеносодержащих соединений носит преимущественно полуколичественный характер, что существенно затрудняет их сравнительное изучение реакционной способности в качестве антиоксидантов. В то же время антиокислительная активность является важным компонентом биологической активности.

Таким образом, целью настоящей работы было определение количественных параметров антиокислительного действия потенциальных лекарственных препаратов противоопухолевого действия - 2,4-дифенил-5,6-дигидро-4Н-бензо[h]селенохромен (I) и 4-(4-хлорфенил)-2-фенил-5,6-дигидро-4Н-бензо[h]селенохромена (II). Структура исследуемых веществ изображена на рис.1.



где R_2, R_1 : -H (I) и R_2 -Cl (II)

Рис. 1. Структурные формулы исследуемых соединений.

Методика кинетического эксперимента

Исследуемые вещества I и II (рис.1) были синтезированы и идентифицированы в Саратовском государственном университете. Их антиокислительную активность изучали манометрическим методом по поглощению кислорода воздуха в кинетическом режиме при температуре 348K ($V_i = 1 \cdot 10^{-7}$ моль/л·с, инициатор – азодиизобутиронитрил). В качестве модельной реакции при изучении АОА I и II выбран процесс радикально-цепного окисления 1,4-диоксана (348K, инициатор – азодиизобутиронитрил, скорость инициирования $V_i = 1 \cdot 10^{-7}$ моль/л·с). Эффективность ингибирующего действия образцов оценивали по степени снижения начальной скорости поглощения кислорода при окислении модельного субстрата. 1,4-диоксан предварительно очищали по стандартным методикам [3-4]. В качестве количественной характеристики АОА использовали константу скорости обрыва цепи окисления fk_{in} , где f – радикалоёмкость антиоксиданта (АО), показывающая число радикальных интермедиатов, погибающих на одной молекуле АО в актах обрыва цепи [3-5]. Для характеристики АОА исследуемых веществ использовали ионольный эквивалент (ИЭ), величину которого оценивали в результате сопоставления полученных из эксперимента fk_{in} для исследуемых веществ с аналогичной характеристикой для ионола [4].

Основные результаты

На примере модельной реакции иницированного окисления 1,4-диоксана нами проведено количественное изучение АОА 2,4-дифенил-5,6-дигидро-4Н-бензо[h]селенохромен (I) и 4-(4-хлорфенил)-2-фенил-5,6-дигидро-4Н-бензо[h]селенохромен.

Установлено, что добавки исследуемых соединений в модельную систему снижают начальную скорость окисления 1,4-диоксана, что служит очевидным доказательством их антиокислительного действия. Зависимость начальной скорости поглощения кислорода от концентрации исследуемых веществ изображена на рис. 2 и 3.

Для определения fk_{in} , экспериментальные результаты трансформировали в координатах уравнения (1) [3-5]:

$$F = \frac{V_0^0}{V_0} - \frac{V_0}{V_0^0} = fk_{in} [AO] \sqrt{2k_6 V_i} \quad (1)$$

где $[AO]$ – концентрация ингибитора, моль/л, V_0^0 и V_0 – начальные скорости поглощения кислорода в отсутствие и в присутствии ингибитора соответственно, V_i – скорость инициирования окислительного процесса, f – радикалоёмкость ингибитора, k_{in} и $2k_6$ – константы скорости обрыва цепи окисления на ингибиторе и квадратичного обрыва цепи на пероксильных радикалах субстрата соответственно; $2k_6 = 6,67 \cdot 10^7$ л/моль·с для 1,4-диоксана [3].

На основании полученных экспериментальных результатов были найдены эффективные константы скорости ингибирования fk_{in} , значения которых приведены в табл. 1.

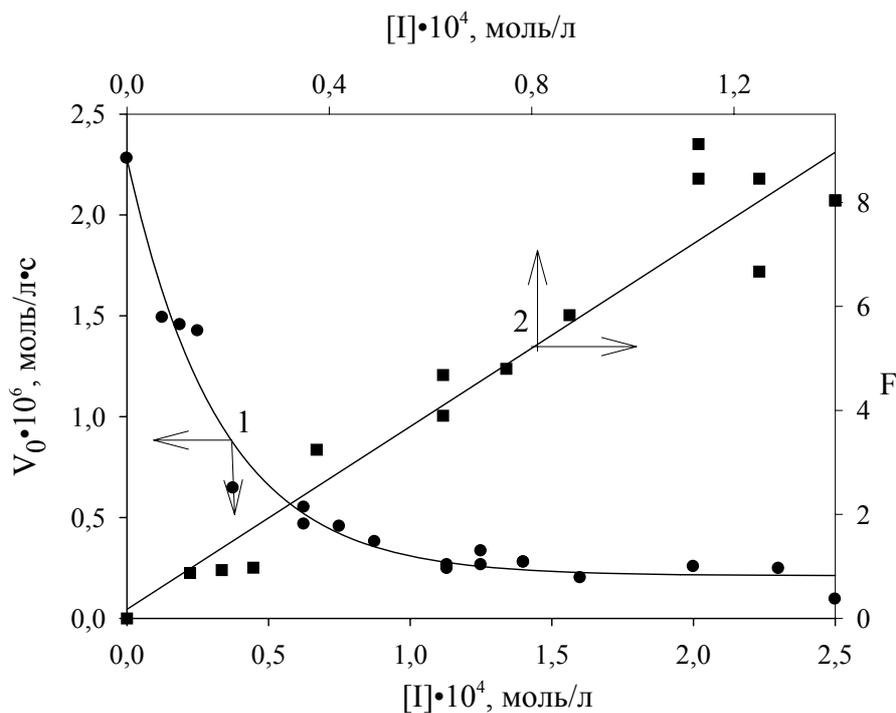


Рис. 2. Зависимость скорости поглощения кислорода от начальной концентрации 2,4-дифенил-5,6-дигидро-4Н- бензо[h]-селенохромена и её анаморфоза (2) в координатах уравнения (3.1); $T=75^\circ\text{C}$, $V_i=1 \cdot 10^{-7}$ моль/л·с.

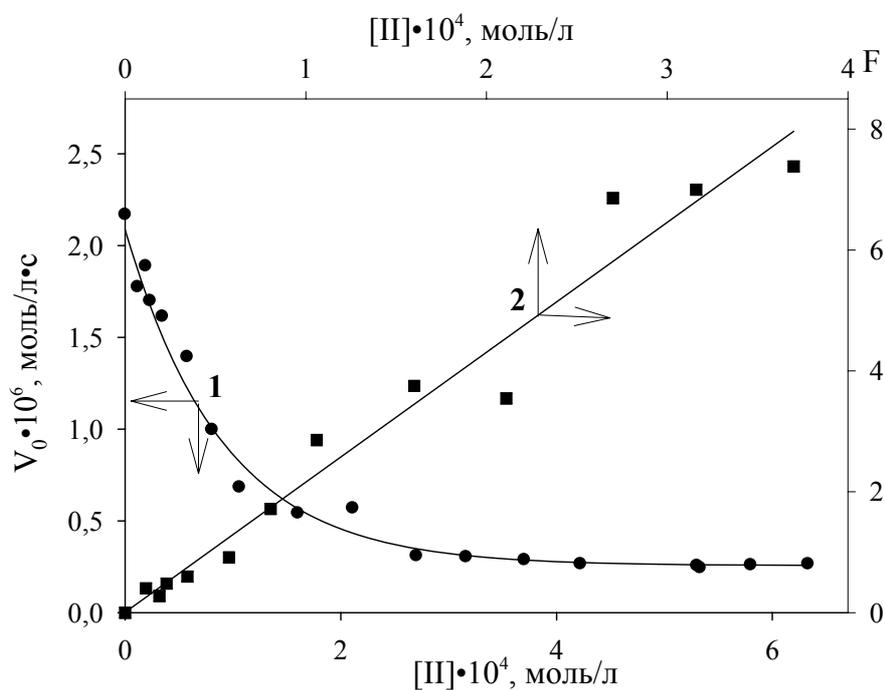


Рис.3. Зависимость скорости поглощения кислорода от начальной концентрации 4-(4-хлорфенил)-2-фенил-5,6-дигидро-4Н- бензо[h]-селенохромена и её анаморфоза (2) в координатах уравнения (1); $T=75^\circ\text{C}$, $V_i=1 \cdot 10^{-7}$ моль/л·с.

Таблица 1. Количественные характеристики антиокислительного действия производных селенохромена

Шифр АО	$f k_m \cdot 10^{-4}$, л/моль·с *	ИЭ
I	16,4 ± 1,3	16,4
II	5,2 ± 0,5	5,2
Ионол	1,0 ± 0,1	1,0

Как свидетельствуют данные табл. 1, оба соединения (I и II) по эффективности антиокислительного действия значительно превосходят классический ингибитор окислительных процессов ионол. Этот экспериментальный факт свидетельствует о перспективах их использования в качестве стабилизаторов продуктов питания, а также потенциальных лекарств противоракового действия.

Список литературы:

- 1) Klayman D.L., Gunther W.H. (eds.) Organic Selenium compounds: their chemistry and biology." New York: Wiley-interci., 1973. 1188 P.
- 2) Ермаков В.В., Ковальский В.В. Биологическое значение селена. Москва: Наука, 1974. 298С.
- 3) Denisov E.T., Afanas'ev I.B. Oxidation and antioxidants in organic chemistry and biology. Boca Raton: Taylor and Francis , 2005. 982 P.
- 4) Денисов Е.Т. Константы скорости гомолитических жидкофазных реакций. М.: Наука, 1971. 712 С.
- 5) Денисов Е.Т., Азатян В.В. Ингибирование цепных реакций - Черногловка: ИФХЧ РАН, 1997. 268 С.

ОБ АДДИТИВНОСТИ ДЕФОРМАЦИОННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ВЕЩЕСТВА

Зиновьева А.Б., Путинцев Н.М., Степанова Н.В., Путинцев Д.Н.
(Мурманск, МГТУ, кафедра химии, putincevnm@mstu.edu.ru)

Аннотация. Разработан метод расчета характеристик деформационной молярной поляризации с учетом температуры вещества и гибридизации атомов в молекулах типа C_xH_y , $C_xH_yO_z$, базирующийся на предположении об аддитивности поляризаций межатомных связей.

1. Параграф

Разработан метод аддитивности поляризации вещества, в котором деформационная составляющая молярной поляризации ($P_{M.деф}^{полн}$) представлена в виде суммы молярных поляризаций межатомных связей. Молярные поляризации межатомных связей рассчитаны из соотношений теории поляризации вещества [1-4] при одной и той же температуре вещества (20°C) и с учетом гибридизации атомов:

$$P_M = (\epsilon_S - 1)V_0 = \frac{N_A}{\epsilon_0} \left[\frac{p^2}{kT} \frac{g_k}{3} \right], \quad (1)$$

$$P_{M.деф}^{полн} = (\epsilon_\infty - 1)V_0 = \frac{N_A}{\epsilon_0} \alpha_{деф}^{полн}, \quad (2)$$

$$\frac{P_{M.деф}^{полн}}{P_{M.деф.кр}^{полн}} = A + B\tau + C\tau^2. \quad (3)$$

В выражениях (1) - (3): ϵ_S - статическая диэлектрическая проницаемость вещества; p - дипольный момент молекулы в среде; $N_A=6.022 \times 10^{23}$ моль⁻¹; V_0 - молярный объем; g_k - фактор Кирквуда; $\epsilon_0=8.85419 \times 10^{-12}$ Ф/м; $k=1.38066 \times 10^{-23}$ Дж/К; $\epsilon_{деф}=\epsilon_\infty$ - деформационная составляющая диэлектрической проницаемости вещества; $\alpha_{деф}^{полн}$ - полная деформационная поляризуемость молекулы; $P_{M.деф}^{полн}$ или $P_{M.\infty}^{полн}$ - полная молярная деформационная поляризация вещества; $\tau=(T/T_{кр})$ - приведенная температура, $T_{кр}$ - критическая температура вещества. В соотношении (3) значения коэффициентов a , b и c равны [4]:

- интервал (0.418 - 0.8491) τ : $a=1.0493$; $b=0.0163$; $c=-0.0468$;

- интервал (0.9401 - 1.000) τ : $a=-4.2882$; $b=11.274$; $c=-5.9857$.

Значения молярной деформационной поляризации межатомных связей, обозначенные как x_4 (20.274×10^{-6} м³/моль) и z_2 (14.080×10^{-6} м³/моль), находились из выражений $P_{M.деф}^{20полн} = 2x_4$ и $P_{M.деф}^{20полн} = 2z_2$ (табл. 1). Величина $P_{M.деф}^{20полн}$ (H_2O) рассчитана в [2], а величина $P_{M.деф}^{20полн}$ (CO_2) находилась из выражения (2) по экспериментальным $\epsilon_S^{20} = \epsilon_\infty^{20} = 1.496$ [5] и V_0^{20} [6].

Значения $P_{M.деф}^{20полн}$ связей x_1 , y_1 и z_1 находились из выражений для $P_{M.деф}^{20полн}$ метанола; 1,4-диоксана и 2,3-диметилбутана и величине x_4 . Данные по метанолу взяты из [3], а значения $P_{M.деф}^{20полн}$ ($C_4H_8O_2$) и $P_{M.деф}^{20полн}$ (C_6H_{14}) рассчитывались из выражения (2) по экспериментальным данным о диэлектрической проницаемости ($\epsilon_S^{20} = \epsilon_\infty^{20}$ [5]) и V_0^{20} [6].

Значения $P_{M.деф}^{20полн}$ связей, обозначенных как y_2 , x_2 и z_3 (табл.1), находились по значениям $P_{M.деф}^{20полн}$ муравьиной кислоты (CH_2O_2), ацетальдегида (C_2H_4O) и ацетона (C_3H_4O), величины которых рассчитывались из формул, приведенных в [1-4], и данных по x_1 , x_4 и z_2 . Из уравнений для бензола (C_6H_6), мезитилена и нафталина рассчитывались значения $P_{M.деф}^{20полн}$ межатомных связей, обозначенных как y_3 , x_3 и y_4 . У молекул бензола, мезитилена и нафталина $\mu=0$, поэтому мы использовали равенство $\epsilon_s^{20} = \epsilon_\infty^{20}$. При расчете значений y_3 , x_3 и y_4 использовались данные нафталина, так как такие неполярные вещества как п-ксилол и п-цимол не дают новых независимых уравнений в решаемую систему уравнений. Величина ϵ_s^{20} нафталина находилась по данным [5] как $\epsilon_s^{20} = \epsilon_s^{21} - (\Delta\epsilon_s / \Delta T) \times \Delta t$, а при определении V_0^{20} применялся метод прогнозирования [4]. В качестве реперного использовалось состояние нафталина при $80^\circ C$ ($\epsilon_s^{80} = 2.54$ [5]; $V_0^{80} = 131.029 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$; $T_{ст} = 748.4 \text{ К}$ и $P_{M.деф.кр}^{полн} = 192.806 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$ [7]).

Из данных по диэтилфталату ($\epsilon_\infty^{20} = 2.37$ [5]), стиролу, анизолу, 2,3-димити-1,3-бутадиену последовательно рассчитывались значения y_5 , y_6 , z_4 и y_7 .

Значения молярной деформационной поляризации межатомных связей приведены в табл.1.

Таблица 1. Поляризация $P_{M.деф}^{20полн}$ межатомных связей при $20^\circ C$ ($10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$)

СВЯЗЬ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	СВЯЗЬ	ОБОЗНАЧЕНИЕ
$P_{M.деф}^{20полн} (C_{SP}^3 - H)$	$X_1 = 4.185$	$P_{M.деф}^{20полн} (C_{AR} - C_{SP}^2)$	$Y_5 = 17.778$
$P_{M.деф}^{20полн} (C_{SP}^2 - H)$	$X_2 = 5.562$	$P_{M.деф}^{20полн} (C_{SP}^2 = C_{SP}^2)$	$Y_6 = 18.172$
$P_{M.деф}^{20полн} (C_{AR} - H)$	$X_3 = 2.333$	$P_{M.деф}^{20полн} (C_{SP}^2 - C_{SP}^2)$	$Y_7 = 19.605$
$P_{M.деф}^{20полн} (O_{SP}^3 - H)$	$X_4 = 20.274$	$P_{M.деф}^{20полн} (C_{SP}^3 - O_{SP}^3)$	$Z_1 = 10.953$
$P_{M.деф}^{20полн} (C_{SP}^3 - C_{SP}^3)$	$Y_1 = 13.248$	$P_{M.деф}^{20полн} (C_{SP}^2 = O_{SP}^2)$	$Z_2 = 14.080$
$P_{M.деф}^{20полн} (C_{SP}^3 - C_{SP}^2)$	$Y_2 = 11.506$	$P_{M.деф}^{20полн} (C_{SP}^2 - O_{SP}^3)$	$Z_3 = 17.782$
$P_{M.деф}^{20полн} (C_{AR} - C_{AR})$	$Y_3 = 16.681$	$P_{M.деф}^{20полн} (C_{AR} - O_{SP}^3)$	$Z_4 = 25.752$
$P_{M.деф}^{20полн} (C_{AR} - C_{SP}^3)$	$Y_4 = 11.039$	-	-

Сравнение расчетных значений ϵ_∞^{20} , найденных по методу аддитивности, и справочных значений ϵ_∞^{20} (табл.2), найденных другими методами, показывает, что рассчитанные нами значения ϵ_∞^{20} практически совпадают со справочными значениями высокочастотной диэлектрической проницаемости молекулярных систем различной степени полярности. У неполярных веществ (п-ксилол, п-цимол, этилен) расхождение расчетных значений ϵ_∞^{20} с экспериментом не превышает 1.5% ($\epsilon_\infty = \epsilon_s$).

Сравнение результатов расчета ϵ_∞^{20} слабополярных веществ (толуол, этилбензол, диэтиловый эфир, метилацетат, тетрагидрофуран и др.) с соответствующими значениями ϵ_∞^{20} , найденными путем экстраполяции экспериментальных значений ϵ_s на "бесконечно большую частоту", показывает, что и в этом случае расхождение не превышает 1.5%.

Таблица 2. Сравнение величин $P_{M.деф}^{20полн}$ (в м³/моль) и ϵ_{∞}^{20}

Вещество	$P_{M.деф}^{20полн} \times 10^{-6}$	
	Метод аддитивности	$P_{M.деф}^{20полн} = (\epsilon_{\infty}^{20} - 1)V_0$
п-Ксилол	$P_{M.деф}^{20полн} = 6y_3 + 4x_3 + 2y_4 + 6x_1 = 156.606$; $\epsilon_{\infty}^{20} = 2.270$	$P_{M.деф}^{20полн} = 156.606$; $\epsilon_{\infty}^{20} = \epsilon_S^{20} = 2.27$
Толуол	$P_{M.деф}^{20полн} = 6y_3 + 5x_3 + y_4 + 3x_1 = 135.343$; $\epsilon_{\infty}^{20} = 2.273$	$P_{M.деф}^{20полн} = 134.569$; $\epsilon_{\infty}^{20} = 2.266$, $\epsilon_S^{20} = 2.3916$
п-Цимол	$P_{M.деф}^{20полн} = 6y_3 + 4x_3 + 2y_4 + 2y_1 + 10x_1 = 199.842$; $\epsilon_{\infty}^{20} = 2.276$	$P_{M.деф}^{20полн} = 194.674$; $\epsilon_{\infty}^{20} = \epsilon_S^{20} = 2.243$
Этилбензол	$P_{M.деф}^{20полн} = 6y_3 + 5x_3 + y_4 + y_1 + 5x_1 = 156.963$; $\epsilon_{\infty}^{20} = 2.282$	$P_{M.деф}^{20полн} = 154.296$; $\epsilon_{\infty}^{20} = 2.260$; $\epsilon_S^{20} = 2.403$
Ацетофенон	$P_{M.деф}^{20полн} = 6y_3 + 5x_3 + y_5 + z_2 + y_2 + 3x_1 = 167.670$; $\epsilon_{\infty}^{20} = 2.435$	$\epsilon_{\infty}^{20} \approx 2.45$; $\epsilon_S^{25} = 17.40$
Бензофенон	$P_{M.деф}^{20полн} = 12y_3 + 10x_3 + 2y_5 + z_2 = 273.138$; $\epsilon_{\infty}^{20} = 2.718$	$\epsilon_{\infty}^{20} \approx 2.69$ $\epsilon_S^{60} = 10.91$
Пропилформиат	$P_{M.деф}^{20полн} = 7x_1 + 2y_1 + z_1 + y_2 + x_2 + z_3 = 101.594$; $\epsilon_{\infty}^{20} = 2.044$	$\epsilon_{\infty}^{20} \approx 2.017$; $\epsilon_S^{20} = 7.72$
Этилен	$P_{M.деф}^{20полн} = 4x_2 + y_6 = 40.420$ (гипотетический этилен)	$P_{M.деф}^{-110} = (\epsilon_S - 1)V_0 = 41.254$ $P_{M.деф.кр}^{полн} = 39.549$
Циклогептен	$P_{M.деф}^{20полн} = 10x_1 + 4y_1 + 2y_2 + 2x_2 + y_6 = 147.150$; $\epsilon_{\infty}^{20} = 2.259$	$\epsilon_S^{20} \approx 2.270$
Метилацетат	$P_{M.деф}^{20полн} = 6x_1 + z_1 + z_2 + y_2 + z_3 = 79.431$; $\epsilon_{\infty}^{20} = 2.002$	$\epsilon_{\infty}^{15} = 2.00$; $\epsilon_S^{20} = 6.79$
Транс-2-гексен	$P_{M.деф}^{20полн} = 10x_1 + 2y_1 + 2y_2 + y_6 + 2x_2 = 120.654$; $\epsilon_{\infty}^{20} = 1.965$	$\epsilon_S^{20} \approx 1.982$
Диэтиловый эфир	$P_{M.деф}^{20полн} = 10x_1 + 2y_1 + 2z_1 = 90.252$; $\epsilon_{\infty}^{20} = 1.869$	$\epsilon_S^{20} \approx 4.335$; $\epsilon_{\infty}^{20} = 1.845$
Тетрагидрофуран	$P_{M.деф}^{20полн} = 8x_1 + 3y_1 + 2z_1 = 95.130$; $\epsilon_{\infty}^{20} = 2.173$; $V_0^{80} = 81.092 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$	$\epsilon_S^{20} = 7.58$; $\epsilon_{\infty}^{20} = 2.20$
Камфора	$P_{M.деф}^{20полн} = 16x_1 + 9y_1 + 2y_2 + z_2 = 223.284$; $\epsilon_{\infty}^{20} = 2.455$	$\epsilon_S^{20} = 11.350$

Таким образом, результаты расчета $\epsilon_{\text{деф}}$, полученные по разрабатываемому методу аддитивности деформационной поляризации, практически совпадают с величинами ϵ_{∞} различных по природе молекулярных систем, определенными с использованием дисперсионных соотношений (Дебая, Коула-Коула, Дэвидсона-Коула и т.д.). Следовательно, практическая значимость разрабатываемого нами метода аддитивности заключается не только в возможности определения структурных и энергетических характеристик молекул и вещества, но и в проверке правильности выбора параметров дисперсионных соотношений.

Список литературы:

- 1) Путинцев Н.М, Путинцев Д.Н. // Журн. физ. химии, 2007. Т.81.№4. С.667.
- 2) Путинцев Н.М, Путинцев Д.Н. //Журн. физ. химии, 2007. Т.81. №4. С.660.
- 3) Путинцев Н.М, Путинцев Д.Н. //Журн. физ. химии, 2006. Т.80. №12. С.2188.
- 4) Путинцев Д. Н., Путинцев Н. М. //Журн. физ. химии, 2008. Т.82. №8. С.1474.
- 5) Ахадов Я.Ю. Диэлектрические параметры чистых жидкостей. М.: МАИ.1999. 854 с.
- 6) Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М.: Наука. 1972. 600с.
- 7) Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей. Л.:Химия.1982. 591с.

РЕКУРЕНТНОЕ СООТНОШЕНИЕ ДЕФОРМАЦИОННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ. НОРМАЛЬНЫЕ АЛКАНЫ

Зиновьева А.Б., Путинцев Н.М., Путинцев Д.Н., Степанова Н.В.
(Мурманск, МГТУ, кафедра химии, putincevnm@mstu.edu.ru)

Аннотация. Предложено рекуррентное соотношение для деформационной составляющей молярной поляризации вещества и показано, что учет температуры позволяет использовать рекуррентные соотношения для нахождения свойств низших гомологов.

Многие физико-химические свойства органических соединений (А) гомологических рядов могут быть описаны простейшими линейными рекуррентными соотношениями [1]

$$A(n+1)=aA(n)+b, \quad (1)$$

где n – число атомов углерода; a и b – некоторые числа. Из (1) следует, что рекуррентные соотношения представляют собой зависимости физико-химических свойств от числа атомов углерода в молекулах гомологов. В число характеристик вещества, подчиняющихся уравнению (1), входят температура (кипения, критическая), критическое давление, плотность вещества (объем), показатель преломления, поверхностное натяжение, диэлектрическая проницаемость и т.д.

Считается, что наибольшие отклонения от линейной регрессии (1) закономерно наблюдаются только для свойств простейших представителей отдельных рядов [1]. У нормальных алканов к таким веществам относятся метан и этан. Так, например, в [2] экспериментальные данные по деформационной молярной поляризации вещества ($P_{M.деф}=P_{M\infty}$) в случае нормальных алканов (C_nH_{2n+2}) при условии $n \geq 3$ описываются зависимостью

$$P_{M\infty}(C_nH_{2n+2}) = (n-1)P_{M\infty}(C_{sp}^3 - C_{sp}^3) + (2n+2)P_{M\infty}(C_{sp}^3 - H). \quad (2)$$

По нашим данным выражение (2) для деформационной молярной поляризации нормальных алканов при условии $n \geq 3$ и при температуре $T=293.15K$ ($20^\circ C$) может быть записано в виде

$$P_{M.деф}^{20 полн} (10^{-6} м^3/моль) = (n-1) \times 19.154 + 20.289, \quad (3)$$

где

$$\begin{aligned} 20.289 \times 10^{-6} м^3/моль &= 4P_{M\infty}(C_{sp}^3 - H) = 4 \times 5.072 \times 10^{-6} м^3/моль; \\ 19.154 \times 10^{-6} м^3/моль &= P_{M\infty}(C_{sp}^3 - C_{sp}^3) + 2P_{M\infty}(C_{sp}^3 - H). \end{aligned}$$

Известно, что внутренняя энергия системы имеет две составляющие: потенциальную и кинетическую. Потенциальная составляющая энергии микрообъекта в основном зависит от его от ближнего окружения (от вида и числа эффективных атомов в молекуле), а кинетическая – от температуры вещества. При определении значений деформационной молярной поляризации вещества по методу аддитивности изменение потенциальной составляющей энергии частично учитывается видом гибридизации атомных орбиталей [2]. Изменение кинетической составляющей микрообъекта при составлении рекуррентных соотношений никогда не учитывалось. Это, по нашему мнению, является причиной больших погрешностей при использовании соотношений типа (1)-(3) в случае низших гомологов, так как температуры, при которых они существуют в жидком состоянии, существенно ниже температур существования других жидкостей гомологических рядов.

Для нахождения значений молярной деформационной составляющей при температуре 293.15K ($P_{M.деф}^{20\text{полн}}$) низших гомологов нормальных алканов необходимо знать величины диэлектрической проницаемости ϵ_∞ и V_0 при 20°C. Значения $P_{M.деф}^{20\text{полн}}$ будем находить из выражения [3]

$$P_{M.деф}^{20\text{полн}} = (\epsilon_\infty - 1)V_0. \quad (4)$$

У нормальных алканов $(\epsilon_S - \epsilon_\infty) \ll 1$ [4], поэтому можно считать, что $\epsilon_\infty = \epsilon_S$. Строгое равенство $\epsilon_S^{20} = \epsilon_\infty^{20}$ выполняется при условии отсутствия у молекулы постоянного дипольного момента, т.е. при $\mu=0$.

Значение ϵ_S этана при 20°C ($\epsilon_S = \epsilon_\infty = 1.4526$) находим по величине ϵ_S при 17°C и $(\Delta\epsilon_S/\Delta T) = -0.00236$ [5]. Значение V_0 ($86.98 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$) при 20°C получено при обработке справочных данных по V_0 [6]. Подставляя $\epsilon_S(20^\circ\text{C}) = 1.4526$ и $V_0 = 86.98 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$ в (4), получаем: $P_{M.деф}^{20\text{полн}} = 39.367 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$.

Величина $P_{M.деф}^{20\text{полн}}$ этана, найденная нами при использовании метода прогнозирования свойств поляризации вещества [7] равна $39.151 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$. В качестве реперного состояния в данном методе мы использовали характеристики этана при $T = 150.15\text{K}$ ($\epsilon_S = 1.8272$ [5]; $V_0 = 48.650 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$ [6]; $P_{M.деф}^{полн} = 40.209 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$). Из выражения [7]

$$\frac{P_{M.деф}^{полн}}{P_{M.деф\text{кр}}^{полн}} = a + b\tau + c\tau^2 \quad (5)$$

получаем, $P_{M.деф\text{кр}}^{полн} = 38.440 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$ ($T_{\text{кр}} = 305.5$ - критическая температура). Видим, что значения $P_{M.деф}^{20\text{полн}}$ этана (39.367 и $39.151 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$), определенные двумя независимыми методами, практически совпадают друг с другом и с величиной $P_{M.деф}^{20\text{полн}}$ ($39.443 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$), найденной из выражения (3). Значения коэффициентов a, b и c для выражения (5) приведены в [7]: $a = 1.0493$; $b = 0.0163$; $c = -0.0468$ (интервал $(0.418 - 0.8491)\tau$); $a = -4.2882$; $b = 11.274$; $c = -5.9857$ (интервал $(0.9401 - 1.000)\tau$), а $\tau = T/T_{\text{кр}}$.

У метана ($n=1$) величина $P_{M.деф}^{20\text{полн}} = 4x_1$ должна быть равна $20.289 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$. Критическая температура метана (190.55K [6]) меньше 293.15K, поэтому для доказательства справедливости применения (3) к метану воспользуемся экстраполяцией "экспериментальных" значений $(P_{M.деф}^{20\text{полн}})/4 = [(\epsilon_S - 1)V_0]/4$: значения ϵ_S жидкого метана приведены в [5], а V_0 - в [6]. Зависимость $P_{M.деф}^{полн}(C_{\text{сп}}^3 - \text{H})$ в случае метана в интервале (91- 175)K подчиняется выражению

$$P_{M.деф}^{полн}(C_{\text{сп}}^3 - \text{H}) \text{ (в } 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль} \text{)} = 6.3544 - 0.0036T - 4 \times 10^{-6} T^2. \quad (6)$$

Экстраполяция (6) к $T = 293.15\text{K}$ дает: $P_{M.деф}^{полн}(C_{\text{сп}}^3 - \text{H}) = 4.955 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$. Расхождение (2.3%) с величиной $P_{M.деф}^{полн}(C_{\text{сп}}^3 - \text{H}) = 5.072 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$, найденной для нормальных алканов при $n \geq 3$, невелико и обусловлено "далекой" экстраполяцией зависимости $P_{M.деф}^{полн}(C_{\text{сп}}^3 - \text{H}) = f(T)$.

Выводы. Получено рекуррентное соотношение для деформационной составляющей молярной поляризации вещества и показано, что учет температуры при

расчете физико-химических свойств веществ позволяет применять рекуррентные соотношения для низших гомологов.

Список литературы:

- 1) Зенкевич И.Г. // Журн. физ. химии, 2008. Т.82. №5. С.807.
- 2) Любимов Ю.А. // Журн. физ. химии, 2006. Т.80. №12. С.2278.
- 3) Путинцев Н.М, Путинцев Д.Н. // Журн. физ. химии, 2007. Т.81.№4. С.660.
- 4) Ашеко А.А., Усачева Т.М., Шапаронов М.И. //Журн. физ. химии, 1986. Т.60. №2. С.465.
- 5) Ахадов Я.Ю. Диэлектрические параметры чистых жидкостей. М.: МАИ.1999. 854 с.
- 6) Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М.: Наука. 1972. 600с.
- 7) Путинцев Д. Н., Путинцев Н. М. //Журн. физ. химии, 2008. Т.82. №8. С.1474.

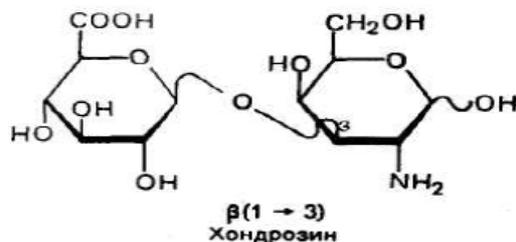
КИСЛОТНЫЙ ГИДРОЛИЗ ХОНДРОИТИН СУЛЬФАТА

Снегерова М.Н.¹, Новиков В. Ю.², Коновалова И. Н.¹

(Мурманск, ¹ МГТУ, кафедра химии; ² ПИНРО, лаборатория биохимии и технологии; nowit@pinro.ru)

В хондроитинсульфате дисахаридные фрагменты цепи (хондрозины) связаны $\beta(1\rightarrow4)$ -гликозидной связью, которая обычно характерна для линейных, неразветвленных, полисахаридных макромолекул. Длинные цепочки хондроитина образуют часть основной субстанции хрящевой ткани и помогают сделать хрящ более устойчивым к давлению, которое оказывает на него вес тела. Наряду с глюкозамином, хондроитин сульфат стал широко используемой пищевой добавкой для лечения остеоартритов (AbdelFattah W., 2001). В связи с этим, необходимо изучение его физико-химических свойств, разработка методов количественного анализа хондроитин сульфата и его компонентов.

Дисахарид хондрозин, являющийся мономером хондроитин сульфата, состоит из остатков двух моносахаридов: D-глюкуроновой кислоты и D-галактозамина, соединенных между собой $\beta(1\rightarrow3)$ -гликозидной связью. В состав полисахаридов хондрозин входит в виде следующих производных: в остатке D-галактозамина аминогруппа в положении 2 ацелирована, а гидроксильные группы при четвертом или шестом углеродных атомах этерифицированы серной кислотой (Жамсаранова, 2006).



Следует отметить, что в литературе практически отсутствуют сведения о химическом (кисотно-щелочном) гидролизе хондроитин сульфата. Поэтому важной практической и теоретической задачей является кислотный гидролиз этого полисахарида до мономеров, последующая идентификация, и установление количественных соотношений между ними.

Экспериментальная часть

Хондроитин сульфат был получен в лаборатории по технологии (Пат. 20030162744 US) из хрящевой ткани голов семги.

Кислотный гидролиз хондроитин сульфата проводили в водном растворе соляной кислоты с концентрациями от 1 моль/л до 12 моль/л при температуре 50⁰С. Соотношение кислоты и хондроитин сульфата составляло 100:1. Перед определением содержания сахаров в полученных гидролизатах их нейтрализовали водным раствором гидроксида натрия с концентрацией 1 моль/л.

Содержание общих сахаров в гидролизатах по методу (Imoto, Yagishita, 1971). Метод основан на колориметрировании избытка щелочного раствора гексацианоферрата (III) калия после реакции с определяемыми сахарами. В ходе реакции гексацианоферрат (III) восстанавливается до гексацианоферрата (II), что приводит к ослаблению окраски раствора.

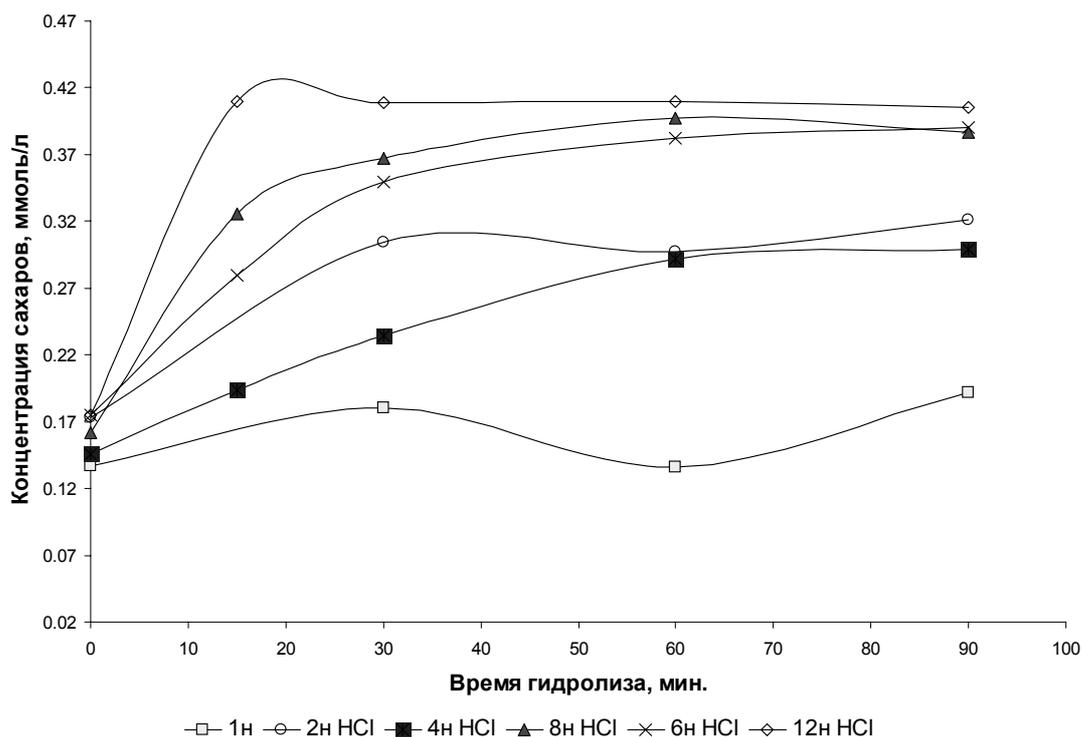


Рис. 1 – Кинетические кривые гидролиза хондроитин сульфата

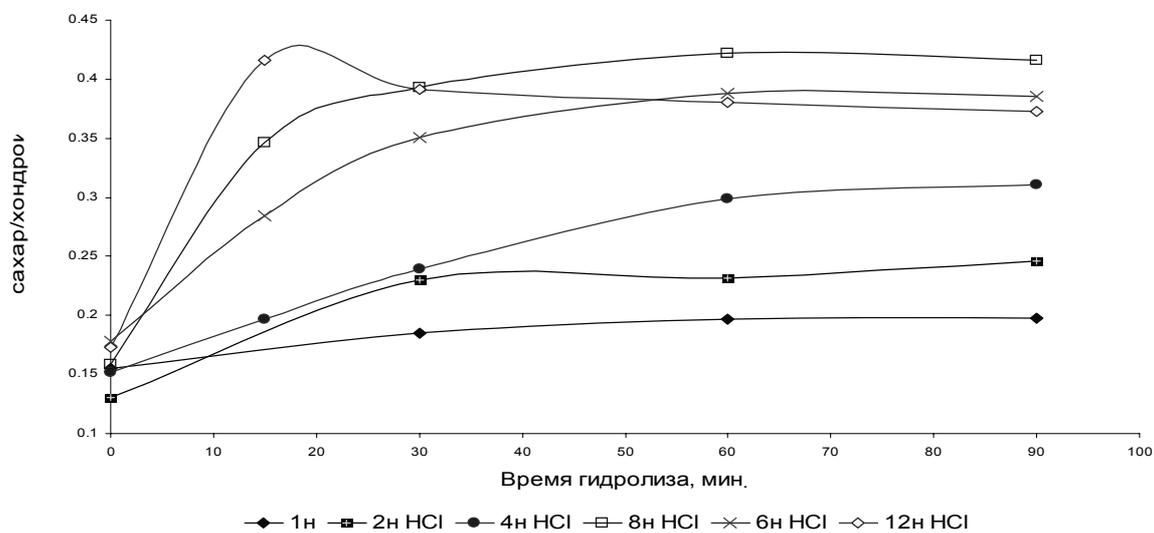


Рис.2 – Зависимость отношения общих сахаров, определенных в гидролизате, к начальной концентрации хондроитина (хондрозина) от времени гидролиза и концентрации соляной кислоты

Обсуждение результатов

На рис. 1 приведены кинетические кривые кислотного гидролиза хондроитин сульфата. Из рисунка следует, что максимальная концентрация общих сахаров в условиях эксперимента для концентраций HCl 1-8 моль/л достигается через 30 минут после начала гидролиза. Для концентраций HCl 12 моль/л – 15-20 минут. Затем

содержание сахаров практически не изменяется (максимальное время гидролиза 90 минут). В концентрированной кислоте (12 моль/л) гидролиз проходит наиболее полно.

Для количественной оценки степени гидролиза на рис. 2 приведены сравнительные кривые относительного содержания общих сахаров в гидролизате по отношению к димеру хондроитин сульфата - хондрозину.

Вид полученных кинетических кривых аналогичен, приведенным на рисунке 1. Из рисунка 2 следует, что в условиях эксперимента гидролиз исходного полисахарида до мономеров максимален при концентрации HCl 12 моль/л и времени гидролиза 15-20 минут и составляет около 45% по отношению к начальной концентрации хондроитина (хондрозина).

Выводы

1. Получены кинетические кривые гидролиза хондроитин сульфата при концентрациях HCl 1-12 моль/л, температуре 50 °С и времени гидролиза 90 минут.

2. В условиях эксперимента гидролиз исходного полисахарида до мономеров максимален при концентрации HCl 12 моль/л, времени гидролиза 15-20 минут и составляет около 45% по отношению к начальной концентрации хондроитина (хондрозина).

Список литературы:

- 1) AbdelFattah, W. Chondroitin sulfate and glucosamine: a review of their safety profile / W. AbdelFattah, T. Hammad T. // J. Am. Nutraceutical Assoc. – 2001. – No. 3. – P. 16-23.
- 2) Жамсаранова, С.Д. Сборник задач и упражнений по биологической химии / С.Д. Жамсаранова, З.А. Пластинина, Сборник задач и упражнений по биологической химии. – Улан-Удэ.:Издательство ВСГТУ, 2006.- 116с.
- 3) Пат. 20030162744 US, МПК А61К 031/737, С08В 037/00. Salmon-origin chondroitin sulfate / M. Takai, H. Kono; № 220539; заявл. 17.12.2002; опубл. 28.08.2003.
- 4) Imoto T., Yagishita K. A simple activity measurement of lisozyme. Agr. Biol. Chem., v.35, N 7, p.1154-1156, 1971.

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ДЕАЦЕТИЛИРОВАНИЯ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ ХИТОЗАНА НА СОЛЮБИЛИЗАЦИЮ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ ВОДНЫХ ДИСПЕРСИЙ

Степанова Н.В., Долгопятова Н.В., Новиков В.Ю., Коновалова И.Н., Путинцев Н.М. (Мурманск, МГТУ, кафедра химии, putincevnm@mstu.edu.ru; Полярный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО) им. Н. М. Книповича)

Abstract. Influence of a deacetylation degree and molecular weight of chitosan on efficiency of hydrocarbons extraction from water dispersions is investigated. The probable mechanism of hydrocarbons interaction with chitosan macromolecules based on solubilisation is discussed.

В настоящее время уделяется большое внимание проблеме очистки сточных вод промышленных предприятий от органических загрязнений. Для водных дисперсий, содержащих вещества неполярной природы, традиционно используют адсорбцию с применением адсорбентов различной природы. Поиск новых адсорбентов нетоксичных, экологически безопасных, биологически инертных, способных осуществлять глубокую очистку водных дисперсий является актуальным.

Адсорбентами, отвечающими этим требованиям, могут служить природные высокомолекулярные вещества - полисахариды, к которым относится хитозан – катионный полисахарид, являющийся производным природного биополимера хитина. Адсорбция органических веществ из водных растворов сопровождается их солюбилизацией макромолекулами хитозана (1).

Целью данной работы было изучение влияния степени деацетилирования (DD) и средней молекулярной массы (ММ) хитозана на процесс солюбилизации углеводородов из водных дисперсий.

Хитозан получали деацетилированием крабового хитина по методике, разработанной в ПИНРО (г.Мурманск) (2). Среднюю ММ образцов хитозана определяли вискозиметрическим методом (3). DD определяли путем обратного потенциометрического титрования (3). DD образцов хитозана составляла от 60 до 99,8 %, средняя ММ – $(50 - 510) \cdot 10^3$. В работе использовали растворы хитозана с концентрациями 0,125 - 1,00 г/л.

Солюбилизацию гептана изучали фотокolorиметрическим методом (4). Для проведения солюбилизации к исследуемым растворам хитозана добавляли раствор жирорастворимого красителя судана III в гептане и выдерживали при постоянной температуре и встряхивании в течение 2 часов. Количество солюбилизированного гептана оценивали по изменению относительной оптической плотности раствора при длине волны 440 нм.

Как показали результаты исследований, увеличение ММ хитозана от $50 \cdot 10^3$ до $510 \cdot 10^3$ практически не влияет на количество солюбилизированного вещества. По всей видимости, суммарный объем гидрофобных областей макромолекул хитозана определяется, главным образом, массовой концентрацией полисахарида, а не его молекулярной массой, что объясняется увеличением общей емкости гидрофобных областей макромолекул. Такие области образуют своеобразные «внутримолекулярные мицеллы», стабилизированные гидрофобными связями (5).

Результаты изучения влияния DD хитозана на солюбилизацию гептана показали, что увеличение DD хитозана от 75,1 до 90,1 % приводит к интенсификации солюбилизации. Однако при повышении DD до 99,8 % относительная оптическая плотность растворов снижается, что говорит об уменьшении количества солюбилизированного вещества. По всей видимости, адсорбционная емкость хитозана по отношению к углеводородам определяется DD и наличием межмолекулярных и внутримолекулярных химических связей: при увеличении DD хитозана суммарный объем гидрофобных областей возрастает. Однако при высокой DD наблюдается внутри- и межмолекулярное взаимодействие молекул хитозана с образованием кристаллической структуры, что приводит к уменьшению объема этих областей. При этом с увеличением DD молекулы хитозана способны образовывать более прочные связи между аминными и гидроксильными группами. Образование такой структуры приводит к «выталкиванию» инородных молекул, в данном случае молекул углеводородов.

Процесс солюбилизации можно рассматривать как процесс распределения третьего компонента между двумя несмешивающимися фазами. Такой подход позволяет рассчитать термодинамические параметры процесса солюбилизации и оценить изменение свободной энергии при связывании солюбилизата, установить механизм этого явления. Для изучаемых систем были рассчитаны термодинамические параметры солюбилизации (по аналогии с расчетами, приведенными для системы *белок - низкомолекулярные углеводороды* в работе(5)).

Расчет изменения энтропии ΔS и изменения энергии Гиббса при солюбилизации гептана растворами хитозана показал, что $\Delta G < 0$ и $\Delta S > 0$ во всем исследованном диапазоне рН. Значения термодинамических параметров ($\Delta G < 0$; $\Delta S > 0$) соответствуют статистико-термодинамической модели гидрофобного связывания, а полученные значения ΔG и ΔS численно близки к термодинамическим параметрам переноса неполярных веществ из полярной среды в неполярную.

Анализ термодинамических параметров солюбилизации исследованных систем показал, что этот процесс является самопроизвольным ($\Delta G < 0$) и экзотермическим ($\Delta H < 0$). Поскольку для изобарно-изотермических процессов изменение энергии Гиббса равно $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, а в случае гептана, как показали расчеты, $\Delta S < 0$, то вероятность самопроизвольного протекания процесса увеличивается при понижении температуры.

Выводы:

На процесс солюбилизации гептана оказывает влияние степень деацетилирования хитозана. Изменение средней молекулярной массы хитозана от $50 \cdot 10^3$ до $510 \cdot 10^3$ практически не влияет на количество солюбилизированного углеводорода.

Список литературы:

- 1) Степанова Н.В., Коновалова И. Н., Новиков В. Ю., Реут К. В. Исследование растворов хитозана для извлечения веществ липидной природы из водных дисперсий. Журнал прикладной химии. 2004. Т.77, № 2. С.259-264.
- 2) Мухин В. А., Новиков В. Ю. / Тез. докл. Международной конференции и выездной сессии отделения Общей биологии РАН. Петрозаводск, 1999. С. 243-244. Рез. англ. С. 282.

- 3) Рипачева Е.Н. Разработка технологии получения хитозана с использованием физико-химических закономерностей щелочного гидролиза хитинсодержащего сырья. Дисс. ... канд. техн. наук. Мурманск, 2007. 214 с.
- 4) Нейман Р.Э. Практикум по коллоидной химии (коллоидная химия латексов и поверхностно-активных веществ. М.: Высш. школа, 1971. 175 с.-
- 5) Измайлова В.Н., Ребиндер П.А. Структурообразование в белковых системах. М.: Наука, 1974. 268 с.

СОСТАВ БЕЛКОВОГО ГИДРОЛИЗАТА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ РЫБНЫХ БЕЛКОВ, ПО ДАННЫМ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА

Широнина А. Ю.¹, Деркач С. Р.¹, Новиков В.Ю.² (Мурманск,

¹ МГТУ, кафедра химии, nessyl31@rambler.ru;

² Полярный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО) им. Н.М. Книповича)

Abstract. The purpose of the given work is the electroforetic definition of molecular weights of the proteins included in nonhydrolyzed raw material (waste of crashes processing), and their comparison with molecular weights of the protein complexes, appeared after enzymic hydrolysis. The results will be used for methods of hydrolysis process regulation development and for reception proteins hydrolysis technology perfection.

Рациональное использование морского сырья предполагает его безотходную переработку. Известно, что гидробионты, обитающие в Баренцевом море, имеют в составе своих тканей белки, не уступающие по аминокислотному составу традиционным источникам белкового питания (1).

Отходы рыбодобывающей и рыбообрабатывающей промышленности, образующиеся в больших количествах, могут служить источником белка (2).

Одним из наиболее перспективных направлений утилизации неиспользуемого белка является получение из него белковых гидролизатов, которые могут применяться в качестве питательной основы для микробиологических диагностических сред, кормовых компонентов для рыб, птицы и сельскохозяйственных животных, питательных растворов для послеоперационных больных и т. д (3).

Цель работы состояла в определении молекулярных масс белковых веществ, входящих в состав негидролизованного сырья, представляющего собой отход переработки трески, и в сравнении их с молекулярными массами белковых комплексов, образующихся после ферментативного гидролиза.

В данной работе использовали отход переработки трески *Gadus morhua morhua* (сырье) и гидролизат трески с известной степенью гидролиза 20%, полученный ранее ФГУП "Полярный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии им. М. Н. Книповича" («ПИНРО») (3).

Для разделения смеси белковых веществ, входящих в состав сырья и гидролизата, а также определения молекулярного состава данных смесей использовали метод градиентного ДСН-электрофореза в полиакриламидном геле (соотношение концентраций акриламида в разрешающем и концентрирующем геле 7,5:17,5 %). Этот метод позволяет разделять в линейном диапазоне белки с молекулярной массой от 14 до 212 кД (4).

Молекулярную массу белковых фракций определяли по калибровочному графику в координатах Молекулярная масса (М, кД) / R_f, построенному по разделению 12 стандартных белков (Pharmacia Biotech) с известной молекулярной массой от 14,4 до 212 кД (4).

На рисунке 1 приведены данные по электрофорезу экспериментальных гидролизатов, со степенью гидролиза 20 %, полученных в ходе исследований, проводимых ФГУП «ПИНРО» (позиция 2), а также сырья полученного из отходов переработки трески (позиция 3). Образец 3 представляет собой смесь высокомолекулярных белковых соединений, выделенных из негидролизованного сырья трески.

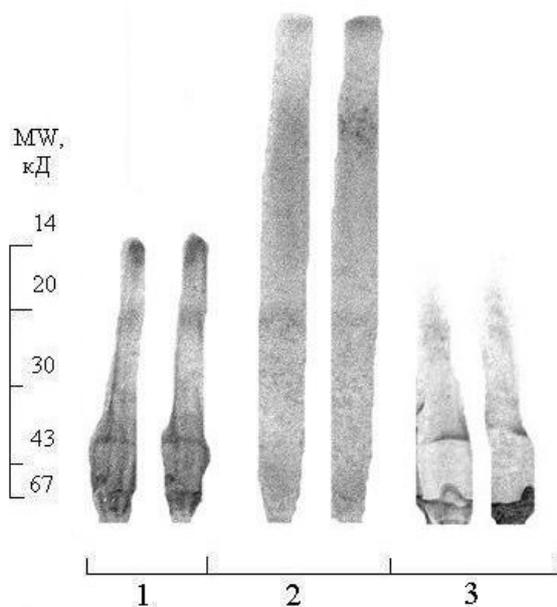


Рисунок 2. Электрофореграмма исследуемых веществ:

1 – набор стандартных белков с известной молекулярной массой (Pharmacia Biotech);
2 – гидролизат трески (20 % гидролиза); 3 – сырье из отходов трески.

Для калибровки и получения возможности обработки данных на электрофореграмме также была разделена смесь белков с известной заранее молекулярной массой от 14 до 67 кД (позиция 1).

Как видно из рисунка 1 в процессе электрофореза произошло разделение компонентов смеси белковых веществ, содержащихся в образцах, по молекулярным массам.

В состав гидролизатов трески и креветки (позиция 2) входят белковые фракции, молекулярная масса которых меньше 14 кД. Тогда как негидролизованное сырье трески представляет собой смесь высокомолекулярных белковых фракций, молекулярная масса которых лежит в интервале от 20-30 кД и выше (позиция 3).

Результаты проведенного эксперимента позволяют предположить, что электрофоретическое разделение негидролизованных белковых фракций, содержащихся в сырье, прошло не полностью. Часть фракций осталась в начале гелевой пластинки. Это возможно связано с их высокой молекулярной массой.

Результаты электрофореза образцов 2 показывают, что готовый гидролизат имеет в своем составе низкомолекулярные белковые соединения, что говорит об эффективности проведенного гидролиза в процессе их получения.

Распределение белковых фракций по молекулярным массам после проведения электрофореза представлено в таблице 3.

Таблица 3. Присутствие белковых фракций с определенными молекулярными массами

Образец	Наличие веществ белковой природы различной молекулярной массы			
	10 – 50 кД	50 – 100 кД	100 – 150 кД	150 – 200 кД
Треска (гидролизат)	+	-	-	-
Сырье трески	-	+	+	+

Список литературы:

- 1) Химический состав и биохимические свойства гидробионтов прибрежной зоны Баренцева и Белого морей / Лебская Т. К., Двинин Ю. Ф., Константинова Л. Л., Кузьмина В. И., Толкачева В. Ф., Мухин В. А., Шаповалова Л. А. - Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1998.- 150 с.
- 2) Влияние пептидной и кормовой добавки из отходов кожевенного производства и сукцината натрия на активность АТФаз ядер и цитоплазматических мембран эритроцитов, биохимические показатели крови и продуктивность цыплят-бройлеров / Мосягин В.В. // Научный журнал КубГАУ. – 2008. - №35(1). – С. 2.
- 3) Мухин В. А., Новиков В. Ю. Ферментативные белковые гидролизаты тканей морских гидробионтов: получение, свойства и практическое использование. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2001. – 101 с.
- 4) Electrophoresis in practice: a guide to teory and practice / Reiner Westermeier/ In collab/ with Neil Barnes... [Transl.: Monica Fischer]. – Weinheim, 1993

СЕКЦИЯ
«ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
СЫРЬЯ»

*Секция «Техника и технологии переработки
гидробионтов и сельскохозяйственного сырья»*

Шокина Ю.В., Висков А.Ю., Аллюров К.Б. К вопросу о совершенствовании средств автоматического контроля и управления процессом дымообразования с использованием энергии ИК-излучения.....	332
Шокина Ю.В., Коробицин А.А., Волков М.А. К вопросу о совершенствовании ИК-дымогенератора второго поколения путем разработки и оптимизации феноменологической модели процесса пиролиза топлива.....	336
Коробицин А.А., Шокина Ю.В. К вопросу о расширении области применения эмпирических зависимостей продолжительности процесса дымообразования в ИК-дымогенераторе периодического действия второго поколения.....	341
Анашкина К.Г., Мезенова О.Я. Анализ современных технологий контроля качества сырья и пищевых продуктов.....	343
Артемов Р.В., Харенко Е.Н. Микробиологические исследования рыбы охлажденной «жидким льдом» при хранении	347
Барышников А.В. Изучение абсорбции фенолов, карбониллов и кислот в коптильных препаратах и экстрактах радиоволновым методом	351
Бражная И.Э., Радченко А.В., Бережной О.Л. К вопросу об использовании условий измененной атмосферы для тепловой обработки продуктов	355
Бочкарев А.И., Боева Н.П., Бредихина О.В. Переработка использованных тузлуков мембранными методами.....	358
Маслов А.А., Власов А.В., Кайченев А.В. Совершенствование методики изучения температурного поля греющей среды аппаратов периодического действия для стерилизации консервов.....	361
Маслов А.А., Яценко В.В., Власова А.Р., Власов А.В. Совершенствование процесса получения коптильного препарата.....	364
Маслов А.А., Яценко В.В., Власова А.Р., Власов А.В. Спектроскопическое исследование коптильных препаратов	368
Маслов А.А., Власов А.В., Кайченев А.В. Пути повышения эффективности процесса стерилизации в автоклавах периодического действия.....	373
Волченко В.И., Гроховский В.А., Володченкова Е., Черненко К. Возможность рационального использования печени трески на пищевые цели.....	377
Глазунов Е.А., Липин Д.Е. Сравнение различных способов генерации дыма	379
Гроховский В.А., Борисова А., Волкова А.П., Клименко А. Технологические разработки новых видов продукции на основе изолята рыбного белка (ИРБ)	382
Добренкова С.В. Качество консервов для детского питания	386
Ершов М.А., Ершов А.М., Николаенко О.А. Расчетный метод построения поля влагосодержания для филе рыбы в процессах холодной сушки.....	388
Завальнюк В.В., Иваней А.А. Использование биологически активных добавок в ВАКЭ.....	393

Иваней А.А., Завальнюк В.В. Сравнение различных способов получения ВАКЭ.....	394
Землякова Е.С., Мезенова О.Я. Моделирование и оптимизация процесса ферментации в технологии полифункциональной добавки	396
Ильченко М.М., Боева Н.П. Способ получения цельной кормовой муки из ластоногих млекопитающих	400
Казакова О.Н., Мезенова О.Я. Анализ свойств натурального подсластителя из стевии	405
Куранова Л.К. Изучение качественных характеристик исландского морского гребешка с целью создания аналогового продукта с заданными свойствами.....	409
Куранова Л.К. Разработка технологии красителя, используемого для изготовления имитированного морского гребешка	414
Махнач Е.В., Бессмертная И.А. Оценка изменений органолептических показателей качества печенья с профилактическими свойствами при хранении.....	416
Михлай С.А. Качество формованных полуфабрикатов на основе нерыбных объектов промысла для детского питания.....	419
Низковская О.Ф., Гроховский В.А. Установление оптимального ингредиентного состава нового формованного рыбного продукта «Морского ассорти»	421
Николаенко О.А., Куранова Л.К., Петрова И.Б., Саморядова О.В. Вопросы разработки новых видов натуральных консервов из рыб Северного бассейна.....	424
Новикова М.В., Нгуен Хай Иен Пресноводный моллюск дрейссена и зеленая мидия как потенциальное сырьё для получения белковых гидролизатов.....	427
Пискунович Д.И., Мухин В.А., Степаненко В.В., Борисов В.В. Использование комплексных пищевых добавок в рыбной промышленности	431
Поликанова Н.В., Мезенова О.Я. Совершенствование рецептуры эмульгированных мясных продуктов путем применения натуральных пищевых добавок	435
Потапов П.П., Мезенова О.Я. Инфузории <i>Stylonichia mytilis</i> в качестве тест-объекта биологической безопасности пищевых продуктов на основе гидробионтов	439
Похольченко В.А., Цихановский Д.Ю. Разработка методики расчета процессов обезвоживания и нагрева рыбы при горячем и полугорячем копчении	443
Пьянова С.В. Влияние процесса варки на состояние мышечной ткани бланшированной креветки	446
Скапец О.В., Мезенова О.Я. Исследование свойств функциональных напитков на основе молочной сыворотки.....	450
Телицына М.А., Кирилюк О.А., Гроховский В.А. Способ изготовления варенья из северных ягод с использованием СВЧ-нагрева	454
Телицына М.А., Кирилюк О.А., Гроховский В.А. Разработка новых видов рыбных консервов из атлантической сельди с использованием оригинальных заливок ..	456
Хамзина А.К. Жирнокислотный состав липидов некоторых видов рыб.....	458
Шарыгина Я.И., Байдалинова Л.С. Быстрозамороженные мясные полуфабрикаты с растительными экстрактами для стабилизации липидов	460

Шокина Ю.В., Файзуллова Ю.Ф., Сергеева Н.С. Обоснование технологии изготовления натуральной рыбной кулинарной продукции	464
Шокина Ю.В., Гроховский В.А., Файзуллова Ю.Ф., Сергеева Н.С. Исследование спроса рыбоперерабатывающих предприятий мурманской области на инновационные технологии переработки гидробионтов.....	466
Несвященко О.А. Состояние предприятий быстрого питания в Мурманске.....	473
Голубев Б.В., Шутов А.В. , Кобылянский И.Г. Исследование процесса фильтрации охлаждающей морской воды через слой рыбы в универсальной модели рыбоохладителя	474
Голубев Б.В., Кобылянский И.Г., Шутов А.В., Лискова Т.Ю. Нестационарный теплообмен при открывании-закрывании дверей шкафов-витрин холодильных установок в супермаркете фирмы ОАО “Норд-Вест ФК”	476

К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СРЕДСТВ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДЫМООБРАЗОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ ИК-ИЗЛУЧЕНИЯ

Шокина Ю.В., Висков А.Ю., Аллюяров К.Б. (Мурманск, МГТУ,
кафедра Технологии пищевых производств, кафедра Автоматики и
вычислительной техники; shokinajuve@mstu.edu.ru)

Abstract. This article describes the ways of improvement of the control and management system in the smoke generating process with a help of infrared-radiation energy by elaboration of uninterruptedly working temperature sensor in a fuel layer.

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы совершенствования системы управления и контроля процесса дымообразования с использованием энергии ИК-излучения путем разработки первичного преобразователя для непрерывного измерения температуры в слое топлива.

На кафедре «Технологии пищевых производств» МГТУ совместно с кафедрой «Автоматики и вычислительной техники» ведется работа по совершенствованию средств автоматизированного контроля и управления процессом дымообразования с использованием энергии инфракрасного излучения.

Процесс дымообразования является весьма сложным комплексным физико-химическим процессом, что затрудняет поддержание оптимальной температуры дымогенерации и других параметров. Современные средства автоматизации позволяют в значительной мере автоматизировать течение дымообразования. Поиск путей поддержания заданных параметров пиролиза с использованием энергии ИК-излучения является актуальной задачей.

Основную трудность представляет несовершенство современных способов определения температуры дымогенерации (измерение температуры в слое производится посредством точечной термопары сопротивления, что дает значительную погрешность) и сложность реализации управляющих воздействий.

Решить задачу получения более полной информации о температурных полях в слое топлива в процессе пиролиза в ИК-ДГ позволит использование новых средств измерения температуры, например использование «сетчатого терморезистора» (Висков А.Ю., Аллюяров К.Б., 2007 г.).

Главное преимущество данного метода заключается в измерении температуры не в одной определенной точке слоя опилок, а в плоскости сетчатого терморезистора, что позволяет более точно определить температуру в слое топлива на любом удалении от генератора ИК-излучения. Терморезистор разработанной конструкции позволяет измерять среднеинтегральную температуру слоя топлива конечной толщины, что позволит более надежно контролировать температуру пиролиза топлива – ключевого фактора, определяющего безопасность вырабатываемой копильной среды.

Разработанный первичный преобразователь представляет собой прямоугольную рамку с отверстиями, расположенными по всему периметру рамки. Через эти отверстия протянута проволока из сплава, имеющего высокое удельное сопротивление (около 0,5 мкОм/м), максимальное значение термического коэффициента электрического сопротивления. Проволока протянута таким образом, что образует сетку с ячейей прямоугольной формы (рис.1).

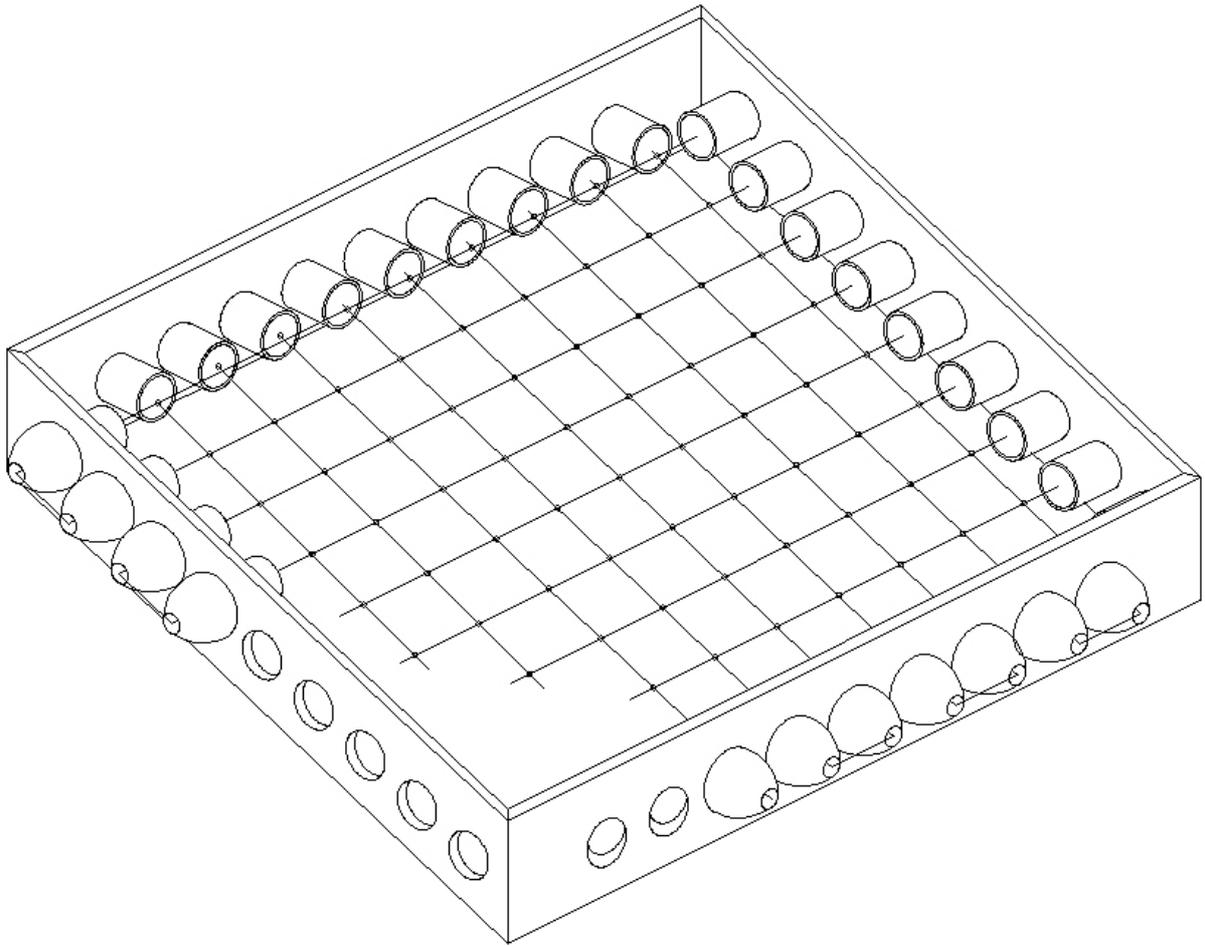


Рисунок 1 – «Сетчатый терморезистор»

Особенностью крепления измерительной сетки (чувствительного элемента) к раме является отсутствие электрического контакта с рамой, что достигается при помощи изолирующего материала. В качестве изолирующего материала в точках пересечения сплава проволоки используется специальный термостойкий диэлектрик (рис.2), а в точках соприкосновения сплава проволоки с материалом рамы используются специальные керамические прокладки (рис.3).

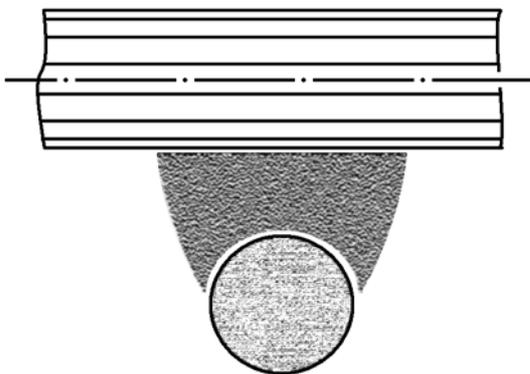


Рисунок 2 – Точка пересечения сплава проволоки

При разработке конструкции «сетчатого терморезистора» учитывалась вероятность провисания сетки под действием высокой температуры и, как следствие, вероятность замыкания. Для укрепления конструкции «сетчатого терморезистора» предусмотрены специальные элементы конструкции рамы, выполненные из термопласта. Выбор термопласта в качестве материала для специальных элементов был обусловлен его прекрасными диэлектрическими свойствами и высокой термостойкостью.

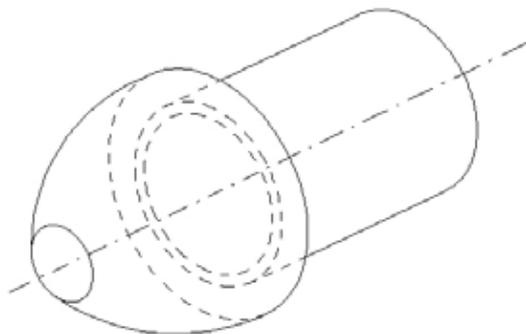


Рисунок 3 – Керамическая прокладка

Для измерения среднеинтегральной температуры слоя топлива терморезистор помещается на заданную глубину в носитель ИК-ДГ, заполненный топливом – древесными опилками различной удельной поверхности и влажности. Измерение производится в непрерывном режиме, сигнал от терморезистора преобразуется в цифровой и направляется на обработку в ПК.

В настоящий момент для расчета температуры дымообразования может быть применена компьютерная программа, разработанная на кафедре «Технологии пищевых производств» (Коробицын А.А., Волков М.А., Шокина Ю.В.; свидетельство №2009610559). Процесс расчета является трудоемким и достаточно длительным. Применение разработанного «сетчатого терморезистора» позволит не только упростить процедуру замера температуры, но и после разработки соответствующего программного обеспечения, получить более достоверные данные о температуре пиролиза топлива в ИК-ДГ, следовательно, прогнозировать безопасность продукции по содержанию канцерогенных веществ.

Основные этапы процесса разработки «сетчатого терморезистора» представлены ниже:

1. Оптимизация конструкции, подбор сплава, отвечающего вышеизложенным требованиям.
2. Калибровка, настройка «сетчатого терморезистора».
3. Подбор необходимых средств автоматизации.
4. Изучение процесса дымогенерации топлива.
5. Подбор аппаратных и программных средств для создания промышленной системы контроля процесса получения копильной среды с использованием энергии ИК-излучения.
6. Создание и настройка системы автоматического управления процессом дымогенерации.

На основе конструкции разработанного «сетчатого терморезистора» в перспективе возможна разработка «объемного терморезистора», который позволит наиболее полно оценивать температурное поле топлива в носителе ИК-ДГ.

Результатом проведенных исследований стала разработка методики измерения среднеинтегральной температуры в плоскости слоя топлива в процессе дымообразования в ИК-ДГ с использованием нового первичного измерительного преобразователя температуры «сетчатый терморезистор». Это усовершенствует способ измерения температуры пиролиза топлива, что в свою очередь позволит модернизировать технологию производства безопасных и свободных от канцерогенных веществ копченых мясных и рыбных продуктов. Полученный экспериментальный материал будет использован для аналитического описания функции связывающей температуру пиролиза топлива в ИК-ДГ со среднеинтегральной температурой в плоскости слоя топлива в зависимости от влияющих факторов.

Список литературы:

- 1) Баранов, В.В., Бражная И.Э., Гроховский В.А. Технология рыбы и рыбных продуктов: Учебник для вузов / В.В. Баранов., И.Э. Бражная, В.А. Гроховский и др.; Под ред. А.М. Ершова. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 944 с.
- 2) Эйдельштейн И.Л. Основы автоматики и автоматизации производственных процессов рыбообрабатывающей промышленности – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 320 с.
- 3) Курко, В.И. Методы исследования процесса копчения и копченых продуктов / В.И. Курко. – М.: Пищ. пром-сть, 1977. – 192 с.
- 4) Курко, В.И. Химия копчения / В.И. Курко. – М.: Пищ. пром., 1969. – 319 с.
- 5) Мезенова, О.Я. Производство копченых пищевых продуктов / О.Я. Мезенова, И.Н. Ким, С.А. Бредихин. – М.: Колос, 2001. – 208 с.
- 6) Мезенова, О.Я. Современные проблемы и методы исследования в технологии копченой продукции / О.Я. Мезенова. – Калининград: КГТУ, 2001. – 149 с.
- 7) Сердобинцев С.П. Автоматика и автоматизация производственных процессов в рыбной промышленности: Учебник для вузов – М.: 194. – 334 с.

К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ИК-ДЫМОГЕНЕРАТОРА ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ ПУТЕМ РАЗРАБОТКИ И ОПТИМИЗАЦИИ ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА ТОПЛИВА

Шокина Ю.В., Коробицин А.А., Волков М.А. (Мурманск, МГТУ,
кафедра технологии пищевых производств, кафедра технической
механики, кафедра физики, shokinajuv@mstu.edu.ru)

Abstract. The phenomenological model of the woods pirolis in infrared smoke generator was developed. Was studied such physical processes as diffusion and thermo diffusion of water, drying, pirolis into layer of woods fuel and calculated the main parameters of these processes. Using physic and mathematic model of the process woods fuel pirolis practically gives a preliminary information about its temperature, which correlate virtually with all technological properties of smoke.

Необходимым условием повышения безопасности дымовых коптильных сред, повсеместно применяемых в настоящее время для производства широчайшего ассортимента копченой пищевой продукции, является снижение содержания в них веществ, обладающих выраженным канцерогенным и мутагенным действием, - полиароматических углеводородов (ПАУ). Температура пиролиза древесины – основной фактор, определяющий химический состав вырабатываемого дыма.

На кафедре «Технологии пищевых производств» МГТУ (1999 – 2005 г.г.) был разработан способ получения коптильного дыма с использованием энергии инфракрасного излучения и устройство для его осуществления – инфракрасный дымогенератор (далее по тексту ИК–дымогенератор) периодического действия. Главным достоинством аппарата является возможность контролировать температуру пиролиза топлива, управляя некоторыми технологическими параметрами процесса, такими как, насыпная масса и начальная влажность древесного топлива, количество добавленной воды.

Однако до последнего времени не была получена феноменологическая модель сложного комплексного физико-химического процесса дымообразования с использованием энергии инфракрасного излучения, которая позволила бы наиболее полно учесть процессы, протекающие в слое топлива и их влияние на температуру пиролиза топлива. Создание такой модели существенно облегчит задачу поддержания температуры разложения топлива в канцерогенно-безопасных пределах.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- обосновать физическую модель процесса пиролиза топлива с использованием энергии ИК-излучения;
- с применением аналитического метода разработать математическую модель процесса пиролиза топлива с использованием энергии ИК-излучения;
- определить экспериментально коэффициенты диффузии влаги в слое топлива, термодиффузии влаги в слое топлива, теплопроводности топлива известной насыпной массы;
- разработать методику расчета температуры пиролиза топлива с использованием энергии ИК-излучения с учетом граничных условий третьего рода;
- разработать компьютерную программу расчета температурных полей в слое топлива в процессе пиролиза.

Эксперименты проводили на опытно–промышленном образце ИК–дымогенератора изготовленном на кафедре «Технологии пищевых производств» МГТУ, и размещенном в научно–производственной лаборатории «Современных технологических процессов переработки гидробионтов» (СТППГ) той же кафедры.

В качестве топлива выбраны опилки лиственных пород деревьев по ТУ 13–322 «Сырье древесное для копчения» с насыпной массой от 84 до 154 кг/м³ и начальной влажностью от 10 до 70 %. Температуру пиролиза топлива определяли по методу Ершова–Шокиной, суть которого состоит в определении температуры пиролиза специально изготовленных деревянных образцов, моделирующих пористый слой опилок. Исследование температурных полей в слоях топлива определяли в трех точках (см. рисунок 1), размещая равномерно по высоте слоя в качестве датчиков температуры термопары ТХА-1000 ГОСТ 3044, подключенных к микровольтнаноамперметру Ф-136. Произведенные в милливольтгах замеры переводились в градусы Цельсия по градуировочной шкале хромель–копель. Взятие проб опилок для определения влажности производили в тех же точках.

Для определения коэффициента теплопроводности топлива λ , Вт/(м К), опилки нагревали до температуры в верхнем слое 200 град С, затем выключали генераторы инфракрасного излучения и измеряли температуру в слоях топлива в зависимости от времени охлаждения (4). Коэффициент теплопроводности определяли из приведенного ниже уравнения теплопроводности:

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}, \quad (1)$$

Определение коэффициента диффузии влаги в слое топлива D_u , м²/с, проводили экспериментально путем определения влажности слоев топлива на уровнях В, С, Н (см. рисунок 1) при свободном поднятии влаги по слою опилок (4).

Коэффициент диффузии определяли обратным способом из приведенного ниже уравнения диффузии:

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = D_u \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad (2)$$

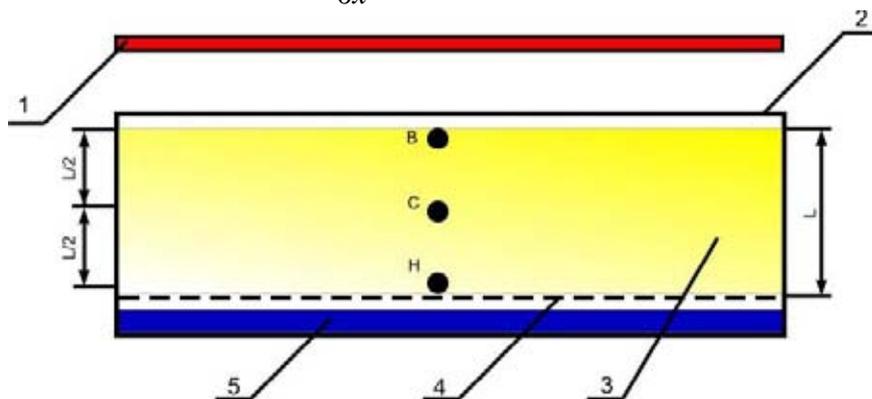


Рис. 1. Расположение точек измерения температуры в слое опилок: 1 – генератор инфракрасного излучения, 2 – ванна дымогенерации, 3 – опилки, 4 – фальш-дно, 5 – избыточно добавленная влага; В – верхняя точка, С – средняя точка, Н – нижняя точка

Для определения коэффициента термодиффузии влаги в слое топлива D_t , К²/с, в ванну для дымогенерации засыпали одинаковую во всех экспериментах массу опилок, под фальш-дно заливали неизменный объем воды. Затем включали генераторы

инфракрасного излучения нижние по отношению к носителю топлива (генераторы над слоем топлива были выключены).

Нагрев топлива осуществлялся паром, который образует добавленная под фальш-дно вода (4). Коэффициент термодиффузии D_t определяли из следующей формулы:

$$D_t = \frac{\frac{\partial U}{\partial \tau} - D_u \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - \Delta u}{\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}}. \quad (3)$$

При расчете коэффициента термодиффузии топлива учитывалось также влага Δu , поступающая в процессе генерации дыма в слой топлива от конденсации избыточно добавленной воды под фальш-дно носителя.

Расчет коэффициентов дифференциальных уравнений осуществляли с помощью ПЭВМ и программы MathCAD R14.

Проведенные опыты позволили установить (2, 3, 4), что основными процессами, на которые расходуется энергия инфракрасного излучения при образовании копильного дыма в инфракрасном дымогенераторе, являются: 1) нагрев слоя топлива; 2) испарение влаги из топлива; 3) испарение избыточной добавленной влаги под фальш-дно; 4) нагрев корпуса дымогенератора; 5) потери тепла с дымовоздушной смесью, уносимой в зону копчения. Кроме того, необходимо учитывать, при температуре топлива свыше 270 град С в слое топлива возникает новый источник энергии – начинается химическая реакция разложения основных компонентов древесины – целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина с образованием кислородосодержащих углеводов.

Анализируя известные дифференциальные уравнения переноса теплоты и массы применительно к процессам, происходящим в дымогенераторе, предложим физико-математическую (феноменологическую) модель процесса пиролиза топлива в дымогенераторах с инфракрасным подводом энергии (4):

$$\begin{cases} C\rho \frac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + r \cdot \alpha \cdot \frac{\partial U}{\partial \tau} + \omega(x) + q(x) \\ \frac{\partial U}{\partial \tau} = D_u \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + D_t \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \end{cases}. \quad (4)$$

где $C\rho = c_v \frac{U \cdot \rho_{on}}{1-U} + c_{on} \rho_{on}$ – удельная теплоемкость смеси вода–опилки, теплоемкостью пара пренебрегаем,

c_v, c_{on}, ρ_{on} – удельные теплоемкости воды и опилок и плотность опилок,

U – влажность опилок;

λ – коэффициент теплопроводности слоя древесных опилок задан удельной поверхностью и влажностью;

r – скрытая теплота парообразования;

Коэффициент α определяет какую часть в изменении влажности составляют процессы конденсации и парообразования, в расчетах значение α задавалось равным 0.5;

$\omega(x)$ – удельное поглощение тепла в слое опилок с координатой x , координата x отсчитывается от нижней границе опилок в сторону инфракрасного излучателя;

D_n – коэффициент влагопереноса (характеризует перенос влаги в слое топлива за счет капиллярных явлений и адсорбции влаги на поверхности опилок);

D_t – коэффициент термодиффузии в слое опилок;

$q(x)$ – энергия разложения древесины.

Приведенная выше система уравнений решалась численно при следующих начальных и граничных условиях: в начальный момент времени температура топлива всюду равна 15 град С; в начальный момент времени влажность топлива на нижней и верхней границах задавалась равной 0.7 и 0.1 соответственно (4). В дальнейшем изменение влажности на верхней границе при $x=L$ подчиняется условию:

$$-\frac{\partial U}{\partial x} = C. \quad (5)$$

где постоянная C оценивается эмпирически.

На основе полученной математической модели была составлена компьютерная программа прогнозирования температурных полей в слое топлива при дымогенерации с использованием энергии инфракрасного излучения (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009610559 от 23.01.2009 г., Коробицын А.А., Волков М.А., Шокина Ю.В.)

При составлении алгоритма решения системы дифференциальных уравнений (4) записывали каждое из уравнений, входящее в систему, а также начальные и граничные условия в конечно-разностной форме. При решении уравнения теплопроводности использовалась неявная схема, при решении уравнения диффузии – явная схема. Слой топлива рассматривали как пластину. Толщина элементарного слоя, в котором протекает пиролиз топлива, поддерживалась на постоянном уровне в ходе всех экспериментов и составляла в среднем от 1 до 3 мм в зависимости от насыпной массы топлива.

Полученные результаты математического моделирования показали хорошую сходимость с результатами экспериментов по определению температуры пиролиза топлива (1,3).

Разработанная модель пиролиза топлива позволяет (2):

- получать распределение температуры и влажности в слое топлива, задавая любое сочетание влияющих факторов (насыпная масса, влажность топлива, количество избыточно добавленной влаги, мощность генераторов ИК-излучения, конструктивное расстояние от генераторов излучения до слоя топлива, условия теплообмена в дымогенераторе);
- выявлять критически влияющие факторы на температуру пиролиза топлива (следовательно, и на безопасность получаемой дымовоздушной смеси) и предлагать пути решения по снижению указанной температуры до безопасного уровня;
- значительно облегчить процесс проектирования новых дымогенераторов с использованием энергии инфракрасного излучения; поскольку увеличивая производительность «теоретического» дымогенератора, еще на стадии проектирования появляется возможность моделирования температурных полей в слое топлива в зависимости от основных влияющих факторов, тем самым определяя их оптимальные значения, обеспечивающие канцерогенную безопасность копильной среды;
- расширить диапазон применения разработанной математической модели за счет ее использования для исследования сушки капиллярно-пористых тел (в этом случае следует принять величину энергии, выделяющейся при пиролизе топлива, равной нулю).

Список литературы:

- 1) Обоснование оптимального режима эксплуатации ИК-дымогенератора 2-го поколения / А. М. Ершов, А. А. Маслов, Д. А. Пономаренко, Ю. В. Шокина, А. Ю. Обухов, А. А. Коробицин // Вестник МГТУ.– 2007, Т. 10, № 4 .– С. 653 – 659.
- 2) Исследование температурных полей в слое топлива в процессе дымообразования с использованием энергии инфракрасного излучения / А. М. Ершов, Ю. В. Шокина, А. Ю. Обухов, А. А. Коробицин // Наука и образование – 2005: материалы междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 6-14 апреля 2005 г.: в 7 ч. / МГТУ.– Мурманск, 2005.– Ч. 6. – С. 283–286.
- 3) Влияние температуры пиролиза топлива в ИК-дымогенераторе повышенной производительности на технологические свойства вырабатываемых копильных сред / Ю. В. Шокина, А. М. Ершов, А. А. Коробицин, А. Ю. Обухов, В. В. Беспалова // Наука и образование – 2006 [Электронный ресурс]: материалы междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 4-12 апреля 2006 г. / МГТУ.- Электрон. текст. дан. (18 Мб).- Мурманск: МГТУ, 2006.- 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).- С. 803-804.- Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0320501517. св. 7081 от 28.11.2005.
- 4) Коробицин А. А. Разработка математической модели пиролиза топлива в ИК-дымогенераторе / А. А. Коробицин, Ю. В. Шокина, М. А. Волков // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Техника и технологии переработки гидробионтов и сельскохозяйственного сырья», посвящ. памяти проф. Н. Н. Рулева/ МГТУ.- Мурманск, 2008.– С. 42-45.

К ВОПРОСУ О РАСШИРЕНИИ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭМПИРИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА ДЫМООБРАЗОВАНИЯ В ИК-ДЫМОГЕНЕРАТОРЕ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ

Коробицин А.А., Шокина Ю.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств, кафедра технической механики, shokinajuv@mstu.edu.ru)

Abstract. Using mathematic model of the process IR-smokegeneration by Shokina-Obuhov practically gives a preliminary information about its duration, which correlate with productivity of IR-smokegenerator.

Производительность ИК-дымогенератора второго поколения периодического действия определяется, главным образом, скоростью сгорания слоя топлива. Поэтому для определения производительности ИК-дымогенератора в зависимости от основных технологических параметров (насыпной массы топлива и его влажности, избыточно добавленной влаги) необходимо найти связь между ними и длительностью процесса термического разложения древесного топлива под действием энергии инфракрасного излучения.

В своей работе А.Ю. Обухов (1) вывел два самостоятельных уравнения (для периода нагрева и для периода собственно дымообразования в ИК-дымогенераторе второго поколения периодического действия), связывающих функции отклика (Y_1 – длительность периода нагрева, мин и Y_2 – длительность периода собственно дымообразования, мин) с выявленными влияющими факторами: начальной влажностью опилок X_1 , % и количеством «избыточной воды», X_2 , % от массы топлива, добавляемой под фальш-дно:

для периода нагрева

$$Y_1 = 0,2 + 0,088 \cdot X_1 + 0,016 \cdot X_2, \quad (1)$$

для периода собственно дымообразования

$$Y_2 = 0,2 + 1,4444 \cdot X_1 + 0,277 \cdot X_2. \quad (2)$$

Однако эти уравнения действительны только для одного значения насыпной массы используемого в ИК-дымогенераторе древесного топлива – опилок.

С целью расширить область применения приведенных выше эмпирических зависимостей были проведены опыты по определению влияния на продолжительность процесса разложения топлива в ИК-дымогенераторе не только влажности используемого топлива и избыточно добавленной влаги, но также насыпной массы топлива. Результаты опытов с использованием опилок насыпной массой 84 и 154 кг/м³ были сравнены с моделью А. Ю. Обухова, разработанной им для опилок насыпной массы 118 кг/м³.

Проведенные эксперименты позволили установить линейную взаимосвязь между насыпной массой топлива и продолжительностью работы дымогенератора (прогорания слоя топлива) и определить коэффициент пропорциональности (рис. 1). Коэффициент определен с точностью 15 %.

Таким образом, чтобы определить производительность ИК-дымогенератора второго поколения по топливу любой насыпной массы, необходимо к уравнениям регрессии 1 и 2 применить для учета влияния насыпной массы топлива коэффициент К:

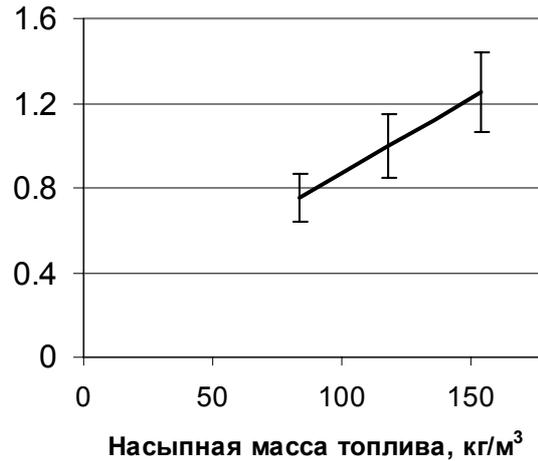


Рис. 1. Значение коэффициента K, учитывающего влияние насыпной массы топлива

$$\tau = K \cdot (Y_1 + Y_2), \quad (3)$$

где τ – продолжительность прогорания слоя топлива, мин.

Проведенные эксперименты позволили сделать вывод, что использование топлива насыпной массой более 140 кг/м³ нецелесообразно, так как в этом случае увеличивается продолжительность работы дымогенератора и снижается плотность дымовоздушной смеси. Применение топлива с насыпной массой менее 110 кг/м³ обеспечивает хорошую плотность дымовоздушной смеси, но температура пиролиза приближается к 400 град С, что резко увеличивает риск образования канцерогенных веществ. Оптимальным с точки зрения производительности и плотности дымовоздушной смеси является топливо с насыпной массой от 112 до 124 кг/м³, влажностью 35 % и количеством избыточно добавленной влаги 40 % к массе загруженного топлива.

В результате выполненной работы были уточнены рекомендуемые технологические режимы дымогенерации с использованием энергии инфракрасного излучения, которые вошли в уточненную редакцию Технологического регламента на получение копильного дыма с использованием энергии ИК-излучения.

Список литературы:

- 1) Обоснование оптимального режима эксплуатации ИК-дымогенератора 2-го поколения / А. М. Ершов, А. А. Маслов, Д. А. Пономаренко, Ю. В. Шокина, А. Ю. Обухов, А. А. Коробицин // Вестник МГТУ.– 2007, Т. 10, № 4.– С. 653 – 659.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СЫРЬЯ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Анашкина К.Г., Мезенова О.Я. (Калининград, Калининградский государственный технический университет, кафедра пищевой биотехнологии, mezenova@klgtu.ru)

Abstract. The object of the study is the modern technologies of the quality and safety control of raw materials and food products, cheese 5%, soy. Modern technologies of the quality and safety control of raw materials and food products were approved. It was shown, that the most perspective from them are the methods of immune-enzymatic analysis and highly-sized chain reaction. The new methods of the toxin and antibiotic determination were studied. The investigations for the purpose of the presence of the vegetative origin genetic modified organisms in cottage cheese and soy were made by the highly-sized chain reaction method.

В настоящее время в мире организовано широкомасштабное производство пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников (ГМИ). Увеличивается вероятность фальсификации и поступления пищевой продукции, полученной из ГМИ или содержащей компоненты из ГМИ, на внутренний рынок Российской Федерации (1).

Продуктов, созданных с применением сои и ее компонентов, насчитывается огромное множество. В последние годы расширился спектр молочных продуктов, в частности творожных, приготовленных из сои. Результаты мониторинга показывают, что в связи с упадком сельского хозяйства и с экономической точки зрения широкое распространение получила фальсификация коровьего молока соевым. Анализ литературных данных показал, что перспективно комбинировать традиционный творог, как источник незаменимых ингредиентов животного происхождения и ламинарию - растительное сырье морского происхождения, содержащую биологически активные и минорные вещества, отсутствующие в животных продуктах. Загрязнение кормов для животных микотоксинами, активное использование антибактериальных средств в животноводстве, повышение требований к пищевой ценности и подлинности молока, определяет необходимость выбора оптимальных методов контроля качества и безопасности молочных продуктов. Для контроля качества молока и молочных продуктов, как в зарубежной практике, так и в России уже широко используются иммуноферментный анализ и метод полимеразной цепной реакции (1-6).

Целью работы является освоение перспективных методов контроля качества и безопасности сырья и продуктов питания на предмет применения для анализа функционального творожного продукта.

Медико-биологическая оценка пищевых продуктов, полученных из генетически модифицированных источников, включает в себя оценку возможных аллергенных, иммуномодулирующих и мутагенных свойств, изучение показателей качества (содержание белка и его аминокислотный состав, жира, углеводов, минеральных веществ и витаминов) и безопасности (содержание тяжелых металлов и микотоксинов). К наиболее опасным с точки зрения влияния на здоровье человека относятся пестициды, радионуклиды, токсичные элементы, стимуляторы роста (гормоны, антибиотики), канцерогены (афлатоксины) и некоторые другие вещества (7-9).

Использование ГМИ продуктов может создавать потенциальную опасность для жизни и здоровья людей при непосредственном воздействии токсичных и аллергенных трансгенных белков ГМО на человека и, как следствие, спровоцировать развитие ранее неизвестных аллергенных реакций, снизить питательную ценность пищи. В качестве отдаленных последствий длительного употребления трансгенных продуктов

сохраняется возможность появления мутагенных и канцерогенных эффектов. Обязательна маркировка продуктов, полученных с использованием ГМО. С 1 июня 2004 года Минздрав РФ снизил обязательный для маркировки уровень содержания ГМИ в пищевых продуктах с 0,9 до 5%.

Продукты животного происхождения должны быть полностью свободны от остатков гормональных препаратов, бета-агонистов и некоторых антибиотиков (левомицетина и др.). Левомицетин (хлорамфеникол) обладает гемотоксическими свойствами и может вызвать аплазию костного мозга (потеря способности к кроветворению) и, вследствие этого, пластическую анемию, сопровождающуюся быстрым снижением уровня гемоглобина и эритроцитов в крови. При развитии апластической анемии молодые формы эритроцитов не обнаруживаются не только в крови, но и в пунктате костного мозга. Поскольку дозы левомицетина, способные вызывать эти проявления, до сих пор не определены, использование левомицетина при производстве продуктов животного происхождения запрещено.

Афлатоксины принадлежат к высокотоксичным канцерогенным продуцентам плесневых грибов *Aspergillus flavus* и *Aspergillus parasiticum*. Афлатоксин М₁ является метаболитом афлатоксина В₁ и выделяется с молоком коровы, которой скармливали корма, содержащие В₁. Афлатоксин М₁ не разрушается при пастеризации молока, поэтому его необходимо контролировать не только в молоке, но и также в продуктах из молока.

До недавнего времени для контроля афлатоксинов и левомицетина применялся преимущественно метод тонкослойной хроматографии и метод жидкостной хроматографии высокого давления. Однако хроматографические методы достаточно трудоемки, занимают длительное время, сопровождаются сложной пробоподготовкой и значительным расходом реагентов. Кроме того, метод жидкостной хроматографии, а также метод тонкослойной хроматографии в количественном варианте, реализуются на дорогостоящем оборудовании и нуждаются в высокопрофессиональном обслуживании.

В последнее время для выявления микотоксинов и остатков антибиотиков широко применяется и перспективный метод иммуноферментного анализа (ИФА), обладающий очень высокой чувствительностью и являющийся официальным методом контроля продуктов животного происхождения, принятым в странах Евросоюза (директива 93/257/ЕЕС).

Методы исследования для определения афлатоксина М₁ в молоке и молочных продуктах изложены в стандартах ISO 14675:2003, IDF 186:2003, МР 17Ф3/3735 и 17Ф3/3739 Минздрава РФ, а также по методам ISO 14501:1998, АОАС 2000.8 и IDF 171:1995. Определение остаточных количеств левомицетина осуществляется согласно МУК 4.1.1912-04 и МУК 5-1-14/1005 от 11.10.2005.

В основе процедуры анализа лежит взаимодействие антигенов с антителами. В процессе взаимодействия и инкубации образуются окрашенные продукты реакции. Оптическая плотность в лунках, измеренная на ИФА – анализаторе (ридере) при 450 нм, обратно пропорциональна концентрации афлатоксина М₁ в исследуемых образцах.

Сущность метода определения левомицетина аналогична сущности метода определения афлатоксина М₁, используемые реагенты специфичны в левомицетину.

В настоящее время в РФ контроль за наличием ГМИ проводится методом идентификации трансгенной ДНК в пищевых продуктах с использованием полимеразной цепной реакции (ПЦР), в соответствии с МУК 4.2.2307-2007 и ГОСТ Р 52173-2003 (1,5).

Метод выявления ГМО в сырье и пищевых продуктах растительного происхождения основан на использовании полимеразной цепной реакции с детекцией результатов в электрофорезе (качественный анализ) или в режиме реального времени,

т.е. с гибридно-флуоресцентной детекцией (качественный и количественный анализы). В настоящее время широкое распространение приобрел второй вид детекции, поскольку имеет ряд преимуществ: минимальный риск контаминации, высокая специфичность и скорость анализа, удобный формат анализа данных, возможность количественного анализа.

В соответствии с этим в ПЦР-лаборатории были проведены следующие исследования: исследования сои на наличие ГМО растительного происхождения; исследования творога 5% жирности на фальсификацию молочного белка; все исследования на ГМО трехкратно дублируются.

Исследования проводились на амплификаторе iCycler, Bio-Rad, с применением тест-системы «35S соя / количество». По каналу HEX-530 судят о наличии эндогенной сои, по каналу ROX-575 судят о наличии генно-инженерно модифицированной сои. Для количественного определения ГМО ставят стандарты, содержащие ГМО в количестве 0,5, 1,0, 2,0 и 5,0% и отрицательный контроль. В результате проведенных исследований на ГМО в представленных продуктах были получены следующие данные (рис. 1, 2; табл. 1):

PCR Amp/Cycle Graph for HEX-530

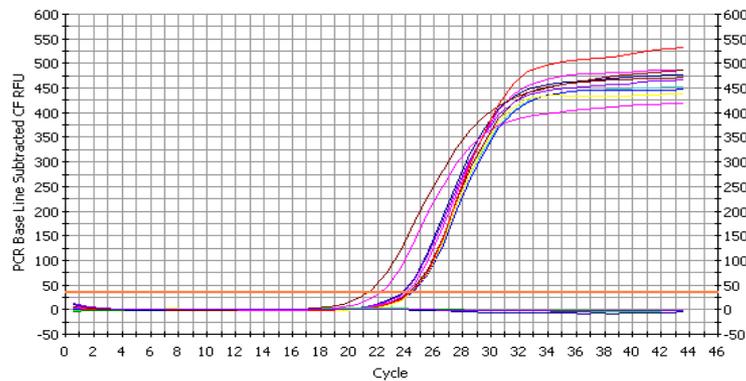


Рис. 1. Зависимость величины сигнала флуоресценции от количества циклов по каналу HEX-530

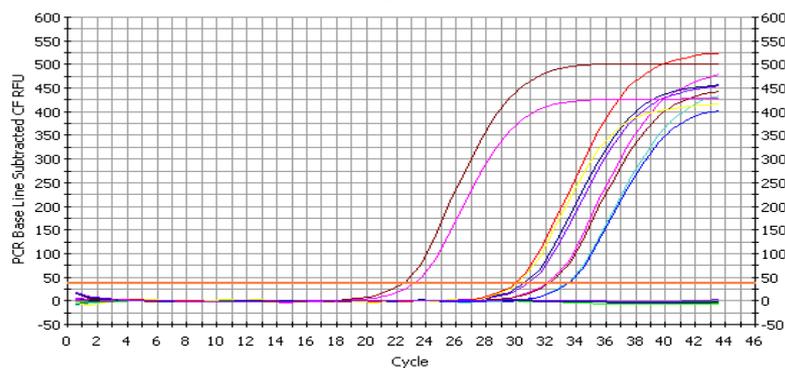


Рис. 2. Зависимость величины сигнала флуоресценции от количества циклов по каналу ROX-575.

Как видно из данных рис. 1, флуоресцентный сигнал накопленных продуктов ПЦР в случае исследования сои вышел на 21-22 цикле, при анализе творога флуоресцентный сигнал не вышел, что свидетельствует об отсутствии ГМО (как при анализе отрицательного контроля (око)). Полученные данные свидетельствуют об отсутствии эндогенной сои в твороге. Аналогично, как следует из данных рис. 2, по каналу ROX-575 флуоресцентный сигнал при исследовании сои получен на цикле, для творога – отсутствует. Данные рис. 2 также свидетельствуют об отсутствии ГМО сои в

твороге и о возможном присутствии ее в сое. Из данных табл. 1 также видно, что исследуемая соя является модифицированной и содержит ГМО в количестве более 5%.

Таблица 1. Данные количественного определения ГМО растительного происхождения

Название образцов	Цикл по каналу HEX	Цикл по каналу ROX	% ГМО в образцах
Стандарт 0,5%	24,2	33,4	0,5
Стандарт 0,5%	24,4	33,5	0,5
Стандарт 1,0%	24	32	1,0
Стандарт 1,0%	24,1	32,2	1,0
Стандарт 2,0%	23,7	30,5	2,0
Стандарт 2,0%	23,8	30,8	2,0
Стандарт 5,0%	22,3	30	5,0
Стандарт 5,0%	22,3	22,9	5,0
око	N/A	N/A	нет сои
око	N/A	N/A	нет сои
соя	22,1	27,8	8,29
соя	21,3	27,4	6,10
творог	N/A	N/A	нет сои
творог	N/A	N/A	нет сои

В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что современные методы контроля качества и безопасности сырья и пищевых продуктов, в том числе новых продуктов пищевой биотехнологии, которые в большом количестве внедряются сегодня на Российском рынке, являются эффективными, специфичными, быстрыми, высокочувствительными, производительными и простыми в использовании.

Список литературы:

- 1) ГОСТ Р 52173-2003 “Сырье и продукты пищевые. Метод идентификации генетически модифицированных источников (ГМИ) растительного происхождения”;
- 2) Методические указания по количественному экспресс-определению афлатоксина М1 в молоке и молочных продуктах;
- 3) МУК 4.2.2304-07 “Методы идентификации и количественного определения генно-инженерно-модифицированных организмов растительного происхождения”;
- 4) МУК 4.2.1902-04 “Определение генетически модифицированных источников растительного происхождения методом полимеразой цепной реакции”;
- 5) МУК 4.2.1913-04 “Методы количественного определения генетически модифицированных источников растительного происхождения в продуктах питания”;
- 6) МУК 5-1-14/1005 от 11.10.2005 “Методические указания по количественному определению левомицетина в молоке и молочных продуктах”;
- 7) Постановление Главного Государственного врача РФ № 42 от 25.06.2007г. “Об утверждении СанПиН 2.3.2.2227-07”;
- 8) Постановление № 32 от 08.12.2006 “О надзоре за пищевыми продуктами, содержащими ГМО”;
- 9) Пресс-релиз 07/2 “Современные технологии контроля качества, безопасности, состава и подлинности продовольственного сырья и пищевых продуктов.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЫБЫ ОХЛАЖДЕННОЙ «ЖИДКИМ ЛЬДОМ» ПРИ ХРАНЕНИИ

Артемов Р.В., Харенко Е.Н. (Москва, ФГУП «ВНИРО», лаборатория нормирования, norma@vniro.ru)

Abstract. The analysis of modern condition of the market of cooling fish products condition is conducted. Perspective of using of ice-water-salt suspensions of liquid ice of the Russian production is shown for working out of cooling fish.

Охлаждение является одним из перспективных способов консервирования рыбного сырья, поскольку позволяет в большей мере, чем замораживание, сохранить его технологические свойства и пищевую ценность.

Качество охлажденной рыбы во многом зависит от скорости охлаждения и соблюдения температурных режимов при ее хранении. Технология охлаждения рыбы с использованием льдо-водо-солевых суспензий (ЛВС) позволяет охлаждать рыбу с плюс 15°C до минус 0,5°C за 60 мин (Poul J. 2002). Высокая скорость охлаждения препятствует интенсивному развитию микробиологических процессов в рыбе.

В настоящее время технология охлаждения рыбы с использованием ЛВС активно применяется на Северном бассейне. Однако сроки годности на охлажденную рыбу применяются в соответствии с требованиями ГОСТ 814, которые составляют:

- крупной:
 - I и IV кв.- 12 суток;
 - II и III кв.- 10 суток;
- мелкой:
 - I и IV кв.- 9 суток;
 - II и III кв.- 7 суток.

С целью установления сроков годности на рыбу охлажденную ЛВС, нами были проведены исследования микробиологических показателей рыбы охлажденной "жидким льдом".

"Жидкий лед" (ЖЛ) - льдо-водо-солевая суспензия с содержанием льда от 10 до 50% и размерами кристаллов не более 0,1 мм. (Харенко, Артемов, 2007). ЖЛ вырабатывают на специальных установках, принцип действия которых основан на охлаждении прокачиваемой через ледогенераторы морской воды, либо 3% солевого раствора до температуры кристаллизации. В нашей стране производство таких установок организовала компания "Фабрика Холода". Компания выпускает установки серии DWT судового и берегового исполнения различной производительности.

Для проведения эксперимента были отобраны образцы форели содержание жира в которых $9\pm 0,2\%$, влаги $69,2\pm 0,1\%$, белка $20,0\pm 0,3\%$, золы $1,1\pm 0,1\%$.

Выработку экспериментальных партий осуществляли по следующей технологической схеме: приемка живой рыбы → раздела на потрошеную обезглавленную → мойка, стекание → укладывание рыбы в тару → заливка и охлаждение жидким льдом → упаковывание, маркирование → транспортировка и хранение. Охлаждение осуществлялось до температуры в толще мышечной ткани рыбы 0; минус 1°C. Хранение рыбы осуществлялось при температуре минус 2; минус 3 °С.

Микробиологические показатели охлажденной форели были определены в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078.

В соответствии с СанПиН содержание КМАФАнМ в охлажденной рыбе не должно превышать $1\cdot 10^5$ КОЕ/г. Экспериментальная партия заготавливалась от трех

различных дат выработки, осредненные значения КМАФАнМ представлены на рис. 1. Для сравнительной оценки изменений КМАФАнМ рыбы охлажденной ЖЛ использовали ранее полученные данные, полученные при хранении рыбы, охлажденной чешуйчатым льдом по ГОСТ 814.

Анализ экспериментальных образцов показал, что КМАФАнМ в рыбе охлажденной ЖЛ при температурах минус 2 - минус 3°С в течении всего экспериментального срока хранения оставалось практически на одном уровне, и даже на 25 сутки не превысило допустимого значения. При этом содержание КМАФАнМ в рыбе охлажденной жидким льдом значительно ниже, по сравнению с охлажденной рыбой, выработанной по ГОСТ 814. Так, КМАФАнМ охлажденной рыбы по ГОСТ 814 на первые сутки хранения составляло $5,4 \times 10^2$, что значительно выше, чем КМАФАнМ охлажденной рыбы выработанной с использованием ЖЛ, которое составило $1,5 \times 10^2$. Такое различие величин обусловлено разницей в скорости охлаждения сырья. По требованиям ГОСТ 814 использовался чешуйчатый лед, в котором рыба охлаждается в 2 раза дольше, чем при использовании ЖЛ. На 17-18 сутки КМАФАнМ рыбы охлажденной по ГОСТ 814 превысило допустимое значение и на 20 сутки хранения составило $2,4 \times 10^3$, в то время как по технологии с использованием ЖЛ значение КМАФАнМ даже на 25 сутки оставалось значительно ниже нормы и составило $7,6 \times 10^3$.

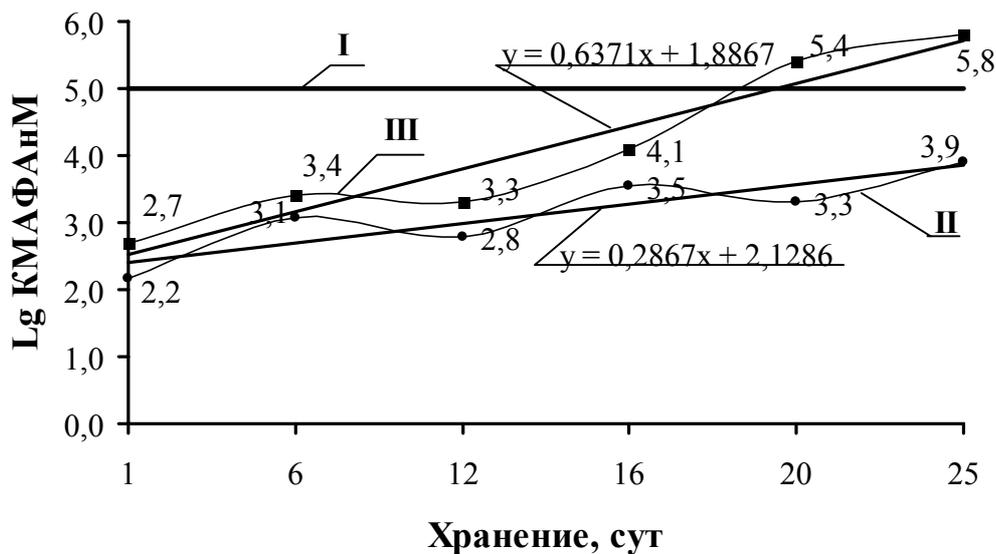


Рис. 1. Изменения КМАФАнМ форели охлажденной ЖЛ в процессе хранения.

I- Норма по СанПиН на охлажденную рыбу; II-Рыба охлажденная выработанная с использованием ЖЛ; III- Рыба охлажденная выработанная по ГОСТ 814.

Бактериологические исследования экспериментальных образцов охлажденной продукции на наличие допустимых значений бактерий группы кишечной палочки; *Staphylococcus aureus*, патогенных микроорганизмов, в т.ч. сальмонеллы и *Listeria*, бактерий рода *Proteus*, *V. parahaemolyticus*, а также наличия плесени и дрожжей показали соответствие фактических значений требуемым нормативным уровням, предусмотренными СанПиН.

Нормативные показатели микробной обсемененности рыбы-сырца (в т.ч. охлажденной), согласно требованиям СанПиН, представлены в табл. 2.

Табл. 1. Результаты бактериологических исследований экспериментальных образцов форели охлажденной жидким льдом

Объект контроля	Масса продукта (г), в которой не допускается			
	БГКП (коли-форм)	St. Aureus	Патогенная микрофлора, в т.ч. сальмонеллы и L.monocytogenes	V. parahaemolyticus, КОЕ/г, не более
ПДК на рыбу охлажденную	0,001	0,01	25	100
Результат испытаний	не обнар.	не обнар.	не обнар.	не обнар.

В процессе хранения форели, охлажденной жидким льдом, нами были проведены исследования органолептических показателей сравнительно с органолептическими показателями охлажденной рыбы выработанной по требованиям ГОСТ 814. Исследования проводились по пяти контрольным точкам. Запах и вкус продукции определяли после ее варки. Перед варкой рыбу мыли, разделявали, как для кулинарной обработки, крупные экземпляры разрезали на куски. Образцы классифицировались по шкале от 6 (отсутствие привкуса) до 1 (сильный посторонний привкус) по каждому признаку, изначально определенному для контрольных проб.

На 6 и 12 сутки хранения все определяемые показатели (вкус, запах, консистенция) рыбы охлажденной ЖЛ были свойственны показателям свежесловленной рыбы. Бульон прозрачный, без посторонних запахов. Консистенция мышечной ткани сочная, нежная, плотная. Вкус свойственный данному виду рыб, без привкусов. В рыбе выработанной по ГОСТ 814 на 6 сутки хранения консистенция была недостаточно сочной, суховатой, бульон прозрачный, запах свойственный данному виду продукта.

На 16-20 сутки хранения образцы рыбы охлажденной ЖЛ так же не имели постороннего привкуса и запаха. Консистенция мышечной ткани оставалась по-прежнему упругой, но в свою очередь незначительно ниже, чем в исследованных образцах на 6 и 12 сутки хранения. Охлажденная рыба выработанная по требованиям ГОСТ 814 уже на 12-13 сутки хранения имела посторонний привкус и запах окисления жира, консистенция мягковатая, признак сочности выражен слабо.

Консистенция охлажденной рыбы по ГОСТ 814 на 16-17 сутки стала дряблой, бульон после варки мутный с запахом не свойственным данному виду продукта, поэтому дальнейшее хранение образцов было прекращено.

На 25 сутки хранения в образцах рыбы охлажденной ЖЛ проявился незначительный запах окисления жира, что достаточно логично т.к. жирность исследуемой форели была более 8%. Консистенция мышечной ткани рыбы была незначительно сухой, однако плотность осталось на уровне 6 и 12 суток хранения. Вкус и аромат образцов охлажденных ЖЛ были выражены, но присутствовал незначительный посторонний привкус не свойственный данному виду рыб. Общая оценка исследуемого продукта оставалась положительной в течение всего срока хранения, включая 25 сутки.

На основании проведенных микробиологических исследований установлен срок годности рыбы охлажденной ЖЛ, который составляет 20 суток с момента вылова и превышает в 2 раза срок годности охлажденной рыбы изготовленной по требованиям ГОСТ 814. Внедрение полученных результатов реализовано в утвержденной технической документации - ТУ 9261-041-00472124-08 «Рыба охлажденная жидким

льдом» и ТИ. Область применения распространяется на рыбу живую и рыбу-сырец природных популяций и выращенных в аквакультуре кроме анчоуса и мелочи 1, 2, 3 групп, предназначенную для промышленной переработки и реализации населению через торговую сеть.

Список литературы:

- 1) Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.3.2.1078-01 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов// Москва/ Изд. ГУП МО "Орехово-Зуевская типография".-2008- С. 29.
- 2) Харенко Е.Н., Артемов Р.В. Перспективы использования жидкого льда для производства охлажденной продукции// Калининград/ Изд. АтлантНИРО.-2007- С. 197.
- 3) Poul J. Innovative cooling with liquid, pumpable binary ice slurry in the fish and tuna industry// Kuala Lumpur "Tuna 2002".-2002.

ИЗУЧЕНИЕ АБСОРБЦИИ ФЕНОЛОВ, КАРБОНИЛОВ И КИСЛОТ В КОПТИЛЬНЫХ ПРЕПАРАТАХ И ЭКСТРАКТАХ РАДИОВОЛНОВЫМ МЕТОДОМ

Барышников А.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств, baryshnikovav@mstu.edu.ru)

Abstract. The method for the express decision of maintenance of acids, carbonyl and phenol compounds in smoking preparations and extracts by the radio wave devices which use energy of radio waves in the ranges of high frequencies and microwaves has been developed. The possibility of method application for the analysis of smoking preparations "Skvama", "Liquid smoke" and extracts "VAKE" has been shown. The error of decision has been no more than 7 %.

Коптильный дым, коптильные препараты и экстракты по своему составу очень сложны, поэтому оценка их влияния на качество копченых и ароматизированных продуктов связана со значительными трудностями методического характера, так как всегда остается возможность недооценки влияния незначительных количеств веществ, способных изменить аромат главных коптильных компонентов. Хотя влияние отдельных классов веществ на свойства продукта несомненно, однако их одновременное присутствие в дыме и коптильных препаратах делает необходимым определение их технологических свойств в комплексе (1).

К качественным характеристикам коптильных препаратов, экстрактов и коптильного дыма принято относить содержание фенольных, карбонильных соединений и кислот. На стадии производства актуальной является проблема контроля этих характеристик, а также быстрое и точное их количественное и качественное определение с целью получения продукта с заданными свойствами. Существующие методы количественного определения коптильных компонентов не позволяют достаточно быстро оценить их, ввиду длительности и трудоемкости процесса анализа.

В настоящее время разработаны методики фотокolorиметрического определения фенольных и карбонильных соединений, основанные на образовании окрашенных соединений, и методика титрометрического определения общего содержания кислот (2).

Целью работы является изучении абсорбции коптильных компонентов коптильных препаратов и экстрактов разработка с помощью экспрессного радиоволнового метода с упрощенной пробоподготовкой и без разрушения исходного образца.

Изучать процесс изготовления коптильного препарата или экстракта можно путем измерения диэлектрической проницаемости с помощью радиоволновых методов. Для измерения диэлектрических свойств коптильных препаратов и экстрактов было предложено использовать концентратомер, разработанный учеными Мурманского государственного технического университета (3). Принцип работы этого прибора основан на частичном отражении электромагнитной волны сверхвысокой частоты (СВЧ, > 1 ГГц) от объекта исследования. Мощность отраженной волны зависит от концентрации определяемого компонента. Концентратомер состоит из генератора СВЧ-волн (Г4-83), измерительного блока, детектора мощности отраженной волны и показывающего прибора. Измерительный блок состоит из двойного волноводного тройника, неотражающих нагрузок и аттенуаторов и волноводных датчиков, куда помещаются контрольная и анализируемая проба.

Следует отметить, что первоначальная конструкция прибора позволяла определять содержание карбонильных соединений и кислот (фенольные соединения, играющие важную роль в создании аромата копчения, с его помощью не определялись) в коптильных препаратах и экстрактах, что необходимо для целей автоматизации и контроля процесса производства. При этом требуется предварительная настройка для конкретной производственной линии. Точность определения в этом случае зависела от того, насколько постоянным было соотношение между содержанием карбонильных соединений и кислот в получаемом коптильном препарате или экстракте. Этого можно ожидать при условии соблюдения постоянства технологических режимов и химического состава исходного сырья, в общем же случае содержания коптильных компонентов независимы друг от друга. Для того чтобы сделать прибор универсальным и более точным, была проведена его модернизация.

Модернизация прибора заключалась в изменении принципа действия детектора отраженной мощности: вместо термопреобразователя (3) использовался диод, преобразующий отраженную мощность в электродвижущую силу (ЭДС), которую затем усиливали и измеряли с помощью вольтметра.

Работу прибора проверили при исследовании аналитического сигнала СВЧ-концентрамера (отклика, выражаемого в единицах напряжения) для различных объектов (вода, коптильная жидкость, раствор 3,2 % уксусной кислоты) в зависимости от частоты подаваемой на измерительный блок электромагнитной волны. Максимальную чувствительность прибора наблюдали при частоте 9,048 ГГц – дальнейшие измерения проводились при этой частоте. Испытания прибора показали хорошие результаты при определении содержания веществ в простых системах в виде смеси двух чистых диэлектриков. Исследованию подвергали водные растворы уксусной кислоты, этилового спирта, спиртовой раствор фурфурола. Погрешность определения составила около 6 %. Следовательно, прибор пригоден для измерения чистых веществ – диэлектриков в растворах.

Поскольку диэлектрическая проницаемость – это комплексная характеристика, то одного аналитического сигнала, получаемого в виде отклика прибора, недостаточно, для того чтобы сделать вывод о химическом составе объекта как многокомпонентной системе. Для повышения избирательности прибора в количественном определении конкретных групп веществ (кислот, фенольных и карбонильных соединений) требуется увеличить количество аналитических сигналов. Например, измерения можно проводить в диапазоне высоких частот (ВЧ).

Второй концентрамер, использующий энергию электромагнитных волн высоких частот (от 1 до 100 МГц) построен по двухканальному принципу и состоит из двух идентичных измерительных каналов – рабочего и опорного. Каждый из этих каналов содержит датчик, автогенератор, делитель частоты. С выхода делителя частоты каждого из каналов сигналы поступают на вычитающее устройство. Датчик включается в частотоподающую цепь автогенератора и определяет его частоту генерации. Сигнал от вычитающего устройства (резонансная частота) поступает на вход измерительного устройства – частотомера. С помощью дополнительного устройства резонансную частоту, измеряемую в герцах, преобразуют в ЭДС и измеряют уже в вольтах.

Был проведен эксперимент с группами коптильных препаратов и экстрактов ("Сквама", "Жидкий дым", "ВАКЭ"), в которых были определены химическим путем содержания коптильных компонентов. Одновременно пробы анализировали на радиоволновых приборах. Для каждой пробы, исходя из химического состава, был вычислен обобщенный показатель (ОП) по формуле:

$$\text{ОП} = 5 \cdot (K_{\text{ф}} \cdot W_{\text{ф}} / W_{\text{ф}}^{\text{max}} + K_{\text{ка}} \cdot W_{\text{ка}} / W_{\text{ка}}^{\text{max}} + K_{\text{ки}} \cdot W_{\text{ки}} / W_{\text{ки}}^{\text{max}})$$

где $K_f, K_{ка}, K_{ки}$ – коэффициенты значимости копильных компонентов (0,3 – кислоты; 0,5 – фенольные соединения; 0,7 – карбонильные соединения);

$W_f, W_{ка}, W_{ки}$ – концентрации фенолов, карбониллов, кислот;

$W_{фmax}, W_{каmax}, W_{киmax}$ – максимальное значение концентрации копильных компонентов в группе;

5 – коэффициент перевода в пятибалльную шкалу.

Одновременное измерение отклика на высоких и сверхвысоких частотах дает возможность определить химический состав копильных препаратов и экстрактов по группам веществ. В этом случае для каждого прибора статистически выявляются зависимости аналитических сигналов от содержания групп веществ в объектах исследования. Если аналитических сигнала два (измерения на определенной СВЧ частоте и на ВЧ), то каждому можно поставить в соответствие статистически определенную функциональную зависимость от двух компонентов – содержания кислот и карбонильных соединений:

$$\begin{aligned} \Pi_{свч} &= a_1 + a_2 \cdot W_{ки} + a_3 \cdot W_{ка}, \\ \Pi_{вч} &= b_1 + b_2 \cdot W_{ки} + b_3 \cdot W_{ка}, \end{aligned}$$

где $\Pi_{свч}, \Pi_{вч}$ – показания, соответственно, СВЧ- и ВЧ-концентратомера;
 $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3$ – коэффициенты.

Коэффициенты a и b в уравнениях определяются экспериментально в результате измерений на радиоволновых приборах образцов копильных препаратов с известным химическим составом. При этом необходимо разделить копильные препараты на группы с примерно сходным соотношением копильных компонентов.

Для копильных препаратов типа "Сквама", "Жидкий дым" и экстрактов "ВАКЭ" были получены уравнения зависимости показаний приборов от содержания кислот и карбонильных соединений. Результаты эксперимента представлены в табл. 1:

Таблица 1

Группа	Система уравнений	Ограничения
"Сквама"	$\Pi_{свч} = 6,440 + 0,335 \cdot W_{ки} - 0,011 \cdot W_{ка}$ $\Pi_{вч} = 0,458 - 17,163 \cdot W_{ки} + 0,681 \cdot W_{ка}$	$W_{ки} < 2,61$ мг/мл $W_{ка} < 70,50$ мг/мл
"Жидкий дым"	$\Pi_{свч} = 6,426 - 5,317 \cdot W_{ки} + 0,999 \cdot W_{ка}$ $\Pi_{вч} = 1,226 - 37,394 \cdot W_{ки} + 7,067 \cdot W_{ка}$	$W_{ки} < 18,34$ мг/мл $W_{ка} < 98,00$ мг/мл
"ВАКЭ"	$\Pi_{свч} = 6,440 + 0,031 \cdot W_{ки} + 0,006 \cdot W_{ка}$ $\Pi_{вч} = 0,460 + 0,622 \cdot W_{ки} - 0,024 \cdot W_{ка}$	$W_{ки} < 20,00$ мг/мл $W_{ка} < 83,00$ мг/мл

Тогда для определения химического состава образца копильного препарата или экстракта известного происхождения ("Сквама", "Жидкий дым" или "ВАКЭ") нужно провести измерения с помощью концентратометров СВЧ и ВЧ, затем, решив систему уравнений из табл. 1 для определенной группы, определить содержание карбонильных соединений и кислот.

Для определения количества фенолов в копильных препаратах необходимо воспользоваться обобщенным показателем. Поскольку обобщенный показатель является комплексной характеристикой, как и значения, полученные с помощью радиоволнового прибора, то их можно сопоставить:

$$ОП = c_1 + c_2 \cdot \Pi_{свч} + c_3 \cdot \Pi_{вч} = 5 \cdot (K_f \cdot W_f / W_f^{max} + K_{ка} \cdot W_{ка} / W_{ка}^{max} + K_{ки} \cdot W_{ки} / W_{ки}^{max})$$

где c_1, c_2, c_3 – коэффициенты, определяемые экспериментально для каждой группы копильных препаратов и экстрактов.

Для коптильных препаратов типа "Сквама", "Жидкий дым" и экстрактов "ВАКЭ" были получены уравнения зависимости обобщенного показателя от показаний приборов. Результаты эксперимента представлены в табл. 2.

Таблица 2

Группа	Уравнение	Ограничения
"Сквама"	$ОП = -152,773 + 23,694 \cdot П_{свч} + 0,468 \cdot П_{вч}$	$W_{ки} < 2,61 \text{ мг/мл}; W_{ка} < 70,50 \text{ мг/мл}; W_{ф} < 10,15 \text{ мкг/мл}$
"Жидкий дым"	$ОП = -88,232 + 13,773 \cdot П_{свч} + 0,109 \cdot П_{вч}$	$W_{ки} < 18,34 \text{ мг/мл}; W_{ка} < 98,00 \text{ мг/мл}; W_{ф} < 60,00 \text{ мкг/мл}$
"ВАКЭ"	$ОП = -33,773 + 5,250 \cdot П_{свч} - 0,083 \cdot П_{вч}$	$W_{ки} < 20,00 \text{ мг/мл}; W_{ка} < 83,00 \text{ мг/мл}; W_{ф} < 10,20 \text{ мкг/мл}$

Концентрацию фенолов тогда можно определить, выразив ее из уравнений, предварительно найдя концентрацию карбонильных соединений и кислот.

Такая комбинация радиоволновых методов с применением обобщенного показателя позволяет определять количественно содержание коптильных компонентов. Погрешность определения при этом составляет всего 7 %.

Результаты эксперимента показывают, что разработанный метод определения коптильных компонентов в препаратах и экстрактах, хотя и является приближенным, но пригоден для изучения абсорбции фенолов, карбониллов и кислот в коптильных препаратах и экстрактах. Снижение точности и необходимость настройки оправдывается непрерывностью анализа и простотой процедуры отбора пробы, высокой скоростью получения результатов измерения. Сам радиоволновый метод можно использовать для измерения химического состава других многокомпонентных сред.

Список литературы:

- 1) Ким И.Н., Филиппов С.Г. Критерии оценки технологических свойств коптильного дыма. Хранение и переработка сельхозсырья, № 6, с.50-52, 2003.
- 2) Курко В.И. Методы исследования процесса копчения и копченых продуктов. М., Пищ. пром-сть, 192 с., 1977.
- 3) Пачковский А.Ч. Совершенствование процессов приготовления коптильных препаратов путем непрерывного контроля их электрофизических свойств. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук, Мурманск, МГТУ, 24 с., 2001.

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УСЛОВИЙ ИЗМЕНЕННОЙ АТМОСФЕРЫ ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ПРОДУКТОВ

Бражная И.Э., Радченко А.В., Бережной О.Л.

(Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

Abstract. *Sous vide* is a professional cooking method which employs plastic oxygen barriers and precise temperature controls to reduce oxidization and extend the useable shelf life of inventory by diminishing contact with aerobic bacteria. The result is a final product with superior texture, amplified flavors and enhanced organoleptic qualities. This paper examines the nutrition, food safety, and operational benefits of *sous vide*.

Тепловая обработка в условиях измененной атмосферы (известна как «*Sous vide*») – метод профессиональной обработки продуктов, использующий пластиковую упаковку и точные температуры для уменьшения окисления и увеличения срока хранения продукта за счет уменьшения контакта с анаэробными бактериями. Как результат конечный продукт имеет качественную структуру, насыщенный вкус и улучшенные органолептические свойства.

Применение технологии возможно в двух областях: промышленное производство на специализированных заводах, выпускающие большие объемы готовой к употреблению продукции и использование в небольших предприятиях общественного питания для собственного использования.

При соблюдении санитарно-гигиенических требований безопасности и технологии производимые продукты имеют более длительный срок хранения, стабильность при транспортировке и лучшие показатели безопасности по сравнению с традиционными продуктами.

Сейчас технология «*sous vide*» применяется в основном в экспериментальных ресторанах в ограниченном объеме. Использование ограничено высокой стоимостью оборудования и недостатком высококвалифицированных кадров.

Основные достоинства данного метода заключены в приготовлении пищи в закрытом объеме при пониженных температурах. Общий эффект достигается контролем тепла, кислорода и добавляемой воды, эти три элемента являются основными причинами потери пищевой ценности продукта, приготовленного по традиционным технологиям. Также приготовление традиционным методом требует добавления некоторого количества жира для уменьшения адгезии белков к тепловой поверхности, а любой добавленный жир ухудшает восприятие вкуса продукта. Использование пластиковых пакетов в роли барьера для кислорода позволяет уменьшить его воздействие на полиненасыщенные жирные кислоты и сохранить их количество в продукте. Пластиковые пакеты уменьшают потери влаги и ароматических веществ в процессе тепловой обработки. Следовательно, для приготовления необходимо меньшее количество специй и соли, а это уменьшает общее содержание натрия в продукте. Водорастворимые минералы обычно растворяются в воде в процессе варки, уменьшая минеральный состав продукта, использование низкотемпературной варки уменьшает этот процесс.

Независимо от процесса приготовления многие витамины уничтожаются в процессе тепловой обработки. Самые восприимчивые витамины – В₁, В₂ и С. В сравнении с другими методами метод «*sous vide*» обеспечивает большую сопротивляемость витаминов тепловой обработке.

В обычных условиях качество продукта контролируется органолептически, но при упаковке в пластиковые пакеты, невозможно провести точную органолептическую оценку продукта. Вакуумная упаковка продукта не снижает обсемененности продукта микроорганизмами. А анаэробные условия и использование низких температур создают возможность для роста опасных патогенных микроорганизмов, например, *Clostridium botulinum*. В организме человека *C. botulinum* размножаются слабо и не продуцируют токсина за редким исключением. Ботулинистический токсин накапливается в пищевых продуктах, инфицированных спорами *C. botulinum*, при их прорастании, если созданы анаэробные условия (например при консервировании). Для человека это самый сильнодействующий бактериальный яд, губительно действующий в дозе 10^{-8} мг/кг.

Инкубационный период при ботулизме колеблется от нескольких часов до 5 дней (редко до 10 дней). В первые сутки отмечается тошнота, рвота, диарея. Далее преобладают нейросимптомы, связанные с поражением бульбарных нервных центров: нарушение аккомодации, двоение в глазах, затрудненное глотание, афония. При тяжёлых формах ботулизма смерть наступает от паралича дыхания, иногда от внезапной остановки сердца.

Эта опасность обуславливает необходимость точного контроля технологии процесса производства. При ненадлежащей обработке продукта, следующие условия могут усилить рост бактерий:

- продукты, приготовленные методом «sous vide», как правило, содержат уменьшенное количество консервантов;
- недостаточная тепловая обработка уничтожает только вегетативные формы микроорганизмов;
- уменьшенное содержание кислорода увеличивает срок хранения, уменьшая рост аэробных микроорганизмов, но может вызвать усиленный рост анаэробных патогенных микроорганизмов;
- достаточное охлаждение должно быть строго контролируемо, чтобы предотвратить бактериальное воспроизводство во всех стадиях подготовки, хранения, и регенерации.

Таким образом, метод тепловой обработки пищевых продуктов в условиях измененной атмосферы обеспечивает следующие преимущества:

- увеличение срока хранения продуктов;
- улучшенные органолептические свойства продуктов;
- сохранение содержания пищевых веществ, минералов и витаминов в продукте;
- уменьшение потерь массы при тепловой обработке продукта;
- возможность более полного использования менее ценных пищевых продуктов;
- высокая рентабельность использования пластиковой упаковки;
- улучшение санитарно-гигиенической обстановки при хранении продуктов;
- увеличение скорости обслуживания на ПОП;
- улучшенные микробиологические характеристики продукта;
- возможность разработки новых пищевых продуктов.

Достижение этих преимуществ возможно только при тщательно разработанной научной базе, которая позволит уменьшить риски при использовании технологии и четко определит оптимальные условия ее использования.

Список литературы:

- 1) Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods / Edited by B.A. Blakistone, London, 1998.
- 2) Creed P.G. (1995). The sensory and nutritional quality of 'sous vide' foods. Food Control 6 (1) pp. 45-52.

- 3) Ghazala S. (ed.) (1998). *Sous Vide and Cook Chill Processing for the Food Industry*. Aspen Publishers Inc.: Gaithersburg, Maryland, U.S.A.
- 4) Mason L.H., Church I.J., Ledward D.A & Parsons A.L. (1990). Review: The sensory quality of foods produced by conventional and enhanced cook-chill methods. *International Journal of Food Science and Technology* 25 pp. 247-259.

ПЕРЕРАБОТКА ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ТУЗЛУКОВ МЕМБРАННЫМИ МЕТОДАМИ

Бочкарев А.И., Боева Н.П., Бредихина О.В. (Москва, ФГУП «ВНИРО», лаборатория кормовых продуктов и БАВ, bav@vniro.ru)

Abstract. Clarification of fish brine using metal-ceramic inorganic membrane Trumem™ were made. The results has shown, that clarificated brine contains 13,1 % minerals, a little quantities of lipids and fish proteins. Trumem™ membranes has an essential advantage as other organic membranes, because it has hi permeability.

В настоящее время в Российской Федерации значительная часть рыбной продукции вырабатывается на малых предприятиях, для которых актуален вопрос переработки использованных рыбных тузлуков, объем которых составляет приблизительно 26320 м³/год (2). Использованные тузлуки содержат крупные взвешенные частицы (кости и чешую рыб), 15 – 20 % поваренной соли, а также липиды и азотистые соединения, переходящие в процессе посола из сырья. Для использованных тузлуков характерны неудовлетворительные органолептические показатели и интенсивная микробиологическая порча, что объясняется наличием в их составе органических соединений, являющихся благоприятной средой для развития микроорганизмов. Таким образом, разработка малоэнергоёмкой технологии их очистки с целью повторного использования позволит сократить водопотребление промышленных предприятий, снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду за счет сокращения объемов сброса использованных тузлуков и уменьшить расход поваренной соли, что повысит рентабельность рыбоперерабатывающих предприятий.

В этой связи перспективным технологическим решением является внедрение технологии очистки использованных тузлуков с использованием мембранных методов разделения (микро-, ультра- и нанофльтрации), что позволит произвести пооперационную очистку тузлука до слива в общий сток. Выгодным отличием данного метода от альтернативных является малая энергоёмкость, возможность сохранения в целевом продукте минеральных соединений, в частности, поваренной соли, небольшие габариты мембранных установок.

В 80-е годы прошлого века была разработана технология очистки использованных рыбных тузлуков с применением отечественных полимерных мембран, прошедшая апробацию на Мурманском, Керченском и Клайпедском рыбокомбинатах. В настоящее время все большее распространение в мембранной технологии получают процессы с использованием неорганических мембран. Их большая по сравнению с полимерными мембранами стоимость оправдана улучшением эксплуатационных характеристик: длительным (до 10 лет) сроком службы, более высокой удельной производительностью по фильтрату, возможностью использования высококонцентрированных растворов дешевых химических реагентов при регенерации мембран. В этой связи существенную практическую значимость представляет сравнительный анализ технологических показателей процесса очистки использованных рыбных тузлуков, полученных при использовании неорганических и полимерных мембран отечественного производства.

В 2007 году во ФГУП «ВНИРО» были проведены поисковые исследования по изучению возможности очистки использованных рыбных тузлуков после посола сельди методом ультрафльтрации с использованием отечественных металлокерамических мембран марки Trumem со средним диаметром пор 0,05 мкм. В качестве сырья

использовали тузлук после посола сельди с содержанием поваренной соли 15 %, плотностью 1100 кг/м^3 , который по органолептическим показателям представлял собой непрозрачную жидкость светло-коричневого цвета с незначительным содержанием нерастворенных взвешенных частиц.

Эксперименты осуществляли на опытном образце ультрафильтрационной установки, изготовленном ФГУП «Красная Звезда» при следующих параметрах: скорости потока жидкости 5 м/с, температуре 25 – 28 °С и давлении на входе в мембранный модуль 0,3 МПа. Перед обработкой тузлук подвергали предварительной очистке для удаления взвешенных частиц.

В процессе фильтрации из непрозрачного светло-коричневого тузлука было получено два продукта: очищенный тузлук (фильтрат), который по органолептическим показателям представлял собой однородную прозрачную жидкость, имеющую светло-желтый оттенок, и концентрат - непрозрачную жидкость, имеющую схожий с исходным сырьем цвет, но более вязкую консистенцию.

Зависимости удельной производительности использованных металлокерамических и полимерных (2) мембран по фильтрату от продолжительности очистки представлены на рис. 1.

Из представленных данных можно заключить, что удельная производительность использованных мембран Trumem™ существенно превосходит производительность полимерных на протяжении всего процесса очистки. Ее средняя удельная производительность по фильтрату составила $33,0 \text{ л/м}^2 \cdot \text{ч}$, что, соответственно, в 1,7; 5,7 и 4,1 раза выше, чем у мембран А-15-0; ПСА-1 и Ф-1. Это свидетельствует о том, что применение мембран Trumem™ для очистки рыбных тузлуков более целесообразно, чем полимерных, так как позволяет повысить производительность мембранных установок, сократить их металлоемкость и габариты.

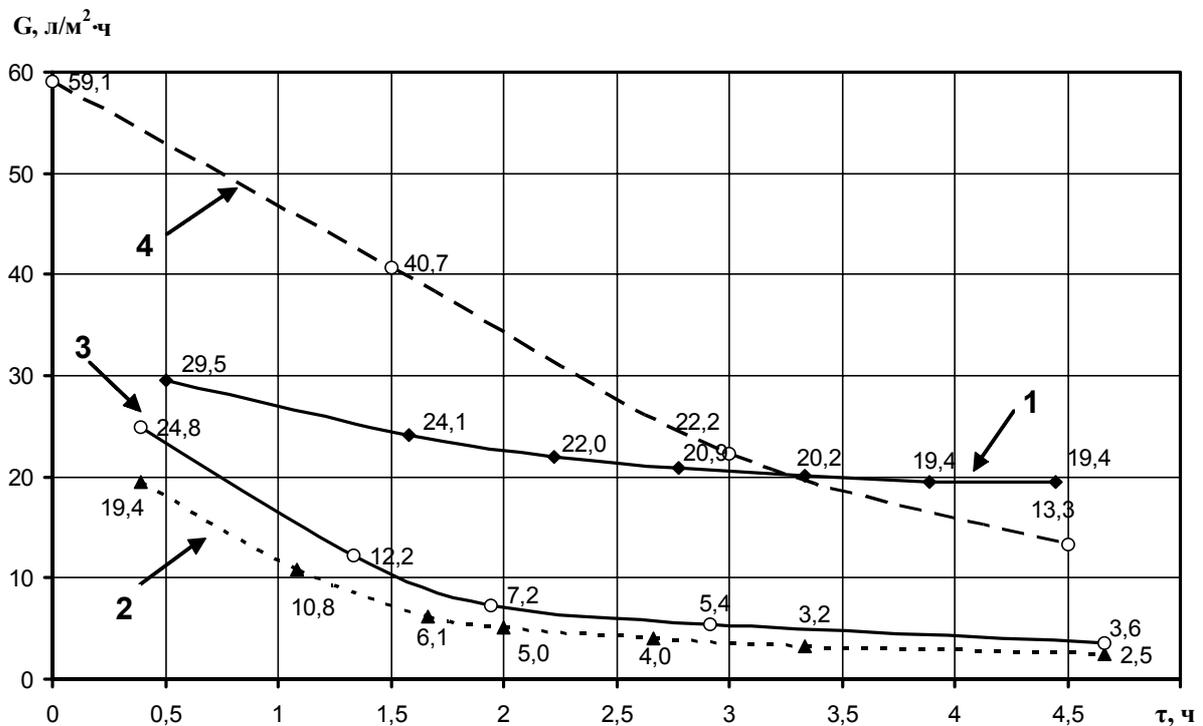


Рис. 1. Изменение удельной производительности различных мембран по фильтрату от времени при очистке рыбных тузлуков:
 1 – А-15-0; 2 – ПСА-1; 3 – Ф - 1; 4 – Trumem™ ($d_{\text{пор}} 0,05 \text{ мкм}$).

В очищенном тузлуке были определены процентное содержание азотистых и минеральных соединений, а также величина рН. Полученные результаты в сравнении с показателями, полученными на мембране Ф-1, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Показатели химического состава исходных и очищенных тузлуков, полученные на различных мембранах

Марка мембраны	Содержание, %					
	Белка		Минеральных веществ		Липидов	
	исходный	очищенный	исходный	очищенный	исходный	очищенный
Trumem™	1,88	1,71	12,65	13,1	0,07	0,01
Ф-1	0,36	0,29	11,4	11,8	0,1	0,02

Анализируя представленные данные, можно заключить, что в процессе очистки в тузлуке, полученном на металлокерамических мембранах, как и на полимерных, содержание белка снижается незначительно (лишь на 0,17 %), но при этом существенно (в 7 раз) снижается содержание липидов. Содержание минеральных веществ в очищенном тузлуке при этом незначительно возрастает (на 0,45 %), что, вероятно, объясняется уменьшением содержанием липидов и белка. Таким образом, можно заключить, что использование мембранных методов очистки с использованием мембран Trumem, практически не влияет на химический состав полученного продукта, что свидетельствует о целесообразности их применения на малых предприятиях.

Список литературы:

- 1) Бредихина О.В. Баромембранное разделение водно-белково-липидных растворов рыбоперерабатывающих предприятий – М., ВНИРО, 2005 – 203 с.
- 2) Статистические сведения по рыбной промышленности России 2005 - 2006 – М., ВНИРО, 2007 – 70 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ГРЕЮЩЕЙ СРЕДЫ АППАРАТОВ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ

Маслов А.А., Власов А.В., Кайченев А.В.

(Мурманск, МГТУ, каф. АиВТ, ican2005@yandex.ru)

Abstract. This paper describes a way of improving method of studying temperature field in the autoclaves. This method consists in placement thermosensor in heating medium.

Аннотация. В статье рассматривается один из путей совершенствования методики изучения температурного поля греющей среды автоклавов, заключающийся в размещении датчиков температуры в греющей среде.

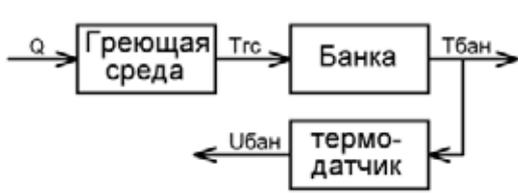
При внедрении нового либо модернизации существующего стерилизационного оборудования требуется определять наименее прогреваемую зону стерилизационной камеры (1). При разработке новых режимов стерилизации в эту зону помещаются опытные банки, по которым делается вывод о пригодности режима. Тем самым гарантируется, что разработанный режим стерилизации, обеспечивающий прекращение жизнедеятельности микроорганизмов в размещаемых в наименее прогреваемой зоне стерилизационной камеры банках, будет тем более подходящим для прочих банок партии.

Определение наименее прогреваемой зоны производится согласно методике изучения температурного поля греющей среды аппаратов периодического действия для стерилизации консервов (2). Сущность ее заключается в фиксировании температур внутри заполненных фаршем консервных банок, размещенных в характерных точках внутри стерилизационной камеры автоклава. В качестве датчиков температур используются термопары, вводимые внутрь банок через сальники. Также фиксируются давления пара, воды, воздуха и противодействия при охлаждении.

О равномерности температурного поля судят как по изменению температуры в автоклаве, так и по летальности режимов, рассчитанных для помещенных в разные зоны аппарата консервов. Измерения повторяются 3-5 раз для каждой характерной точки (1).

С развитием технических средств оборудование для проведения таких экспериментов совершенствовалось. Так, во ВНИИКОПе применяется установка, состоящая из 6-точечного показывающего и самопишущего потенциометра КСП-4 и шести ХК-термопар. Датская фирма «Ellab» выпускает термопары DC и DCK с устройствами для ввода их в консервную тару. Существуют приборы «Обслед-02» производства Чехии; STD+FQD, Z9CD-F и Z9CT-F, Z4DF производства «Ellab». Все они могут осуществлять запись температуры в аппаратах и банках, а также рассчитывать значение стерилизующего эффекта (3).

Представим схему проникновения тепла в банку и процесс измерения температуры внутри нее в виде схемы (рисунок 1). Теплота Q , подводимая паром к греющей среде, повышает температуру греющей среды $T_{гс}$ с различной интенсивностью во всем объеме, в том числе непосредственно вблизи банки. Повышение температуры греющей среды в области банки $T_{бан}$ приводит к повышению температуры в наименее прогреваемой области продукта (обычно это геометрический центр), что приводит к изменению показаний датчика температуры $U_{бан}$.



Q – подводимая к греющей среде теплота;
 T_{грс} – температура греющей среды непосредственно вблизи банки;
 T_{бан} – температура в центре банки;
 U_{бан} – сигнал на выходе датчика температуры, размещенного в банке

Рисунок 1 – Традиционная схема изучения температурного поля греющей среды аппарата



Q – подводимая к греющей среде теплота;
 T_{грс} – температура греющей среды непосредственно вблизи банки;
 T_{бан} – температура в центре банки;
 U_{грс} – сигнал на выходе датчика температуры, размещенного в греющей среде

Рисунок 2 – Предлагаемая схема изучения температурного поля греющей среды аппарата

При необходимости рассчитать стерилизующий эффект пользуются формулой (6):

$$L = \int_0^{\tau_{стер}} \frac{dT}{10^{\frac{121,1 - T(\tau)}{Z}}} \quad (1)$$

где L – стерилизующий эффект (усл.мин);
 τ_{стер} – продолжительность процесса (мин);
 T(τ) – временная зависимость температуры в наименее прогреваемой точке банки;
 τ – время (мин);
 Z – температурный параметр термоустойчивости тест-штамма микроорганизмов (°C).

При таком подходе к определению наименее прогреваемой зоны стерилизационной камеры оказывают влияние характеристики используемого наполнителя, так как в случае, если характеристики по теплопроводности содержимого разных банок будут различаться, полученные стерилизационные эффекты корректно сравнивать будет нельзя, так как результат сравнения не будет указывать на действительное положение наименее прогреваемой зоны. Для устранения влияния этого фактора в качестве наполнителя используется фарш (согласно методике (2)). Также размещение датчиков температуры в центрах банок вносит дополнительную инерционность в измерительный контур.

Избежать вышеперечисленного и упростить процесс изучения температурного поля греющей среды можно при размещении датчиков температуры не в центрах банок, а в греющей среде непосредственно вблизи, как показано на рисунке 2.

Таким образом, исключается инерционность, вносимая относительно медленным процессом теплопроводности фарша в банке, изучение температурного поля можно будет проводить, заполняя корзины автоклава только балластными банками (с песком или водой в качестве наполнителя, согласно методике (2)).

При необходимости рассчитать стерилизующий эффект (для чего необходимо знать временные характеристики температуры в наименее прогреваемых областях банок) можно воспользоваться методикой расчета температурного поля в консервах, стерилизуемых в автоклавах (3). На основании данных по температуре греющей среды непосредственно вблизи банки и характеристик теплопроводности ее содержимого эта методика позволяет математически рассчитать температуру любой

точки внутри банки. Зная температуру в наименее прогреваемой точке банки, можно определить и фактический стерилизующий эффект.

Если датчики температуры размещаются в греющей среде, то характерные точки для их размещения можно выбирать не по методике (2), а по одному из планов активного эксперимента. Тогда по результатам эксперимента можно будет получить математическую модель температурного поля. После анализа модели на экстремумы станет возможным найти наименее прогреваемую зону в стерилизационной камере (4).

Для реализации такого подхода к изучению температурного поля греющей среды автоклавов кафедрой автоматики и вычислительной техники Мурманского государственного технического университета был разработан программно-аппаратный комплекс для получения математической модели температурного поля в стерилизационной камере автоклава (5). Комплекс состоит из микроконтроллерного регистратора, набора датчиков температуры и давления, а также из программного обеспечения, автоматизирующего расчеты и облегчающего обработку результатов экспериментов.

Эксперименты показали, что применение программно-аппаратного комплекса позволяет определить наименее прогреваемую область стерилизационной камеры и рассчитать коэффициенты математической модели температурного поля. Эти коэффициенты могут использоваться при синтезе системы автоматического управления процессом стерилизации для настройки параметров регулятора температуры греющей среды.

Таким образом, проведение экспериментов по изучению температурного поля греющей среды аппаратов периодического действия можно упростить, размещая датчики температуры не внутри банок, а в греющей среде и применяя соответствующий математический аппарат. Если места размещения выбираются согласно плану активного эксперимента, можно получить математическую модель температурного поля греющей среды стерилизационной камеры. Эта модель может использоваться для оптимизации системы стабилизации температуры в стерилизационной камере.

Список литературы:

- 1) Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов, 1996.
- 2) Методика изучения температурного поля греющей среды аппаратов периодического действия для стерилизации консервов, 1983.
- 3) В.П. Бабарин. Стерилизация консервов: Справочник.– СПб.: ГИОРД, 2006.
- 4) А.М. Ершов, В.А. Гроховский, А.А. Маслов, А.В. Власов. Получение математической модели температурного поля в полости автоклава. Межвузовский сборник трудов по материалам Международной научно-технической конференции «Наука и образование – 2007». [Электронный ресурс] МГТУ.– Электрон. текст.дан.– Мурманск: МГТУ, 2007.
- 5) Маслов А.А., Власов А.В., Кайченков А.В. Практическая реализация программно-аппаратного комплекса для экспериментального исследования температурного поля в стерилизационной камере автоклава. Современные технологии в машиностроении: Сборник статей XI Международной научно-практической конференции.– Пенза, 2007.– с. 267-269.
- 6) Технология рыбы и рыбных продуктов: Учебник для вузов/ В.В. Баранов, И.Э. Бражная, В.А. Гроховский и др.; Под ред. А.М. Ершова.– СПб.: ГИОРД, 2006.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КОПТИЛЬНОГО ПРЕПАРАТА

Маслов А.А., Власова А.Р., Яценко В.В., Власов А.В.
(Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ, ican2005@yandex.ru)

Abstract. The article describes method of improving process of production smoke liquid. This method lies in control of composition characteristics in the absorber by the radiowave analyzer.

Аннотация. В статье описывается способ совершенствования процесса получения копильного препарата, заключающийся в контроле параметров многокомпонентной смеси в абсорбере при помощи радиоволнового анализатора состава.

Кафедры Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) и Технологии пищевых производств (ТПП) Мурманского государственного технического университета (МГТУ) длительное время проводят совместные исследования, направленные на улучшение качества получаемой продукции из гидробионтов путем автоматизации процессов ее приготовления. Одним из наиболее традиционных и востребованных в нашей стране способов обработки рыбной продукции является копчение, поэтому в совместных работах большое внимание уделяется получению качественной и безопасной копченой продукции.

Традиционное копчение (обработка продукта непосредственно древесным дымом) имеет ряд недостатков (возможность выделения вредных веществ, высокие потери копильного дыма и пр.), которые могут быть устранены применением бездымного копчения (с использованием копильных препаратов) (1).

На кафедре ТПП МГТУ разработана технология получения копильного препарата «Сквама» (рисунок 1). Данная технология реализуется в устройстве, состоящем из корпуса 1, внутренняя часть которого разделена поперечными перегородками 2 на отдельные зоны по ходу движения дымовых газов. Внутри корпуса 1 размещены форсунки 3 и насадки 4.

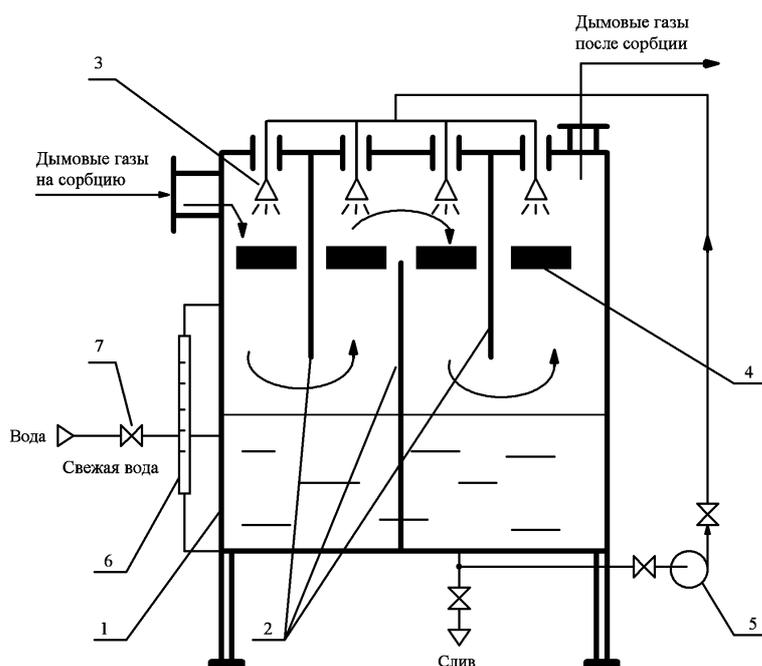


Рисунок 1 – Схема промышленной установки для получения копильного препарата «Сквама»

- 1 – корпус,
- 2 – перегородки,
- 3 – форсунки,
- 4 – насадки,
- 5 – рециркуляционный насос,
- 6 – уровнемер,
- 7 – клапан подачи воды.

В первой по ходу движения дымовых газов зоне сорбции происходит контакт дымовых газов с мелкодиспергированными частицами воды, а затем в зоне насадки 4 дымовые газы взаимодействуют со стекающей пленкой воды, при этом среды движутся прямоточно. Во второй зоне дымовые газы взаимодействуют с тонкостекающей пленкой воды в насадке 4, а затем контактируют с мелкодиспергированными форсункой 3 частицами воды, при этом среды движутся противоточно. Контактное взаимодействие дымовых газов с водной средой в последующих зонах аналогично предыдущим. (2)

При производстве копильного препарата важными параметрами являются концентрация конечного продукта, а также содержание в нем вредных химических веществ.

В рассмотренной установке процесс приготовления занимает определенное время (в среднем 144 часа), в течение которого не осуществляется непрерывный контроль влажности опилок в дымогенераторе, качества исходной воды, степени насыщения копильного препарата и ряда других факторов, оказывающих непосредственное влияние на конечный продукт.

После окончания процесса получения копильного препарата осуществляется контроль его химического состава в лабораторных условиях при помощи специального дорогостоящего оборудования, что занимает продолжительное время и требует наличия квалифицированного персонала. Таким образом, процесс может быть неоправданно затянут по времени, и о качестве полученного продукта можно судить лишь постфактум.

Помимо технологии изготовления важным является и хранение копильного препарата, в ходе которого также может происходить изменение химического состава, следовательно, существует необходимость проведения экспресс-анализа для определения концентрации и необходимости фильтрации данного раствора перед применением.

В настоящее время на рынке отсутствуют недорогие и простые в использовании приборы, позволяющие контролировать изменение химического состава копильного препарата в процессе его приготовления и хранения.

В течение последних нескольких лет на кафедре АиВТ проводились исследования, направленные на разработку концентратомера, позволяющего определять химический состав бинарных растворов. Первоначально был разработан прибор, принцип работы которого был основан на частичном отражении электромагнитной сверхвысокой частоты (>1 ГГц) от объекта исследования (3). Он позволял определять содержание карбонильных соединений и кислот в копильных препаратах и экстрактах. Но у данного прибора был ряд недостатков, таких, как большие габариты, высокие частоты работы (СВЧ) и малое количество контролируемых параметров.

В дальнейшем, на основе радиоволнового резонансного метода был разработан концентратомер, построенный по двухканальному принципу и состоящий из двух идентичных каналов – измерительного и опорного (4). В данном приборе датчик, погруженный в исследуемую среду, является частотозадающим элементом генератора, следовательно, получаемая частота генератора зависит от химических свойств жидкости. Этот концентратомер позволяет получить лишь информацию о степени расхождения химического состава исследуемой жидкости от эталона. Также к его недостаткам можно отнести: ограниченный набор растворов, с которыми прибор корректно работает, и отсутствие цифрового способа отображения информации.

В настоящее время на кафедре АиВТ разрабатывается автоматический концентратомер, в основе которого лежит метод спектроскопического исследования

вещества, заключающийся в определении зависимости свойств вещества от частоты или скорости изменения внешнего воздействия (5).

Данный прибор позволит определять химический состав бинарных растворов, а также может быть использован для проведения экспресс-анализа состава коптильного препарата в процессе его приготовления и хранения.

С помощью метода, реализованного в приборе, были получены частотные характеристики коптильных препаратов разной степени готовности и разных дат выработки (рисунки 2,3), позволяющие делать выводы о его применимости к исследованию коптильных препаратов.

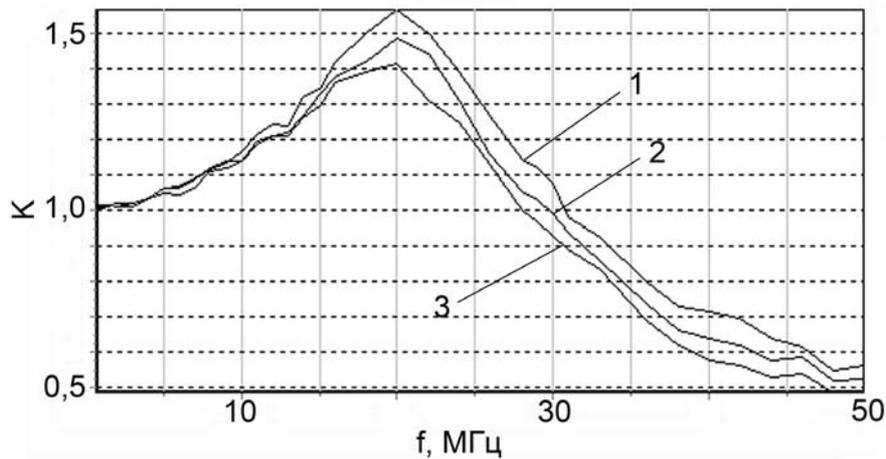


Рисунок 2 – Частотные характеристики коптильных препаратов "СКВАМА" разной степени готовности (количество часов приготовления):
1 – через 48 часов; 2 – через 60 часов; 3 – через 72 часа.

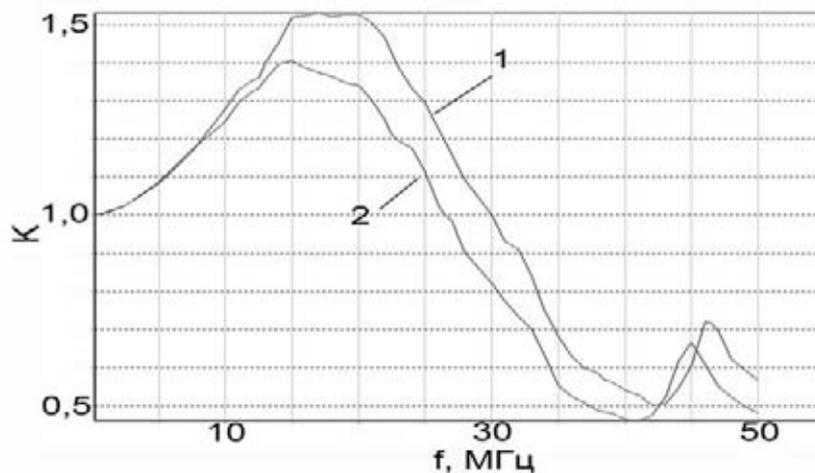


Рисунок 3 – Частотные характеристики коптильных препаратов "СКВАМА" разных дат выработки: 1 – июнь 2006; 2 – май 2007.

Данный прибор может быть интегрирован в технологическую установку получения коптильного препарата. С его помощью предлагается проводить анализ степени готовности препарата (получение раствора соответствующего заданному эталону). Применение разрабатываемого прибора позволит сократить затраты на производство партии коптильного препарата (сокращение времени приготовления) и на анализ его химического состава. Радиоволновый анализатор состава позволит оценивать степень изменения коптильным препаратом своих характеристик в процессе хранения.

Список литературы:

- 1) Курко В.И. основы бездымного копчения. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 228 с.
- 2) 101. Пат. № 2172106 РФ А 23 В 4/048. Способ получения коптильного препарата и устройство для его осуществления / А.М. Ершов, В.А. Гроховский, В.В. Беспалова, С.Ю. Дубровин. – № 2172106; Заявл. 15.04.2000; Оpubл. 20.08.2001, Бюл. № 23
- 3) Пачковский А.Ч. К вопросу разработки и реализации радиоволнового диэлектрометра для автоматизации технологического процесса изготовления коптильных препаратов / А.Ч. Пачковский. – Мурманск: МГТУ, 2001. – 13 с. - Библ.: 9 назв. – (Рук. деп. во ВНИЭРХ 01.02.2001, №1361 рх – 2001)
- 4) Пат. 2285913 Российская Федерация, МПК7: G01N22/00, G01R27/26. Устройство для измерения физических свойств жидкости / А.М. Ершов, А.А. Маслов, Б.Ф. Петров, А.С. Совлуков, В.Я. Фатеев, А.О. Фицнер; заявитель и патенто-обладатель: Федеральное гос. образовательное учреждение высшего профессионального образования Мурманский гос. технический университет. – № 2005105211/09; заявл. 28.02.2005; опубл. 20.10.2006, Бюл. № 29. – 11 с.: ил.
- 5) Маслов, А.А. Метод диэлектрической спектроскопии измерения физических свойств жидкостей / А.М. Ершов, А.А. Маслов, А.С. Совлуков, А.Р. Курамшина, В.В. Яценко // Матер. российской конф. с междунар. участием “Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения (УКИ’08)” (10-12 ноября 2008 г.) - Москва: ИПУ РАН, 2008. - С. 191-193.

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОПТИЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Маслов А.А., Яценко В.В., Власова А.Р., Власов А.В.
(Мурманск, МГТУ, каф. АиВТ, ican2005@yandex.ru)

Abstract. The article describes technique smoke liquid control composition by means of design and analysis of measuring cell's amplitude-frequency plots. The measuring cell is located in the liquid being analyzed.

Аннотация. В статье рассматривается спектроскопический способ исследования состава копильных препаратов с помощью построения и анализа амплитудно-частотной характеристики микрополоскового датчика, помещенного в исследуемую жидкость.

В условиях рыночной экономики задача повышения эффективности технологических процессов играет существенную роль.

Улучшение качества рыбной продукции и повышение ее выхода являются важнейшими требованиями рационального использования рыбного сырья. При решении этих задач необходимо учитывать такие факторы, как видовой состав направляемой на обработку рыбы, существующий уровень технологии обработки, наличие потребительского спроса на готовую продукцию и т.д. Копчение, являющееся в нашей стране одним из наиболее традиционных способов обработки рыбы, осуществляется, в основном, с применением древесного дыма и имеет ряд недостатков, на которые в настоящее время обращается все больше внимания.

Одним из путей решения вопросов экологии и гигиены копченой продукции является обработка изделий из рыбы копильными препаратами с целью придания специфических цвета, вкуса и аромата, свойственных копченым продуктам (так называемое бездымное копчение). Применение аналитических методов, например капиллярной газожидкостной хроматографии в сочетании с одновременным анализом на масс-спектрографе, позволили значительно пополнить перечень определяемых химических веществ, входящих в состав копильных препаратов.

Недостатком этих методов является невозможность непрерывного получения и использования информации о составе копильных препаратов, высокая стоимость применяемого оборудования, а также высокие требования к квалификации обслуживающего персонала.

Таким образом, для автоматизации процесса приготовления копильных препаратов, обеспечения качественного контроля параметров технологического процесса наиболее интересны непрерывные измерения химического состава копильной жидкости, выполняемые без предварительной подготовки раствора и без отбора проб.

Копильная жидкость, как и всякий раствор, обладает удельной электропроводностью, диэлектрической и магнитной проницаемостями. Величины этих характеристик находятся в тесной связи с качественными и количественными изменениями вещества, вследствие чего они используются в качестве параметров в ряде аналитических методов. Существует взаимосвязь между этими параметрами, посредством сложного взаимодействия полей частиц вещества, несущих заряды, и внешнего электромагнитного поля. Во взаимодействие этих полей определенным вклад вносит магнитное поле, однако магнитная проницаемость растворов близка к единице и

с изменением концентрации меняется очень незначительно и, поэтому, в дальнейшем рассматриваться не будет.

Процессы, происходящие в диэлектрике при наложении переменного электрического поля, согласно Дебаю, можно описать, используя выражение для комплексной диэлектрической проницаемости:

$$\dot{\epsilon} = \epsilon' - j\epsilon'' \quad (1.1)$$

где: ϵ' - активная составляющая диэлектрической проницаемости, ϵ'' - реактивная составляющая диэлектрической проницаемости.

Выделяя из соотношения (1.1) отдельно активную и реактивную составляющие комплексной диэлектрической проницаемости, получаем их зависимость от частоты

$$\epsilon' = \epsilon'_\infty + \frac{\epsilon'_{\omega_0} - \epsilon'_\infty}{1 + \omega^2 \tau^2} \quad (1.2)$$

$$\epsilon'' = (\epsilon'_{\omega_0} - \epsilon'_\infty) \frac{\omega \tau}{1 + \omega^2 \tau^2}, \quad (1.3)$$

где ϵ'_∞ - высокочастотная диэлектрическая проницаемость, ϵ'_{ω_0} - квазистатическое значение диэлектрической проницаемости ($\omega \rightarrow 0$), ω - круговая частота, $\omega = 2\pi f$, τ - время релаксации. В то же время, мнимая составляющая комплексной диэлектрической проницаемости позволяет учитывать влияние токов проводимости (формула 1.4):

$$\epsilon'' = \frac{4\pi\sigma}{\omega}, \quad (1.4)$$

где σ - активная проводимость вещества, См/м.

Зависимость диэлектрической проницаемости от частоты ω переменного поля $\epsilon(\omega)$ называется дисперсией диэлектрической проницаемости (рисунок 1).

Характер дисперсии определяется процессом установления поляризации во времени.

Когда период колебания электрического поля велик по сравнению с временем релаксации τ (частота ω мала по сравнению с $1/\tau$), поляризация успевает следовать за полем и диэлектрическая проницаемость сохраняет некоторое квазистатическое значение. При частотах $\omega \gg 1/\tau$ вещество не будет успевать поляризоваться и диэлектрическая проницаемость уменьшается (область аномальной дисперсии).

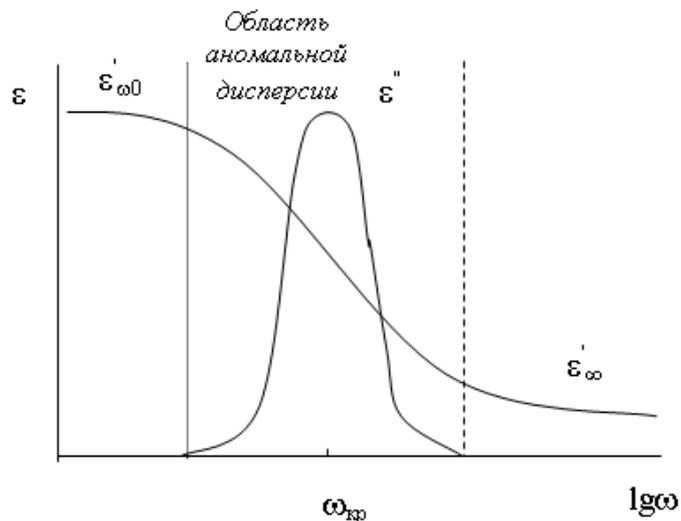


Рисунок 1
Зависимость активной и реактивной составляющих от частоты.

Наиболее резкое изменение ϵ' происходит на частотах $\omega_{кр} \sim 1/\tau$. На этих же частотах ϵ'' проходит через максимум.

Традиционные методы диэлькометрии и кондуктометрии основаны на измерении характеристик вещества при заданной (фиксированной) частоте (ω) электромагнитного поля. Это позволяет получать данные о статических характеристиках вещества, что в свою очередь дает возможность рассчитывать дипольные моменты молекул, их поляризуемость и другие электрические величины, связанные со строением, как отдельных молекул исследуемого вещества, так и макрообразца в целом. Однако, эта фиксированная частота должна лежать вне области аномальной дисперсии.

Для коптильных препаратов, являющихся сложными гетерогенными системами, априорно выполнить данное требование невозможно.

Таким образом, требуется измерение электрофизических характеристик вещества на нескольких фиксированных частотах или переход к спектроскопическому исследованию вещества.

Изменение химического состава коптильной жидкости в процессе приготовления неизменно приведет к изменению ее электрофизических свойств, что, в свою очередь повлияет на прохождение волны через исследуемую жидкость.

Снижение мешающего влияния токов проводимости при диэлькометрических измерениях, достигается при значительном возрастании рабочей частоты поля. С другой стороны, сильное завышение частотного диапазона ведет к значительному удорожанию разрабатываемого устройства, связанного с необходимостью обеспечения защиты от наводимых помех, а также с применением дорогостоящих высокочастотных микросхем.

Для решения задачи создания устройства, позволяющего получить зависимость электрофизических параметров вещества от частоты подаваемого электрического сигнала и исходя из выше перечисленных ограничений на частоту этого поля, был выбран диапазон от 1 до 50 МГц, и разработан датчик, помещаемый в исследуемую жидкость (рис. 2).

Датчик представляет собой двухстороннюю пластину, одна сторона которой представлена в виде линии, длиной порядка 1 м, а вторая сторона полностью покрыта медью.

Данный датчик можно использовать в системах, позволяющих определить диэлектрическую проницаемость раствора (например, в качестве частото задающего элемента автогенератора). Однако, вычисление непосредственного значения этого электрофизического параметра не дает достаточной информации о составе многокомпонентной жидкости.

В теории автоматического управления одним из параметров, характеризующих работу элемента, является коэффициент передачи, равный отношению выходной и входной амплитуд гармонического сигнала, проходящего через объект исследования. Величина этого коэффициента будет зависеть от свойств исследуемого объекта, то есть, в нашем случае, от химического состава жидкости (рис. 3).

Апробация метода осуществлялась с использованием водных растворов лимонной кислоты (содержание лимонной кислоты 0.5%, 1.5%, 5%).

Рисунок 2 – Внешний вид датчика, погружаемого в исследуемую жидкость.



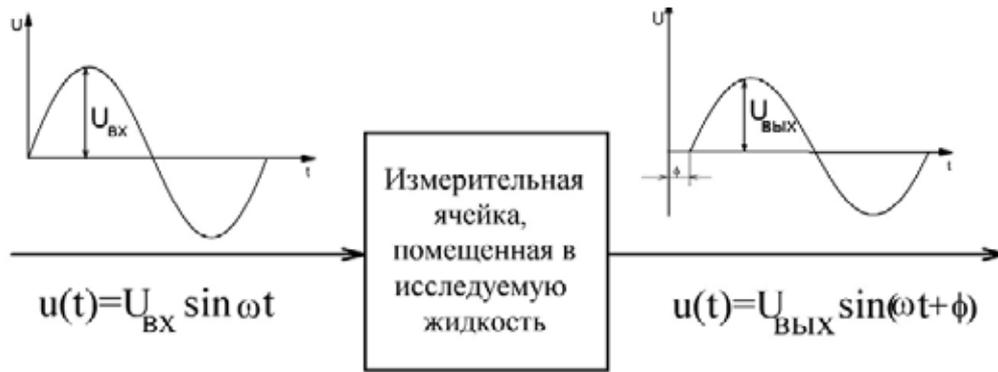


Рисунок 3 – К определению коэффициента передачи измерительной ячейки

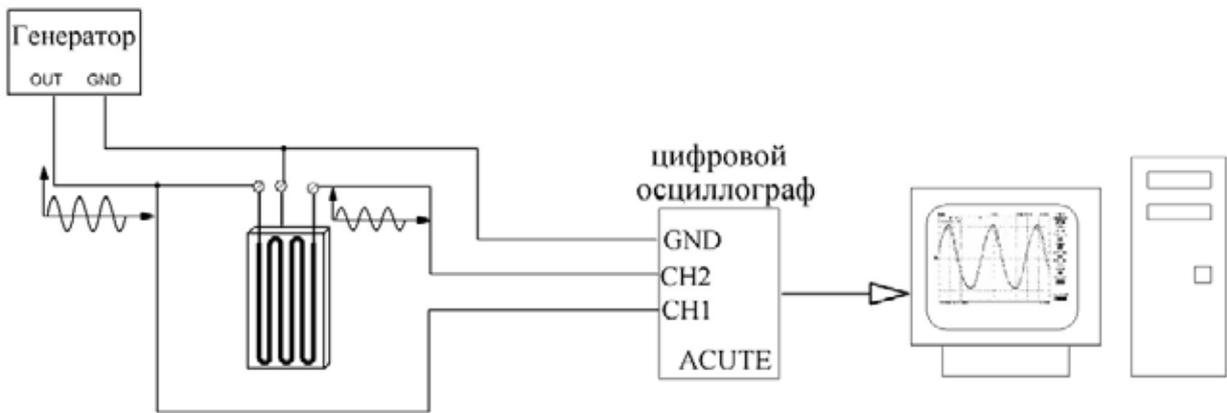


Рисунок 4 – Схема включения чувствительного элемента

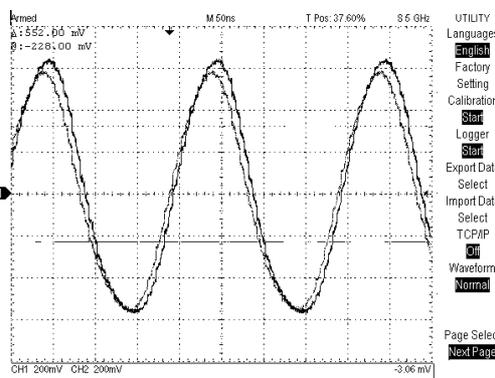
Изготовленный датчик погружался в водный раствор и включался в измерительную цепь по следующей схеме (рис. 4).

На датчик подавался набор гармонических сигналов с диапазоном частот от 1 до 50 МГц с помощью генератора высокочастотных сигналов Г4-102А.

Для измерения напряжения на входе и выходе датчика использовался цифровой осциллограф фирмы ACUTE, работающий на частотах до 200 МГц.

В ходе опытов по полученным осциллограммам (рис. 5) измерялись амплитуды входного и выходного сигналов и анализировался коэффициент передачи.

Рисунок 5 –
Экспериментальные
осциллограммы



Полученные зависимости коэффициента передачи от частоты представлены на рисунке 6.

Из графиков видно, что при изменении концентрации лимонной кислоты меняются следующие значения:

максимальное значение коэффициента передачи,

частота, при которой коэффициент передачи достигает максимального значения, ширина полосы пропускания.

Все эти значения можно использовать в качестве информативных параметров для анализа многокомпонентных жидкостей.

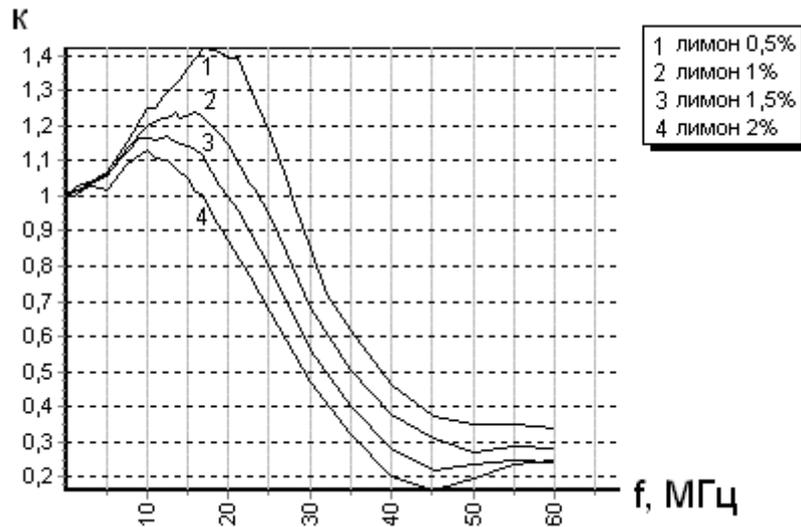


Рисунок 6 – Зависимость коэффициента передачи системы с датчиком, помещенным в различные водные растворы (1 - концентрация лимонной кислоты 0,5%, 2 - концентрация лимонной кислоты 1%, 3 - концентрация лимонной кислоты 1,5%, 4 - концентрация лимонной кислоты 2%)

В ходе проведенного исследования было экспериментально установлено, что данный метод может быть использован для определения концентрации примеси в бинарных растворах. Анализ полученных зависимостей позволяет выявить ряд информативных параметров (максимальное значение коэффициента передачи, частота, при которой коэффициент передачи достигает максимального значения, ширина полосы пропускания), что позволит исследовать многокомпонентные жидкости.

Список литературы:

- 1) Ершов, А. М. Измерение концентрации веществ в водных растворах / А. М. Ершов, А. А. Маслов, А. С. Совлуков, В. Я. Фатеев, Яценко В.В.//Вестник МГТУ: труды Мурман. гос. техн. ун-та. - 2006. - Ч. 5 № 9. – С. 874 – 878
- 2) Ершов, А. М. Радиоволновый резонаторный метод измерения физических свойств жидкостей с диэлектрическими потерями /А.М. Ершов, А.А. Маслов, А.С. Совлуков, В.Я. Фатеев, В.В. Яценко // Вестник МГТУ : труды Мурман. гос. техн. ун-та.- 2008.-Т.11, № 3.-С.498.
- 3) Ершов, А. М. Радиочастотная концентратометрия технологических водных растворов /А.М. Ершов, А.А. Маслов, А.С. Совлуков, В.Я. Фатеев, Яценко В.В.//Журнал Датчики и системы №11 2007 г.
- 4) Ершов, А. М. Определение выходной характеристики радиочастотного концентратометра/ А.М. Ершов, А.А. Маслов, А.С. Совлуков, В.Я. Фатеев, Яценко В.В.//Сборник трудов по материалам Международной научно-технической конференции «Наука и образование – 2007». Мурманск. Апрель, 2007.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА СТЕРИЛИЗАЦИИ В АВТОКЛАВАХ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Маслов А.А., Власов А.В., Кайченев А.В. (Мурманск, МГТУ, каф. АиВТ, ican2005@yandex.ru)

Abstract. This article describes ways of the rising efficiency of the sterilization and features of the realization in periodical action autoclave.

Аннотация. В статье рассмотрены пути повышения эффективности процесса стерилизации, особенности их реализации в автоклавах периодического действия.

Введение

Стерилизация – это общий термин, который обозначает тепловую обработку герметично укупоренного пищевого сырья или полуфабриката в широком диапазоне температур (от 80 до 160°C). В процессе стерилизации должны быть обеспечены микробиологическая безвредность и безопасность для будущих потребителей этой консервированной продукции. Однако, жесткие температурные режимы и временные параметры тепловой обработки консервов для обеспечения полной стерильности и, следовательно, их безопасности, приведут, в свою очередь к необратимому изменению состава и свойств продукта, снижению пищевой ценности. Поэтому, осуществляя процесс стерилизации, необходимо обеспечить, с одной стороны надежную микробиологическую безопасность консервов, с другой стороны, не ухудшить качественные показатели продукта [1].

В то же время, консервирование, проводимое в автоклавах, является весьма энергоемким процессом, поэтому значительная часть исследований направлена на интенсификацию стерилизации консервов, которая может быть достигнута:

- совершенствованием конструкции автоклава;
- теплоизоляцией основных узлов установки;
- совершенствованием системы контроля и управления процессом стерилизации, что позволит повысить эффективность процесса в целом и качество консервированной пищевой продукции;
- вторичным использованием энергии теплоносителя предыдущей автоклавоварки.

Пути повышения эффективности процесса стерилизации

В экспериментальных лабораториях кафедры Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) и кафедры Технологий пищевых производств (ТПП) Мурманского государственного технического университета (МГТУ) на протяжении многих лет ведется целенаправленная работа по исследованию процесса стерилизации и совершенствованию стерилизационного оборудования. В рамках данной работы была проведена модернизация медицинского стерилизатора ВК-30 (имеющегося на кафедре ТПП) в стерилизационную установку АВК-30 и были получены результаты экспериментов по исследованию:

- температурного поля стерилизационной камеры автоклава [2];
- шести производственных циклов процесса стерилизации.

Совершенствование конструкции автоклава

При анализе экспериментальных данных, полученных с использованием разработанного авторами программно-аппаратного комплекса для получения математической модели температурного поля греющей среды в стерилизационной

камере ВК-30 [3], было отмечено наличие значительных тепловых потерь от теплообмена с окружающей средой через стенки сосуда. При этом парогенератор (ПГ) (имеющий большую в сравнении со стерилизационной камерой площадь соприкосновения с окружающей средой) охлаждался примерно на порядок интенсивнее стерилизационной камеры, что позволяет сделать вывод о необходимости теплоизоляции аппарата для повышения его экономичности.

Отличительной особенностью ВК-30 является интегрированный парогенератор. Цилиндр стерилизационной камеры охвачен снизу и с боков водопаровой камерой (рабочим объемом парогенератора), как показано на рисунке 1. Это делает процесс нагрева стерилизационной камеры более интенсивным, так как наряду с передачей энергии путем подвода теплоты паром наблюдается теплообмен через рубашку. С другой стороны, это усложняет управление температурой в стерилизационной камере, так как рубашечным теплообменом невозможно управлять, можно лишь учитывать его наличие при расчете управляющего воздействия.

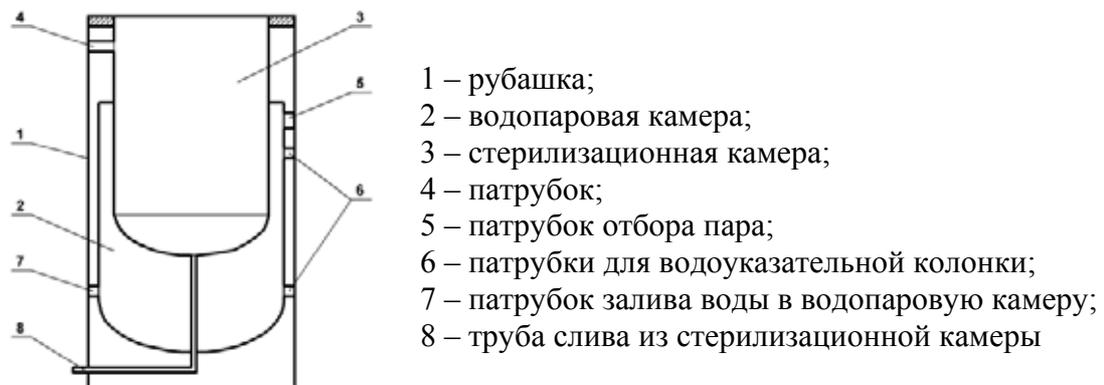


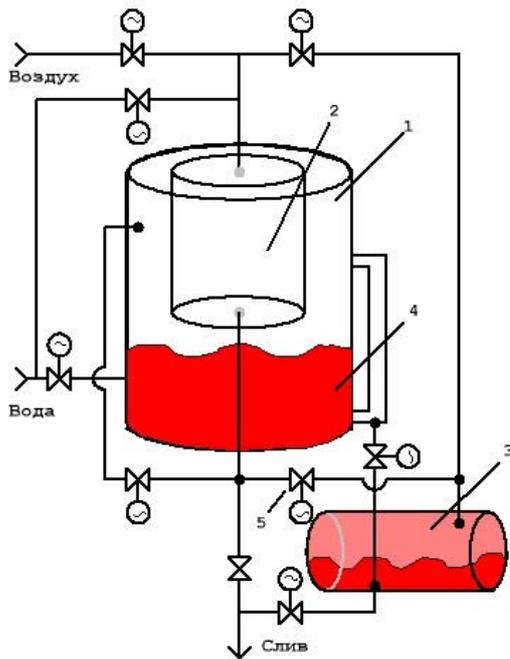
Рисунок 1 – Эскиз корпуса стерилизатора ВК-30 в разрезе

Вторичное использование энергии предыдущей автоклавоварки

Работа стерилизационной установки разделяется на 6 производственных циклов:

- 1 пароподготовка;
- 2 продувка;
- 3 нагрев;
- 4 стерилизация;
- 5 слив парогенератора;
- 6 охлаждение.

На этапе охлаждения стерилизационной камеры в процессе стерилизации наблюдается резкое понижение давления в водопаровой камере. Это обуславливается тем, что охлаждающая вода отбирает тепло не только от стерилизационной камеры с находящимися внутри консервами, но и от парогенератора посредством рубашечного теплообмена. Таким образом, значительно снижается эффективность охлаждения, резко возрастают расход охлаждающей воды и отбросные потери тепла. Для устранения этого недостатка в стерилизационную установку был введен экономайзер (См. Рисунок 2), предназначенный для временного хранения используемого в процессе теплоносителя. Так, энергия продувочного пара используется для подогрева экономайзера. Конденсат, периодически удаляемый из стерилизационной камеры на различных этапах процесса стерилизации, не утилизируется в канализацию, а сливается в экономайзер.



- 1 – АВК 30;
- 2 – Стерилизационная камера;
- 3 – Экономайзер;
- 4 – Парогенератор;
- 5 – Клапана (9шт.)

Рисунок 2 – Схема стерилизационной установки

Также экономайзер позволяет вторично использовать энергию теплоносителя, аккумулируемую в качестве конденсата на этапах пароподготовки, продувки, нагрева и собственно стерилизации. На время этапа охлаждения горячая вода перекачивается из парогенератора в экономайзер, что повышает эффективность этапа охлаждения и позволяет повторно использовать накопленную энергию в следующем цикле стерилизации, что, в конечном счете, повышает экономическую эффективность всей установки.

Система управления процессом стерилизации

Современный этап развития науки и техники предлагает широкий выбор технических средств автоматизации процесса управления для реализации управляющих алгоритмов. Применительно к стерилизующим установкам можно наблюдать использование целого спектра различного оборудования для управления технологическим процессом стерилизации – начиная от промышленных компьютеров с сенсорным дисплеем и заканчивая построенными на базе ПЛК или программных регуляторов системами. В силу меньших габаритов и стоимости ПЛК по сравнению с промышленными компьютерами наиболее предпочтительным является последний вариант.

Целенаправленная работа кафедры А и ВТ МГТУ по внедрению оборудования фирмы «ОВЕН» в учебный процесс убедила разработчиков в правильности выбранного направления реализации системы управления и контроля процессом стерилизации на базе оборудования [4]. В рамках программы поддержки вузов, реализуемой компанией «ОВЕН», кафедре было предоставлено оборудование для реализации поставленной задачи (датчики, контроллеры).

Перед проведением экспериментов по исследованию температурного поля стерилизационной камеры автоклава было принято решение о замене ручных клапанов, используемых в ВК-30 на современные электромагнитные клапаны фирмы Sirai (см. Рисунок 2). Использование 9 клапанов позволяет полностью автоматизировать процесс стерилизации.

В настоящее время осуществляется разработка и внедрение алгоритмов управления стерилизационной установкой в SCADA-системе CoDeSys обеспечивающих:

- эффективное управление процессом стерилизации;
- оптимальное регулирование всех параметров процесса и поддержание с заданной точностью параметров формулы стерилизации.

Выводы

Реализация рассмотренных в статье путей повышения эффективности процесса стерилизации позволит привести к повышению эффективности стерилизационной установки и качества стерилизованной продукции.

Список литературы:

- 1) Технология рыбы и рыбных продуктов: Учебник для вузов/ В.В. Баранов, И.Э. Бражная, В.А. Гроховский и др.; Под ред. А.М. Ершова. – СПб.: ГИОРД. –944 с.: ил.
- 2) А.М. Ершов, В.А. Гроховский, А.А. Маслов, А.В. Власов, А.В. Кайченев. Получение математической модели температурного поля в стерилизационной камере автоклава на основании результатов активного эксперимента. Межвузовский сборник трудов по материалам Международной научно-технической конференции «Наука и образование – 2008». [Электронный ресурс] МГТУ.- Электрон. текст.дан.- Мурманск: МГТУ, 2008.
- 3) А.А. Маслов, А.В. Власов, А.В. Кайченев А.В. Программно-аппаратный комплекс для экспериментального исследования температурного поля в стерилизационной камере автоклава. Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 26 февраля – 28 февраля 2008 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 500с.
- 4) А.А. Маслов, А.В. Кайченев А.В., Саженов Р.А., Коваль А.Е. Система управления микроклиматом // «Автоматизация и производство». - №1/2008. – М.: «АиП», 2008. – С. 36-37

ВОЗМОЖЕСТЬ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕЧЕНИ ТРЕСКИ НА ПИЩЕВЫЕ ЦЕЛИ

**Волченко В.И., Гроховский В.А. (МГТУ, кафедра ТПП),
Володченкова Е., Черненко К. (Т-4, ТХФ МГТУ)**

Abstract. Traditional way of the cod liver processing is producing natural canned food. Some problems were observed, and the ways of their solution were discussed. For example, canned pastes with vegetable raw material were made.

Традиционным направлением использования печени трески, остающимся актуальным и востребованным и в настоящее время, является производство натуральных консервов. Этот подход, тем не менее, не является единственно возможным и наиболее правильным.

Безусловно, консервы «Печень трески натуральная» являются продуктом, обладающим высокой пищевой и биологической ценностью, обогащённым ω -3 полиненасыщенными жирными кислотами; его можно рекомендовать для профилактического и даже лечебного питания. Тем не менее, такой продукт сам по себе не является сколь бы то ни было сбалансированным: он содержит исключительно жировую и (в значительно меньшей степени) белковую составляющую, тогда как основу рациона человека составляют, всё-таки, углеводы, включая столь необходимые для нормального пищеварения пищевые волокна. Содержание пищевых волокон может быть обеспечено лишь путём введения в состав продукта растительных составляющих.

Другим недостатком консервов «Печень трески натуральная», особенно произведённых из сырья, имеющего не идеальное качество, является относительно высокая доля свободного (выделившегося при стерилизации) жира. Этот жир, как правило, не используется потребителем. Для решения этой проблемы авторами ранее было предложено проводить предварительную СВЧ-обработку полуфабриката. Этот подход, с другой стороны, позволяет собрать жир, выделяющийся при СВЧ-обработке, и использовать его на пищевые или ветеринарные цели.

Авторами было предложено производить следующий ассортимент консервов на основе бланшированного полуфабриката:

- «Печень трески бланшированная»
- «Печень трески бланшированная в сметанном соусе»
- «Печень трески бланшированная в томатно-сметанном соусе»
- «Печень трески бланшированная в уксусно-майонезном соусе»
- «Печень трески бланшированная с овоще-грибным гарниром»
- «Паштет сырно-морковно-печёночный»

Не менее интересен новый ассортимент паштетных консервов на основе печени трески:

- «Паштет печёночно-морковный»
- «Паштет печёночно-грибной»
- «Паштет многокомпонентный» (на основе печени трески, овощей и грибов)

Особенностью всех этих паштетов является то, что в их рецептуру входит томатно-сметанный соус. Растительное сырьё позволяет сбалансировать химический состав продукта и приблизить его к комбинированному продукту, отвечающему требованиям рационального питания. Кроме того, в таких паштетах практически не наблюдается (или наблюдается в минимальной степени) отслаивания жира.

Полученный при бланшировании жир может быть использован в пищевых целях для обогащения продуктов ПНЖК. В частности, были разработаны рецептуры паштетов, включающие в свой состав выделяющийся жир.

Образцы консервов получили высокую оценку на дегустациях. В частности, уровень качества составил: для морковного паштета с добавлением жира печени трески – 88 %, для сырно-морковно-печёночного паштета – 91 %. Консервы были представлены на международных выставках.

Таким образом, был предложен способ наиболее полной переработки печени на пищевые цели.

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ГЕНЕРАЦИИ ДЫМА

Глазунов Е.А., Липин Д.Е. (Мурманск, МГТУ, кафедра Технологического и холодильного оборудования, кафедра Технологии металлов и судоремонта)

Копченая продукция всегда пользовались повышенным спросом у населения. Ее традиционно изготавливают с использованием коптильного дыма. Качество, состав и свойства, которого зависят от породы и вида древесины, ее химического состава и физических свойств. Количественное содержание и качественный состав дисперсной фазы и органических соединений в коптильном дыме в определенной степени зависит от способа его получения. В настоящее время используются в основном три способа генерации дыма – тления, трения и с использованием теплоносителя.

Дымогенераторы, работающие на принципе тления опилок, подразделяются на две группы: с постоянно подогреваемой поверхностью нагрева и без внешнего подвода тепла.(2)

При использовании дымогенераторов с подогреваемой поверхностью нагрева образование дыма осуществляется при термическом распаде опилок в тонком слое на подах с температурой 350—450°C со свободным доступом воздуха в зону пиролиза древесины. В этом случае термический распад органической массы древесины происходит в одном слое и до минимума снижается вероятность прохождения первичных продуктов пиролиза через локализованные участки высоких температур, а, следовательно, практически исключается вторичный перегрев компонентов первичного распада опилок.

В генераторах без внешнего подвода тепла используется древесина, подаваемая на колосниковую решетку, где часть ее сгорает, выделяя теплоту, необходимую для термической деструкции оставшейся части. Термический распад древесины происходит за счет внутреннего теплообразования в толстом слое при ограниченном доступе воздуха в зону дымообразования. Наличие значительного фронта термического распада древесины не позволяет регулировать и контролировать температуру ее пиролиза, что приводит к периодическому образованию локальных очагов пламени с температурой порядка 600-1000°C и выше. При благоприятных условиях эксплуатации генератора около 25 % древесины сгорает, не образуя коптильной среды, поэтому коэффициент использования древесины в генераторах этого типа колеблется в пределах от 0,3 до 0,6. В этих генераторах невозможно оптимизировать температурный режим разложения древесины, в результате чего процесс осуществляется при 600-1000°C, что может привести к воспламенению древесины. Вследствие этого ухудшается качество коптильной среды, увеличивается расход древесины и повышаются удельные энергозатраты на выработку продукции. Это отрицательно сказывается на качестве коптильного дыма из-за возможного интенсивного повышения содержания канцерогенных соединений типа полициклические ароматические углеводороды под воздействием свободно-радикального механизма их образования.(1)

В дымогенераторах трения процесс образования дыма осуществляется из специально заготовленных брусьев при температуре порядка 350 °С.

Дымогенераторы трения, обладают рядом существенных преимуществ - возможность поддержания температуры дымообразования близкой к оптимальной, что позволяет получить коптильный дым наилучшего качества с наименьшим содержанием канцерогенных веществ, таких как 3,4-бензпирен, нитрозоаминов. Данные дымогенераторы хорошо поддаются автоматизации. Подбором древесины

можно получить дым с заранее заданными качествами. Особенностью данного способа является быстрое образование дыма, а также перегрев рабочих поверхностей устройства, приводящих к воспламенению древесины. Поэтому ДГ работает в импульсном режиме, когда процесс термического древесины чередуется с паузами, что позволяет управлять количеством образующегося дыма и оптимизировать процесс копчения, получение коптильного дыма, непосредственно готового к применению (без охлаждения и разбавления).

Недостатки фрикционно получаемого дыма – высокий уровень шума в дымогенераторном отделении, подготовка древесины для копчения и непосредственно использование цельной древесины

Получение дыма в «паровом» генераторе осуществляется термическим разложением опилок или щепы сухим перегретым паром высокого давления с температурой 280-380 °С. Эти генераторы имеют ряд конструктивных и технологических преимуществ и характеризуются лучшими энергетическими показателями. Они имеют отдельные зоны подогрева теплоносителя и образования коптильной среды, что обеспечивает надежную и оперативную регулировку ее температуры; Эти генераторы, обладая большей производительностью, позволяют получать среду высокого качества, не содержащую канцерогенных веществ и других вредных примесей. Достоинство их состоит в том, что они позволяют в большом диапазоне плавно изменять производительность, что создает условия для их применения на предприятиях разной мощности. В качестве теплоносителя обычно используется воздух, а также инертный газ или водяной пар. Наиболее перспективным теплоносителем является перегретый водяной пар. Это объясняется тем, что его теплоемкость почти в два раза выше, чем теплоемкость газов, поэтому для получения коптильной среды расходуется вдвое меньше пара. Применение перегретого водяного пара исключает возможность воспламенения древесины, что создает благоприятные условия для полного извлечения из нее коптильных веществ. Использование перегретого водяного пара обеспечивает, кроме того, получение концентрированной коптильной среды.

Существенный недостаток дымогенератора данного типа - повышенная влажность коптильного пара. Это ограничивает его использование, и он в основном применяется для изготовления продукции горячего копчения.(1;2)

Таким образом, на наш взгляд самым перспективным в эксплуатации в условиях современного производства является фрикционный дымогенератор.

В отличие от широко распространенных опилочных дымогенераторов фрикционный дымогенератор генерирует дым не за счет сжигания древесных опилок или стружек, а при трении торца бруска листового дерева о вращающийся фрикционный диск. За счет трения торец бруска нагревается до температуры начала возгонки дыма и обугливания древесины (250-350 °С). Дым, получаемый при этой температуре содержит минимум канцерогенных компонентов. В опилочных дымогенераторах из-за очагов самовозгорания (500-700°С) присутствует дым, характеризующийся высоким содержанием высокомолекулярных канцерогенных соединений.

Фрикционный дымогенератор отличается высоким санитарно-гигиеническими характеристиками – в отличие от опилочных дымогенераторов вокруг него нет сажи, а в помещении отсутствует задымленность.

Импульсность режима позволяет экономить древесину, обеспечивать высокие санитарные свойства дыма, управлять количеством образующегося дыма и как следствие - оптимизировать процесс копчения.

Список литературы:

- 1) Ершов А.М., Зотов В.В., Ноздрев С.И. Копчение пищевых продуктов. Повышение энергетической эффективности: Учеб. Пособие: в 2ч. Ч.1 – Мурманск, 1996
- 2) Ким Г.Н., Ким И.Н. Экологическая безопасность производства копченых рыбных продуктов. – М.: Колос, 2007.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ВИДОВ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ИЗОЛЯТА РЫБНОГО БЕЛКА (ИРБ)

Гроховский В.А., Борисова А. , Волкова А.П., Клименко А.
(Мурманск, МГТУ, кафедра Технологии пищевых производств,
v.grokhovsky@mail.ru)

Abstract. Researches on the possibility of producing the fish protein isolates from polar cod flesh were made. The necessity of six-times washing of polar cod mince with water, household soda solution and Japanese green tea water extract was proved. Cholesterol-less mayonnaise, mushroom sauce and chocolate pudding were prepared and studied for the first time. They have an acceptable quality.

Существенный спад производства, произошедший в рыбной промышленности в 90-е годы, заполнение российского рынка импортными морепродуктами обуславливают для российских предприятий необходимость создания производств, основанных на наиболее передовых технологиях, способных обеспечить выпуск продукции из широкого спектра продуктов глубокой переработки гидробионтов с высокой прибавочной стоимостью, повышенными вкусовыми качествами, в современной упаковке.

Одним из перспективных направлений в этой области является отработка технологии производства концентратов, изолятов, и гидролизатов рыбного белка. Важным фактором является то, что эти продукты можно получать как из рыбы непосредственно, так и из рыбных отходов, что позволяет решить проблему их утилизации.

Содержание белка в изолятах, приготовленных из рыбного сырья, достигает 93,5 %. Пищевая и биологическая ценность ИРБ значительно выше, чем свежей рыбы. Они обладают многими ценными функциональными свойствами (растворимостью в воде, эмульгирующей, пенообразующей, связующей способностями и др.). Наличие этих свойств позволяет широко использовать ИРБ в различных отраслях пищевой промышленности. В частности, высококачественные белковые изоляты из рыбы можно успешно применять для частичной замены яичного белка в таких пищевых продуктах, как майонез, суфле, мороженое, взбитые напитки, разнообразные соусы (например, чилийский и другие), а также при изготовлении кондитерских изделий (бисквитов, кремов, конфет и др.). Их используют в качестве связующих веществ, улучшающих реологические свойства, при производстве пастообразных изделий, мясных хлебцев, сосисок, консервированных колбасок. Изоляты рыбного белка могут быть успешно применены в сыродельной промышленности, являться ценным сырьём для изготовления пряженных белковых волокон, используемых при производстве структурированных пищевых продуктов и ряде других отраслей.

Как известно, белки рыб состоят на 20-30 % из саркоплазматических белков и на 65-70 % из миофибриллярных. Белки рыб являются неустойчивыми реакционноспособными соединениями, и эти свойства присущи прежде всего белкам саркоплазматической фракции. Белки этой фракции необратимо денатурируют в процессе обработки, теряя ценные функциональные свойства, кроме того, они содержат основную массу веществ, которые способствуют появлению и развитию специфического запаха в процессе обработки и последующего хранения продукта. Поэтому, чтобы получить белковый продукт с хорошими функциональными свойствами, отделяют миофибриллярные белки от саркоплазматических.

Пептидные связи белков при определённых условиях можно разорвать, в результате чего получаются более короткие цепочки аминокислот – полипептиды, а можно этот процесс довести до расщепления полипептидов на отдельные аминокислоты. Такой процесс (гидролиз) может протекать в достаточно концентрированных растворах кислот (кислотный гидролиз) или щелочей (щелочной гидролиз), а так же в слабокислых или щелочных средах под действием ферментов. Последний процесс называется ферментативным гидролизом. Именно он происходит в организме при усваивании им пищи, так как сами по себе молекулы белка не могут усваиваться в обмене веществ. Следовательно, предварительно гидролизованная пища усваивалась бы организмом более полно и качественно.

Получение изолированных белков (белковых изолятов) из рыбы невозможно без тщательной промывки фарша. Шестикратная промывка фарша позволяет получить миофибриллярные белки с более высокой степенью очистки и, следовательно, способствует удалению побочных запахов и устойчивости продукта к порче. Водное отбеливание направлено также на восстановление рН мяса рыбы, снижающееся после смерти рыбы. У рыб с темным цветом мяса (как сайка) рН снижается до 5,5 и обычной водной обработки для его повышения до 7,0 не достаточно. С этой целью мясо рыбы обрабатывается 0,5 % раствором пищевой соды, что вместе с промывкой водой позволяет снизить содержание жира в фарше на 80%.

Серьезной проблемой в производстве фарша является устранение рыбного запаха. Хорошим дезодорирующим эффектом в этом отношении обладает вытяжка из японского зеленого чая, и именно её использовали для двукратной промывки в проведённых экспериментах.

После каждой промывки проводили органолептические исследования фарша, а определяли водоудерживающую способность (ВУС), содержание массовой доли воды и азота летучих оснований (АЛО), данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние количества промывок на состав и свойства фарша из мяса сайки

Показатель	Характеристика			
	после разделки	после 2х промывок водой	после 2х промывок 0,5 % содовым р-ром	после 2х промывок вытяжкой зелёного чая
Цвет	серый	светло-серый с кремовым оттенком	грязно-кремовый с темно-серыми включениями	темно-кремовый цвет с серыми включениями
Запах	резко выраженный	значительно выраженный	умеренно выраженный	слабо выраженный
Гистологические свойства	при надавливании отделяется тканевой сок темно-серого цвета	при надавливании отделяется жидкость серого цвета	при надавливании отделяется жидкость	при надавливании отделяется жидкость
ВУС, %	63,01	60,60	50,54	42,48
Массовая доля воды, %	78,75	81,82	87,02	89,92
АЛО, %	0,085	0,063	0,041	0,022

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, в частности, о том, что содержание АЛО в результате промывок значительно уменьшается (с 0,085 до 0,022 %). Это можно объяснить тем, что при промывке удаляются вещества, вызывающие неблагоприятные химические и физические изменения в процессе хранения фарша.

Кроме того, анализ данных таблицы 1 показывает повышение в фарше массовой доли воды (с 78,75 % после первой промывки до 89,92 % после последней). Это абсолютно логично, поскольку многократная промывка способствует впитыванию большого количества воды частицами фарша, поэтому ее отделение затрудняется, а готовый продукт содержит повышенное количество влаги. Однако, при этом практически полностью вымываются водорастворимые вещества и весь тканевый жир. Удаление жира происходит главным образом во время прессования или центрифугирования промытого фарша. Продолжительность промывки должна обеспечить максимальное удаление растворимых веществ при минимальных потерях массы мяса.

Изготовление ИРБ проводили следующим образом. После размораживания, разделки, мойки и стекания филе сайки изготавливали фарш, который после шестикратной промывки гомогенизировали в водном растворе NaOH (pH=8-12) в соотношении 1:4 при 80-100 °С в течение 1-5 мин. При таких условиях обеспечивается минимальное разложение наиболее лабильных аминокислот (лизина, метионина и цистина) и происходит растворение 80-90 % белка без снижения его качества.

После выдерживания суспензии при 80-100 °С температуру понижали до 50-60°С и от раствора белка центрифугированием отделяли осадок, состоящий из костных включений, не растворившихся белковых частиц и др. Затем белок осаждали из раствора в виде творожистого сгустка посредством изменения pH раствором HCl приблизительно до 5,5 и центрифугированием отделяли осадок – изолят рыбный белковый, который до начала последующих опытов хранили в замороженном состоянии.

В ходе исследований были разработаны технологии получения на основе ИРБ следующих продуктов: майонеза бесхолестеринового, соуса грибного и пудинга шоколадного. При комплексном анализе готовых продуктов были получены результаты, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика продуктов, изготовленных на основе белкового изолята из мяса сайки

Показатель	Бесхолестериновый майонез	Соус грибной	Пудинг шоколадный
Белок (N·6,25), %	19,2	18,1	28,4
Липиды, %	71,0	14,6	2,7
Вода, %	9,02	56,0	44,2
Зола, %	2,1	1,6	0,8
Соль, %	2,94	2,85	–
Кислотность, %	0,0727	0,0691	0,1630
Плотность, г/см ³	1,780	1,319	1,085

По разработанной шкале органолептической оценки в баллах, посредством дегустаций, были оценены внешний вид, вкус, аромат, консистенция и общая приемлемость готовых продуктов. Результаты органолептической оценки представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты органолептической оценки продуктов, изготовленных на основе белкового изолята из мяса сайки

Показатель	Средний балл		
	Бесхолестериновый майонез	Соус грибной	Пудинг шоколадный
Вкус	3,4	4	3,6
Запах	4,4	4,75	5,0
Внешний вид	4,4	4	5,0
Консистенция	4,6	4,5	3,4
Общая приемлемость	3,6	4	3,9

Анализ результатов экспериментов, представленных в таблицах 2 и 3, свидетельствует во-первых, о реализованной возможности получения принципиально новых пищевых продуктов на основе ИРБ, а во-вторых, о вполне приемлемых показателях их качественных характеристик. Относительно невысокие органолептические показатели изготовленных пищевых композиций объясняются тем, что эксперименты проводились впервые и технологические схемы производства белкового изолята и продукции на его основе ещё недостаточно отработаны. Кроме того, на качество конечного продукта оказал влияние тот факт, что после изготовления белковый изолят был подвергнут замораживанию, вследствие чего в нём произошли определённые биохимические изменения, связанные с деструкцией белка.

В последующих исследованиях будет проведена отработка технологии производства изолятов и гидролизатов рыбного белка, варьирование технологических режимов и рецептуры для улучшения качественных показателей готовых продуктов.

Выводы

1. Проведёнными аналитическими и экспериментальными исследованиями выявлена возможность изготовления изолята рыбного белка из малоценной неразделанной полярной тресочки (сайки).
2. Установлены необходимость и влияние количества промывок на состав и свойства фарша из мяса сайки, определены и проанализированы его органолептические и химические показатели.
3. Разработана технология получения изолированного рыбного белка (ИРБ) из мяса сайки.
4. На основе полученного ИРБ впервые изготовлены бесхолестериновый майонез, соус грибной и пудинг шоколадный, имеющие приемлемые качественные характеристики.

КАЧЕСТВО КОНСЕРВОВ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ

Добренкова С.В. (Москва. Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, vniro-test@vniro.ru)

Современный рынок продукции детского и диетического питания, в частности на основе рыбного сырья, испытывает состояние дефицита отечественного производства. Ассортимент продукции для потребителя данной категории представлен в основном продуктами, готовыми к употреблению - консервами. Консервы могут быть как с добавлением компонентов растительного и / или животного происхождения, так и без них. Необходимо отметить, что кроме консервов отечественные производители предлагают филе из различных видов рыб, а также полуфабрикаты на их основе.

В настоящее время технологии для производства детского и диетического питания разрабатываются с учетом возраста, физиологического состояния, уровня физической нагрузки, состояния здоровья ребенка и направлены на удовлетворение потребностей организма в биологической и энергетической ценности. При разработке рецептур продуктов необходимо учитывать качественный состав компонентов сырья, сбалансированность его по аминокислотному составу белков и жирнокислотному составу липидов. Химический состав рецептуры продукта должен обеспечивать достаточное поступление в организм питательных веществ, необходимых для обеспечения протекания пластических процессов.

Производство продуктов на основе рыбного сырья для детского и диетического питания требует научно-обоснованных подходов и тщательных исследований.

Критериями при выборе видов рыб и обоснованием для их использования стали результаты исследований по изучению их химического состава, показателей качества и безопасности в процессе хранения, а также органолептическая оценка. Основополагающую роль сыграли результаты исследований по изучению титров антител при сенсibilизации организма изучаемыми видами рыб. В качестве рекомендованных видов рыб для производства детского питания в настоящее время используют: треску, хек, минтай, судака, карпа, горбушу, сайду, сазана, пиленгас, толстолобика, окуня. Данные виды рыб рекомендованы в качестве сырья специалистами рыбной отрасли и ГУУ НИИ питания РАМН на основании результатов многочисленных исследований.

По результатам исследований было установлено, что эти виды рыб характеризуются высоким содержанием белка (например, горбуша – 22,4%; хек – 17,36%) и низким содержанием липидов (5,7 и 0,4%, соответственно). Жирнокислотный состав липидов представлен полиненасыщенными жирными кислотами, которые крайне необходимы для растущего организма.

В настоящее время актуальна проблема организации дошкольного и школьного питания детей. Ряд предприятий, занимающиеся этой проблемой, обращаются в аккредитованные лабораторные центры с целью определения возможности использования консервов для детского питания. Основным аргументом служит высокое качество консервов, поскольку их изготавливают из свежего, не подвергавшемуся замораживанию сырья. Рыба и продукция на ее основе может быть рекомендована для детского питания если она была изготовлена на предприятии на котором разработана и внедрена система контроля качества, санитарно-гигиеническое состояние производства и продукция отвечает требованиям действующей нормативной документации.

В лаборатории аналитического и нормативного обеспечения качества и безопасности ФГУП ВНИРО были проведены исследования консервов «Горбуша натуральная», выработанных по ГОСТ 7452-97, с целью возможного их использования

для питания детей дошкольного возраста. Для решения этой задачи было исследовано 4 партии консервов данного вида разных производителей.

Исследования консервов «Горбуша натуральная» проводили на соответствие требованиям ГОСТ 29276-92 «Консервы рыбные для детского питания» и СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» общепринятыми методами. В соответствии с ГОСТ 29276-92 консервы изготавливают из свежей, охлажденной и мороженой рыбы; используют только мышечную ткань.

В СанПиНе продукты детского питания представлены в отдельном, третьем разделе. Они регламентируются по показателям качества: содержанию белка, жира, массовой доли сухих веществ, поваренной соли и энергетической ценности, а также по показателям безопасности: микробиологическим, содержанию токсичных элементов, пестицидов, нитрозаминов, гистамина, радионуклидов. Выделение отдельным разделом требований к продуктам для детей разной возрастной категории и регламентирование более жестких значений нормируемых показателей основано на том, что организм ребенка не имеет еще вполне сформировавшихся систем, в частности иммунной и пищеварительной.

Результаты исследований показали, что консервы «Горбуша натуральная» отвечали требованиям ГОСТ по следующим органолептическим показателям: вкусу, запаху, консистенции, цвету мяса рыбы, и бульона, прозрачности бульона. В отдельных образцах одной партии было обнаружено наличие чешуи. Наличие чешуи говорит о нарушении в технологии этапа подготовки сырья для переработки.

Содержание сухих веществ, белка, жира, поваренной соли, минеральных веществ, витаминов и энергетическая ценность образцов соответствовали нормируемым для детского питания значениям. Исследуемые образцы отвечали требованиям СанПин по содержанию токсичных элементов, нитрозаминов и радионуклидов. Образцы продукции, отвечающие требованиям СанПиН по промышленной стерильности, пищевой ценности, содержанию токсических элементов, пестицидов, нитрозаминов, радионуклидов, были рекомендованы для питания детей дошкольного возраста в качестве основы для салатов или супов.

Таким образом, результаты исследований консервов «Горбуша натуральная» показали, что продукт, выработанный на производстве с действующей системой контроля качества в прибрежной зоне из свежего сырья, может быть использован в качестве питания детей дошкольного возраста.

РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ПОЛЯ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ ДЛЯ ФИЛЕ РЫБЫ В ПРОЦЕССАХ ХОЛОДНОЙ СУШКИ

Ершов М.А., Ершов А.М., Николаенко О.А. (МГТУ, технологический факультет, кафедра технологии пищевых производств)

Abstract. Work presents the survey of the calculated procedure of the presence of humidity on the thickness of sirloin, coefficients of diffusion of moisture in the fish for the processes of cold drying. Method makes it possible to carry out the necessary calculations, without carrying out experimental works. Calculation is conducted with the aid of the net point method. The equations of the generalized curved kinetics of dehydration and change in the diffusion properties of fish with the dehydration are used for constructing the grid. The conditions on the border of the division of two phases are assigned with the aid of the dependence of a change in the humidity on the surface of sirloin on the mean volumetric humidity of fish.

Аннотация. В работе представлен обзор расчетной методики нахождения влажности по толщине филе, коэффициентов диффузии влаги в рыбе для процессов холодной сушки. Метод позволяет выполнять необходимые расчеты, не проводя экспериментальных работ. Расчет ведется с помощью метода сеток. Для построения сетки используются уравнения обобщенной кривой кинетики обезвоживания и изменения диффузионных свойств рыбы при обезвоживании. Условия на границе раздела двух фаз задаются с помощью зависимости изменения влажности на поверхности филе от среднеобъемной влажности рыбы.

1. Введение

В настоящее время востребованы способы обработки рыбы при минимальных энергетических и временных затратах, позволяющие снизить себестоимость продукции, повысить эффективность использования копильного оборудования, сократить выбросы в атмосферу вредных веществ. Для создания таких технологий необходимо совершенствование, как параметров ведения процесса обезвоживания, так и самого копильного оборудования. Поиск режимов обезвоживания традиционным экспериментальным путем достаточно трудоемок. Оптимизация основных технологических процессов производства также проблематична без знания закономерностей тепло- и массопереноса. Существующие расчетные методы несовершенны и не позволяют рассмотреть процесс обезвоживания в динамике. Поэтому сегодня актуальны разработки расчетных методов, на основе которых можно выбирать более эффективные режимы обработки, оптимально управлять процессом, а также совершенствовать имеющиеся копильно-сушильные установки или проектировать новые.

2. Сущность метода

Кинетическое уравнение переноса влаги для процессов холодной сушки можно записать в виде:

$$\frac{du}{d\tau} = \frac{\partial}{\partial x}(a_m \frac{du}{\partial x}) \quad (1)$$

где u – влагосодержание объекта обезвоживания; τ – текущая продолжительность процесса; a_m – коэффициент теплопроводности влагопереноса; x – пространственная координата.

Математическая модель задачи состоит в отыскании функции $u(x, \tau)$. Решение уравнения (1) возможно наиболее просто с использованием численных методов. Однако необходимо знать изменение влажности на поверхности продукта от времени процесса.

Получение зависимостей на основе массообменных процессов происходящих между теплоносителем и продуктом затруднено влиянием пограничного слоя вблизи поверхности объекта обезвоживания и сложностью экспериментальных работ. Поэтому для поиска выше указанных закономерностей использовалась кривая кинетики, т.к. в этом случае максимально учитываются все факторы, влияющие на процесс обезвоживания. Формула для определения влажности на поверхности филе ω_n^c на сухую массу (%) со стороны кожи будет выглядеть следующим образом (М. А. Ершов и др., 2006):

$$\omega_n^c = (\omega^c \cdot k + b)m, \quad (2)$$

где ω^c – текущая влажность рыбы на сухую массу, %; k – угловой коэффициент прямой, характеризующий изменение влажности на поверхности филе со стороны кожи в процессе обезвоживания; b – коэффициент уравнения прямой; m – коэффициент характеризующий нелинейность распределения влаги по толщине филе.

Уравнение (2) применимо для рыб с начальной влажностью на сухую массу от 200 % до 398 %, с удельной поверхностью от 0,15 кг/м² до 0,28 кг/м². В начальный момент времени обезвоживания значение текущей влажности рыбы на сухую массу ω^c принимается равным начальной влажности рыбы ω_0^c .

Изменение угловых коэффициентов k для поверхности филе со стороны можно найти по формуле:

$$k = 0,003 \cdot \omega_0^c + 0,487, \quad (3)$$

где ω_0^c – начальная влажность рыбы на сухую массу

Значение коэффициента b может быть найдено по выражению:

$$b = \omega_0^c (1 - k), \quad (4)$$

Для определения коэффициента m используется формула:

$$m = 0,0017 \omega_0^c + 0,3212, \quad (5)$$

Текущая влажность рыбы на сухую массу ω^c находится по уравнению (М.А. Ершов и др., 2007):

$$\omega^c = (\omega_{k1} \omega_{k2} \cdot 1,38 [1 + (\tau^2 / \tau_{k1} \tau_{k2})]^{-0,30})^{0,5}, \quad (6)$$

где ω_{k1}, ω_{k2} первая и вторая критические влажности рыбы на сухую массу, %; τ – продолжительность процесса обезвоживания, ч; τ_{k1}, τ_{k2} – продолжительность обезвоживания, соответствующая влажностям ω_{k1}, ω_{k2} , ч.

Неизвестные критические влажности ω_{k1}, ω_{k2} зависят от начальной влажности рыбы на сухую массу ω_0^c и находятся по формулам (А.М. Ершов, 1982):

$$\omega_{k1} = 1,069 \omega_0^{0,969}, \quad (7)$$

$$\omega_{k2} = 0,784 \omega_0 + 2. \quad (8)$$

Произведение $\tau_{k1} \tau_{k2}$ находится из формулы (9) для определения продолжительности обезвоживания τ , час (А. М. Ершов и др., 2000):

$$\tau = (\tau_{k1} \tau_{k2} \exp(6,84 - 6,30(\omega^c / \omega_{k1}) (\omega^c / \omega_{k2})))^{0,5}, \quad (9)$$

Если выполняются условия, $68 \leq \omega_0^c \leq 78$; $0,11 \leq s/m \leq 0,23$, можно найти неизвестное значение произведения $\tau_{k1} \tau_{k2}$, используя формулы (А.М. Ершов, 1992):

$$\omega_{\tau=24}^c = \omega_0^c - 3,024 Xp^{0,25} (\omega_0^o - 50)(10s/m - 0,6)^{0,5}, \quad (10)$$

$$\omega_{\tau=48}^c = \omega_0^c - 3,792 Xp^{0,25} (\omega_0^o - 50)(10s/m - 0,6)^{0,5}, \quad (11)$$

где $\omega_{\tau=24}^c$ – влажность рыбы на сухую массу при продолжительности процесса обезвоживания 24 часа, %; $\omega_{\tau=48}^c$ – влажность рыбы на сухую массу при продолжительности процесса обезвоживания 48 часов, %; Xp - жесткость режима; ω_0^c - начальная влажность рыбы на сухую массу, %; ω_0^o - начальная влажность рыбы на общую массу, %; s/m - удельная поверхность рыбы, м²/кг.

Для нахождения $\tau_{k1}\tau_{k2}$ при значении $s/m \geq 0,23$ используется формула для определения влажности на сухую массу $\omega_{\tau=6}^c$ при продолжительности процесса 6 часов, % (А.М. Ершов и др., 2000):

$$\omega_{\tau=6}^c = \omega_0^c - Xp^{0,25} (\omega_0^o - 50) 1,158 / (1 - 1,591 s/m + 0,848 (s/m)^2). \quad (12)$$

Построение распределения влажности по толщине рыбы при обезвоживании осуществляется с применением метода сеток. Для этого нужно знать диффузионные свойства обрабатываемого сырья. Сам по себе процесс экспериментального определения коэффициентов диффузии влаги в рыбе долг и трудоемок. Поэтому была получена обобщенная кривая значений коэффициентов диффузии влаги (коэффициентов потенциалопроводности массопереноса) на основе функциональной зависимости:

$$(\omega^c / \omega_{k1}^c) \cdot (\omega^c / \omega_{k2}^c) = f(a_m / a_{mk1}) \cdot (a_m / a_{mk2}), \quad (13)$$

где a_m, a_{mk1}, a_{mk2} - коэффициенты диффузии, соответствующие текущей ω^c , первой ω_{k1}^c и второй ω_{k2}^c критическим влажностям соответственно.

С помощью полученной кривой определяются коэффициенты потенциалопроводности массопереноса влаги в рыбе по одному экспериментальному значению. В математическом виде кривая представлена выражением (М. А. Ершов, 2007):

$$a_m = \{a_{mk1} a_{mk2} \exp [-6,36 + 6,32 (\omega^c / \omega_{k1}^c) (\omega^c / \omega_{k2}^c)]\}^{0,5}, \quad (14)$$

Экспериментальное определение хотя бы одного значения коэффициента диффузии влаги в рыбе достаточно сложное. Это сдерживает применение методики нахождения поля влагосодержания в рыбе при обезвоживании. Однако изменение диффузионных свойств рыбы связано с общими закономерностями обезвоживания, то есть существует функциональная взаимосвязь между $(\omega^c / \omega_{k1}^c) (\omega^c / \omega_{k2}^c)$ и $(a_m / a_{mk1}) \cdot (a_m / a_{mk2})$. Следовательно, возможно найти расчетным путем коэффициенты потенциалопроводности массопереноса, используя обобщенную кривую кинетики обезвоживания. Для этого нужно знать изменение влажности на границе продукта. Влажность на поверхности филе можно рассчитать по предложенной методике (М.А. Ершов и др., 2007) Искомое значение коэффициента потенциалопроводности массопереноса рассчитывается по формуле В. Д. Ермоленко (В.Д. Ермоленко, 1962):

$$a_m = \frac{\partial \bar{u}}{\partial \tau} \left\{ \frac{R^2 - r^2}{6(\bar{u}_{2(\tau)} - \bar{u}_{1(\tau)})} \right\}, \quad (15)$$

где $\partial \bar{u} / \partial \tau$ – мгновенная скорость сушки образца; R и r – половина толщины всего образца и среднего его слоя, $r = R/2$; $\bar{u}_{1(\tau)}$ и $\bar{u}_{2(\tau)}$ – среднее влагосодержание образца и среднего его слоя.

3. Пример расчетного нахождения коэффициента диффузии влаги

Исходные данные: начальная влажность на общую массу – $\omega_0^o = 78 \%$; начальная влажность рыбы на сухую массу – $\omega_0^c = 354,5 \%$; толщина образца – $b = 8$ мм; удельная поверхность – $s/m = 0,45 \text{ м}^2/\text{кг}$; жесткость режима – $Xp=26,9$

- 1) Находим мгновенную скорость сушки образца. Для этого выполним некоторые вычисления.

Рассчитываем критические влажности ω_{k1}, ω_{k2} по формулам (7),(8):

$$\omega_{k1} = 1,069 \cdot 354,5^{0,969} = 315,9 \%$$

$$\omega_{k2} = 0,784 \cdot 354,5 + 2 = 279,9 \%$$

- 2) Определяем влажность на сухую массу $\omega_{\tau=6}$ при продолжительности процесса 6 часов по формуле (12):

$$\omega_{\tau=6}^c = 354,5 - 26,9^{0,25} (78 - 50) \cdot 1,158 / (1 - 1,591 \cdot 0,45 + 0,848 (0,45)^2) = 193,1 \%$$

- 3) Из формулы (9) находится произведение $\tau_{k1} \tau_{k2}$ для определения продолжительности обезвоживания:

$$\tau_{k1} \tau_{k2} = 36 / \exp(6,84 - 6,30(193,1 / 315,9) (193,1 / 279,9)) = 0,55$$

- 4) Текущая влажность рыбы на сухую массу ω_1^c находится по уравнению (6). Зададимся продолжительностью обезвоживания 10800 с (3 часа) с интервалом для следующей точки ω_2^c 100 с.:

$$\omega_1^c = (315,9 - 279,9 \cdot 1,38 [1 + (10800/3600)^2 / 0,55])^{-0,30} = 227,6 \%$$

$$\omega_2^c = (315,9 - 279,9 \cdot 1,38 [1 + (10900/3600)^2 / 0,55])^{-0,30} = 227,0 \%$$

- 5) Рассчитаем влажность на поверхности рыбы ω_{sp} для точки ω_2^c по формулам (2) – (5):

$$k = 0,003 \cdot 354,5 + 0,487 = 1,55;$$

$$b = 354,5 \cdot (1 - 1,55) = -195,16;$$

$$m = 0,0017 \cdot 354,5 + 0,3212 = 0,92$$

$$\omega_n^c = (227 \cdot 1,55 - 195,16) \cdot 0,92 = 144,85 \%$$

- 6) Влажность среднего слоя образца $\omega_{ср.сл}$ приближенно можно рассчитать по полученной формуле :

$$\omega_{ср.сл}^c = (3 \cdot \omega_2^c - \omega_n^c) / 2. \quad (16)$$

$$\omega_{ср.сл}^c = (3 \cdot 227 - 144,85) / 2 = 268 \%$$

- 7) Рассчитываем коэффициент диффузии влаги при текущей влажности $\omega_2^c = 227,0 \%$ по формуле (15):

$$a_m = (227,6 / 100 - 227,0 / 100) / 100 (0,004 - 0,002) / (6 \cdot (268 / 100 - 227 / 100)) = 2,89 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}.$$

Расхождение расчетного значения коэффициента потенциалопродности массопереноса от экспериментального для данного примера не превысило 12 %

Далее ведем расчет распределения влаги по толщине филе для процесса обезвоживания методом сеток по разработанной методике (М.А. Еришов и др., 2007).

4. Заключение

Разработанная расчетная методика нахождения распределения влажности по толщине филе в течение процесса обезвоживания применима для процессов копчения и вяления рыбы. В качестве закона взаимодействия поверхности тела с окружающей средой использовались полученные закономерности изменения влаги на поверхности рыбы в течение процесса обезвоживания в зависимости от среднеобъемной влажности. При задании начальных условий учитывалась неравномерность распределения влаги в начальный момент времени.

Методика позволяет, не проводя экспериментальных работ, проследить изменение среднеобъемной влажности в зависимости от времени обезвоживания, изменение коэффициентов теплопроводности в зависимости от среднеобъемной влажности, изменение влагосодержания на границе продукта и в толще филе в течение всего процесса обезвоживания.

Список литературы:

- 1) Ермоленко, В. Д. Новый метод определения коэффициента диффузии во влажных материалах .Инженерно-физический журнал. - 1962. - Т. 5, № 1. - с. 70-72.
- 2) Ершов А.М. Исследование тепло - и массообмена при обжаривании рыбы в растительном масле и с использованием инфракрасного излучения. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. М., МТИПП, 205 с., 1982.
- 3) Ершов А.М. Практикум по основам проектирования предприятий рыбной промышленности. Мурманск, МГАРФ, с.135-136, 1994.
- 4) Ершов А.М. Развитие и совершенствование процессов холодного копчения на основе интенсификации массопереноса влаги и коптильных компонентов. Диссертация на соискание ученой степени докт. техн. наук. Мурманск, МГАРФ, 158 с., 1992.
- 5) Ершов А.М., Ершов М.А., Гроховский В. А. Совершенствование обобщенной кривой кинетики обезвоживания. Материалы научно технической конференции "Техника и технология пищевых производств на рубеже 21 века". Мурманск, с. 39-41, 2000.
- 6) Ершов М.А., Ершов А.М., Николаенко О.А. Расчетный метод определения влажности на поверхности рыбы в процессах обезвоживания. Вестник МГТУ: труды Мурманского Государственного Технического Университета, т.9, № 4, с.707-709, 2006.
- 7) Ершов М.А., Ершов А.М., Николаенко О.А. Расчетный метод определения влажности по толщине филе в процессах обезвоживания. Материалы МНТК «Наука и образование – 2007». Мурманск, МГТУ, с. 878-882, 2007.
- 8) Ершов, М.А. Совершенствование методов расчета обезвоживания в процессах холодного копчения и вяления рыбы: автореф. диссертации на соискание уч. степени канд. техн. наук. Спец. 05.18.12 / М.А.Ершов. - Мурманск: МГТУ, 2007. - 23 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК В ВАКЭ

Завальнюк В.В., Иваней А.А. (*Мурманск, МГТУ, кафедра Технологии пищевых производств, кафедра Технологии металлов и судоремонта*)

Уже сегодня спрос на диетические продукты неуклонно растет. В будущем эта тенденция будет только продолжаться. Поэтому пищевая продукция, помимо высоких вкусовых качеств, должна быть полезной. То есть должна содержать в себе не только белки, жиры и углеводы, но и витамины, биологически активные вещества, микроэлементы.

Данные требования относятся и к копченой продукции. По отношению к этим требованиям бездымный способ копчения имеет существенные преимущества по сравнению с дымовым способом. Так как чистые витамины и биологически активные вещества можно вносить в коптильный препарат, тем самым улучшая качество, изготавливаемой с применением его, пищевой продукции.

Однако, существует и другой способ получения этих веществ в бездымном копчении. Это процесс экстракции и получение в результате ее ВАКЭ (Вкусоароматических коптильных экстрактов). Растворителем в процессе экстракции может быть вода или коптильный препарат на водной основе.

Растительным сырьем для данных ВАКЭ идеально подходят ягоды. Так как они в достаточно большом количестве содержат витамины, биологически активные вещества и микроэлементы. Практически, во всех ягодах в тех, или иных количествах содержатся: легко усвояемые сахара (глюкоза, фруктоза), органические кислоты (лимонную, яблочную и др. [1]), витамины (С, группы В, Е, К, Р и др.), гликозиды, флавоноиды (антоцианы, лейкоантоцианы, катехины, флавонолы и фенолокислоты), кумарины, каротины, терпены, эфирные масла, пектиновые, дубильные, красящие и другие вещества, а также микроэлементы (калий, кальций, магний, натрий, фосфор, железо, марганец, йод, алюминий, медь, кобальт, молибден, фтор, цинк, ванадий, барий, бор, никель, олово, свинец, серебро, титан, хром и др.).

Но при получении ВАКЭ следует учесть тот факт, что многие витамины и биологически активные вещества разрушаются в диапазоне температур получения ВАКЭ (110-200 °С), а также при высоком давлении (до 25 кгс/см²), которое сопровождает данный процесс. Поэтому ВАКЭ будет содержать только те витамины и биологически активные вещества, которые способны выдержать этот диапазон температур и это высокое давление.

Список литературы:

- 1) Биохимия растений. Пер. с англ. А. А. Бундель [и др.] Под ред. и с предисл. чл.-кор. АН СССР В. Л. Кретовича. М., «Мир», 1968.

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ ВАКЭ

Иваней А.А., Завальнюк В.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра Технологии металлов и судоремонта, кафедра Технологии пищевых производств)

С каждым годом неизбежно возрастают требования к безопасности копченых продуктов. В связи с этим бездымное копчение получает все более широкое распространение.

Одним из перспективных способов бездымного копчения является использование ВАКЭ (Вкусо-ароматических копильных экстрактов). Но и этот способ нуждается в совершенствовании, чтобы отвечать современным требованиям: высокие вкусовые качества, приготовленных с использованием экстрактов продуктов; безопасность (содержание канцерогенов в экстракте не должно превышать норму); экономичность (экстракт должен быть более концентрированным, чтобы уменьшить расходы на его транспортировку).

Для того, чтобы соответствовать этим требованиям, были разработаны новые усовершенствованные ВАКЭ. Сырьем для этих ВАКЭ-у были выбраны ягоды, такие как брусника, калина, клюква и черная смородина и ряд других. Так как эти ягоды полезны (содержат витамины, фитонциды, биологически активные вещества), их вкусовые качества хорошо сочетаются с продукцией из гидробионтов, ареалы их произрастания в дикой природе огромны (занимают приличную часть территории Российской Федерации) и, следовательно, их запасы очень большие. Например, калина обыкновенная произрастает по всей территории европейской части Российской Федерации (кроме северных и юго-восточных районов), в Западной Сибири (к югу от 61° северной широты) и в Восточной Сибири (юго-запад – в бассейнах рек Енисея и Ангары, юго-западное Прибайкалье). Ареал брусники обыкновенной еще больше. Она обильно произрастает в европейской части Российской Федерации, особенно много ее в Сибири, на Дальнем Востоке, встречается на Кавказе (примерно такой же ареал у клюквы болотной за исключением районов крайнего Севера и Кавказа). Черная смородина успешно культивируется [1].

Одним из растворителей в процессе экстракции для получения ВАКЭ-у был выбран копильный препарат «Сквама-2». Он имеет три существенных достоинства. Первое, является водной средой, имеющей свойства хорошего растворителя. Большинство компонентов, содержащихся в ягодах, экстрагируются, так как они содержатся в виде водного раствора. Второе, копильный препарат «Сквама-2» уже содержит органические кислоты, фенольные и карбонильные соединения. Предполагается, что экстракция и гидротермолиз должны увеличить содержание этих веществ в ВАКЭ-у, а также привести биологически активные вещества, содержащиеся в ягодах, или являющиеся продуктом их распада. Третье, содержание канцерогенных соединений – тяжелых углеводов типа бензпирена незначительно (не более 0,01 мкг/кг) [3]. Их содержание в усовершенствованных ВАКЭ не должно увеличиться, поэтому температура гидротермолиза не превышает 200-220 °С. Этот факт очень важен для безопасности ВАКЭ-у.

Концентрированный копильный препарат «Сквама-2» использовался для получения усовершенствованных ВАКЭ из брусники с разными гидромодулями (от 0,05 до 1). Для сравнения, при таких же условиях, были получены ВАКЭ с использованием в качестве растворителя воды. Температура гидротермолиза в этих экспериментах была 200 °С. На примере, представленном в таблице 1 и на рисунке 1, показано изменение содержания фенольных соединений в усовершенствованных ВАКЭ и ВАКЭ из брусники при температуре гидротермолиза 200 °С и различных гидромодулях (0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 1).

Таблица 1. Изменение содержания фенольных соединений в усовершенствованных ВАКЭ и ВАКЭ из брусники при температуре гидротермолиза 200 °С и различных гидромодулях

Гидромодуль	Содержание фенольных соединений (по гваяколу), %	
	ВАКЭ	Усовершенствованные ВАКЭ
0,05	0,010	0,016
0,1	0,012	0,017
0,2	0,016	0,020
0,4	0,019	0,022
1	0,021	0,023

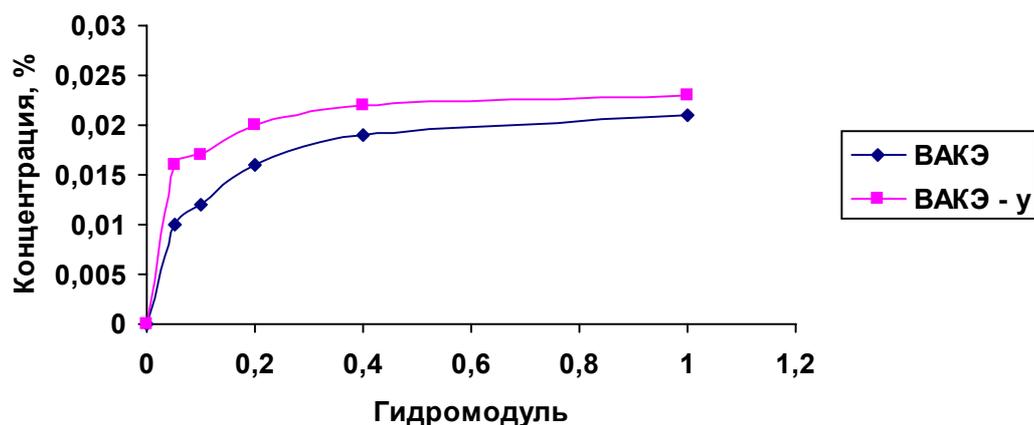


Рис. 1. Изменение содержания фенольных соединений в усовершенствованных ВАКЭ и ВАКЭ из брусники при температуре гидротермолиза 200 °С и различных гидромодулях.

На рисунке видно, что использование копильного препарата «Сквама-2» при получении ВАКЭ-у не значительно увеличивает количество фенольных соединений. Полученные данные нуждаются в дальнейших исследованиях.

Список литературы:

- 1) С. Я. Соколов и др., отв. ред. В. И. Грубов. Ареалы деревьев и кустарников СССР. – Л.: Наука, 1977.
- 2) О. Я. Мезенова, И. Н. Ким, С. А. Бредихин. Производство копченых пищевых продуктов. – М.: Колос, 2001. – 208 с.
- 3) Технология рыбы и рыбных продуктов: Учебник для вузов / В. В. Баранов, И. Э. Бражная, В. А. Гроховский и др.; Под ред. А. М. Ершова. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 944 с.: ил.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФЕРМЕНТАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДОБАВКИ

Землякова Е.С., Мезенова О.Я. (Калининград, Калининградский государственный технический университет, кафедра пищевой биотехнологии, mezenova@klgtu.ru)

Abstract. Mathematical planning experiment on development of a new multifunctional product on the basis of secondary raw material of fish processing. Optimum technological parameters of a fermentation skin and scale fabrics of a pike perch of the Baltic region are certain.

В связи с возрастающим вниманием общества к биологически ценным продуктам и экологическим проблемам закономерно повышается интерес к разработкам, направленным на рациональное и комплексное использование вторичного сырья, образующегося в процессе переработки морепродуктов. В этом направлении перспективным является получение пищевых препаратов и добавок функционального назначения с использованием биотехнологических способов переработки вторичных ресурсов. Важным критерием при выборе исходного объекта переработки (сырья) является его химический состав (содержание азотистых, зольных веществ и липидов) в отдельных частях тела рыбы. Численные значения этих показателей для так называемых непищевых частей рыбы (кожа, голова, кости, плавники) у некоторых промысловых объектов лова приведены в табл. 1.

Из данных табл. 1 следует, что кожа, голова и плавники рыб (коллагено-костно-хрящевая ткань), остающиеся после разделки, являются прекрасным источником полноценных белково-липидных компонентов, а костные ткани - поставщиками важных минеральных веществ (кальция, магния, фосфора, серы и др.). Преимуществом вторичного сырья судака является относительно малое содержание жира и повышенное наличие минеральных веществ. Это предопределяет рациональность полного использования химического потенциала данного сырья в технологии биодобавки, при этом дополнительное обезжиривание не целесообразно.

Таблица 1. Содержание азотистых, зольных и липидных веществ в отдельных частях тела рыб, % (1)

Вид	Кожа			Голова			Кости			Плавники		
	белок	жир	зола	белок	жир	зола	белок	жир	зола	белок	жир	зола
Судак	30,6	1,1	1,8	17,1	4,2	9,4	17,8	7,8	12,0	18,5	2,5	14,3
Горбуша	23,5	21,9	1,9	16,0	18,9	3,7	20,0	13,7	6,2	19,0	14,3	6,7
Скумбрия курильская	34,0	34,6	1,3	15,3	20,0	3,7	-	18,2	5,9	-	4,0	19,0
Ставрида круглая	31,0	7,3	5,9	18,0	9,6	8,0	22,4	5,3	8,1	23,0	1,2	25,9
Хек	20,3	3,0	2,0	13,3	0,8	3,6	15,0	1,3	6,5	19,0	2,0	7,2
Минтай	19,4	0,4	0,9	14,0	0,3	5,7	14,8	0,5	4,9	16,9	0,6	4,7

Из мирового опыта известно, что основные способы получения ценных композиций из покровных и костно-хрящевых тканей рыб при получении пищевых препаратов можно разделить на три основных типа: 1 - сублимирование исходного материала, 2 - экстрагирование

ценных веществ различными растворителями, 3 - кислотно-щелочной гидролиз тканей. К недостаткам известных способов следует отнести сложность и длительность процесса, жесткие условия гидролиза щелочью или кислотой, приводящие к денатурации биологически активных компонентов. Альтернативой названным способам может служить ферментативный гидролиз исходного сырья, как метод специфической дезинтеграции структуры тканей гидробионтов, позволяющий сохранять состав и биологическую активность природных компонентов.

Метод переработки вторичных продуктов пищевых производства путем ферментативного гидролиза основан на расщеплении сырья различными ферментными препаратами (пепсин, коллагеназа, хитиназа и др.). Преимуществом метода является его мягкость (температура в процессе гидролиза не превышает 40-60° С), что позволяет все шире применять его в технологиях биологически активных добавок (БАД). Ключевым вопросом обработки является выбор фермента и подбор параметров ферментации (рН, температура, продолжительность). Основными этапами процесса являются измельчение сырья, внесение фермента, инкубация системы, инактивирование фермента, консервирование конечного продукта.

Цель настоящей работы заключается в математическом моделировании и оптимизации процесса гидролиза отходов от разделки судака ферментами гепатопанкреаса краба при получении полифункциональной добавки.

Метод математического моделирования выбран в виду его объективности, возможной формализации, краткости и информационной емкости экспериментов, что важно при длительности процесса и проблемности в сохранности качества исходного сырья (2).

Технология полифункциональной добавки вторичного сырья судака представляет собой последовательность операций: подготовка (подсушка, измельчение) и смешивание составных частей сырья (кожа, кости, хрящи), составление гидромодуля на основе водно-спиртового экстракта шиповника, внесение фермента (коллагеназа из краба), ферментация при заданных параметрах, инактивация фермента, сушка, приготовление готовых форм.

Учитывая специфичность сырья, его трудно расщепляемую структуру, был выбран один из самых активных протеолитических ферментов - коллагеназа (коммерческий препарат фирмы «Биопрогресс», Москва), характеристики которого приведены в табл. 2

Таблица 2. Химический состав и протеолитическая активность препарата протеиназ из гепатопанкреаса камчатского краба фирмы «Биопрогресс» (3)

Материал	Общий химический состав				Протеолитическая активность по отношению к 1,5%-ному казеинату натрия* (рН 7,5)	
	влага	белок	липиды	зола	на 1 мг образца	на 1 мг белка
Коллагеназа пищевая, «Биопрогресс»	1,0	98,0	0,5	0,5	7,03	7,17

Работа велась по алгоритму математического планирования эксперимента с использованием ортогонального центрального композиционного плана второго порядка для двух факторов. По результатам предварительных исследований из множества факторов, влияющих на процесс в целом, были выделены два основных – продолжительность ферментации τ , (ч) и количество фермента M , (% массы суспензии), оказывающих наиболее существенное влияние на параметр оптимизации

способа ферментации. В качестве последней была выбрана совокупная безразмерная характеристика y (обобщенный параметр оптимизации), объединяющая четыре различных по физическому смыслу частных отклика: выход продукта – M_{np} , массовая доля сухих веществ – $M_{с.в.}$, количество образовавшегося аминного азота – M_{AA} , органолептическая оценка – O .

Процессы ферментации во всех экспериментах велись при постоянной температуре (42°C) в водно-спиртовом растительном экстракте «сырье : вода : спирт : экстракт» при равных условиях. Обезвоживание всех проб также проводилось идентично.

Органолептическую оценку качества готового продукта проводили на кафедре пищевой биотехнологии КГТУ, дифференцируя уровень качества по специально разработанной пятибалльной шкале с учетом коэффициентов значимости.

План эксперимента по оптимизации процесса ферментации и результаты оценки качества экспериментальных образцов приведены в табл. 3.

Таблица 3. План эксперимента по моделированию и оптимизации процесса ферментации и результаты его реализации

№ опыта	План эксперимента				Частные отклики				Обобщенный параметр оптимизации, y
	продолжительность ферментации		количество фермента, к массе суспензии		$M_{np}, \%$	$M_{с.в.}, \%$	$M_{AA}, \text{мл NaOH}$	$O, \text{баллы}$	
	по матрице, X_1	натурально, $\tau, \text{ч}$	по матрице, X_2	натурально, $M, \%$					
1	+ 1	18	+ 1	1	44,91	8	9,9	10,5	0,0918
2	- 1	6	+ 1	1	36,84	6,8	6,0	12,3	0,7482
3	+ 1	18	- 1	0,02	36,32	7	8,8	11,5	0,3960
4	- 1	6	- 1	0,02	30,15	6,2	3,4	12,0	1,1927
5	+ 1	18	0	0,51	42,31	7,7	9,3	12,0	0,0739
6	- 1	6	0	0,51	34,45	6,4	5,4	12,3	1,0743
7	0	12	+ 1	1	41,53	7,5	8,3	13,0	0,5780
8	0	12	- 1	0,02	35,18	6,6	6,9	12,5	0,7409
9	0	12	0	0,51	39,80	7,4	7,7	14,5	0,5899

Примечание: «идеалы» частных откликов: $M_{np}=45\%$; $M_{с.в.}=8\%$; $M_{AA}=10\text{мл}$; $O=15$ баллов.

Реализация плана эксперимента и обработка его данных позволили получить уравнение (1), адекватно связывающее качество полуфабриката с изменяемыми факторами:

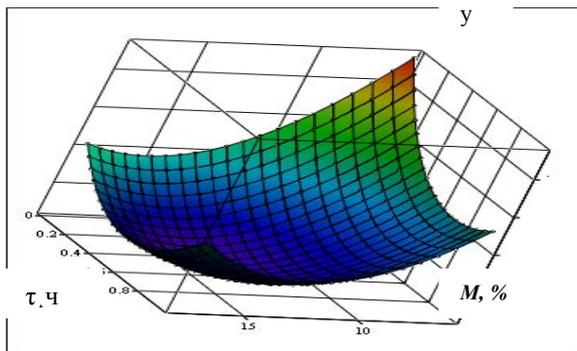
$$y = - 0,1099 - 0,1547x_1 - 0,1006x_2 + 0,0971x_1x_2 + 0,2418x_1^2 + 0,2202x_2^2 \quad (1)$$

Отрицательное значение знака перед факторами указывает на то, что в исследованном интервале значения изменяемых факторов желательно повышать для улучшения качества готового продукта (в данном случае обобщенный параметр оптимизации стремится к нулю).

Сравнивая между собой абсолютные значения коэффициентов уравнения, можно констатировать, что более высокое значение первого фактора свидетельствует о несколько большем воздействии на качество готового продукта продолжительности процесса ферментации, чем количества вносимого в систему ферментного препарата.

Переход к математической модели с натуральными значениями факторов (2) дает возможность в некоторой степени прогнозировать качество конечного продукта в зависимости от исследуемых технологических параметров:

$$y = 1,7095 - 0,2034 \tau - 0,1006 M + 0,0971 \tau \cdot M + 0,2418 \tau^2 + 0,2202 M^2 \quad (2)$$



Графическая интерпретация модели исследуемого процесса ферментации вторичного сырья судака приведена на рис. 1. Она позволяет наглядно отразить влияние изменяемых факторов в интервалах их варьирования, определяющего область искомого оптимума. Оптимальные значения факторов, установленные методом крутого восхождения и расчетного дифференцирования, имели следующие значения: продолжительность процесса -

12,7 ч; количество фермента – 0,82% к массе суспензии.

По расчетным оптимальным параметрам процесса ферментации был получен порошкообразный препарат коричневатого цвета, обладающий специфическими органолептическими свойствами. Дегустаторы положительно оценили общую приемлемость продукта. По содержанию воды, белка, жира и минеральных веществ препарат имел следующие показатели (соответственно, в %): 8,3; 80; 4,6 и 5,4.

Исходя из состава и свойств полученного продукта, данный препарат рекомендуется в качестве профилактической добавки, способной поддерживать работу и функции опорно-двигательной и кровеносной систем человека, повышать иммунные свойства организма (4). Он является источником структурных единиц хрящевой и костной ткани, органических кислот, противовоспалительных веществ животного (глюкозамин, хондроитин) и растительного происхождения (компоненты шиповника), веществ-катализаторов положительных процессов в хондроцитах, а также биологически активных фитопарафармацевтиков, улучшающих общее состояние организма.

Полученный пищевой препарат, безопасность которого подтверждена исследованиями во ФГУ «Калининградская межобластная ветеринарная лаборатория», рекомендуется больным остеопорозом, артрозом, артритом и другими заболеваниями опорно-двигательного аппарата человека.

Список литературы:

- 1) Мельникова О.М. О целесообразности использования различных тканей рыб в зависимости от их химического состава // Исследования по технологии рыбных продуктов. ТИНРО. – Владивосток, 1974.-242 с.
- 2) Мезенова О.Я. Моделирование и оптимизация технологических процессов производства продуктов питания путем математического планирования эксперимента. КГТУ. – Калининград, 2008.- 45 с.
- 3) Польшалина Г.В., Чередниченко В.С., Римарева Л.В. Определение активности ферментов. Справочник.- М. : 2003. - 375 с.
- 4) Суховерхова Г.Ю. Биохимическая характеристика хрящевой ткани гидробионтов и технология БАД к пище: дисс...канд. техн. наук: 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов, 03.00.04 – Биохимия /ТИНРО-Центр; Г.Ю. Суховерхова.- Владивосток, 2006. – 157 с.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЬНОЙ КОРМОВОЙ МУКИ ИЗ ЛАСТОНОГИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Ильченко М.М., Боева Н.П. (Москва, ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», лаборатория кормовых продуктов и БАВ, bav@vniro.ru)

Abstract. In connection with developing domestic poultry farming and fish rearing for sale in the country acute deficiency of high-grade feed protein derived from aquatic biological resources is felt. One of sources of raw materials for manufacture of feeding products is the sea mammals, in particular seals. Seal meat has dark colour (contains a lot of myoglobin) and specific flavoring qualities that constrains its use for eating though its proteins are characterized by high-grade amino acid composition. According to the study of general chemical composition it is important to note that meal produced by direct drying method under vacuum (72,3 %) in comparison with the meal produced by press-drying method (65,4 %) is characterized by greater protein content. Drying under vacuum allows producing full-fat meal with preservation of all nitrogen substances and lipids of raw material.

В связи с развивающимся отечественным животноводством и товарным рыбоводством в стране ощущается острый дефицит полноценного кормового белка. Одним из источников сырьевых ресурсов для производства цельной кормовой муки являются морские млекопитающие. В настоящее время из добытых тюленей используются шкуры и незначительная часть покровного сала. В связи с возрастающими ценами на квоты на отстрел тюленей для повышения экономической эффективности использования млекопитающих разрабатывается комплексная технология их переработки, в том числе разрабатывается низкотемпературная технология получения кормовой муки из тюленей. Благодаря высокому содержанию белка в мясе тюленей данный вид млекопитающих является перспективным сырьем для производства кормовой муки. Мясо тюленей имеет темную окраску (содержит много миоглобина) и специфические вкусовые качества, что сдерживает его употребление в пищу, хотя в его белках и содержатся все незаменимые аминокислоты. Соотношение частей тела, получаемых при разделке ластоногих, меняется в зависимости от вида, возраста, пола и упитанности животных в следующих пределах (в % от массы всей туши): шкура – 4-10, подкожное сало 25-46, туша 40-60 (в том числе кости 15-25), внутренности 8-18, кровь 2-5. Из представленных данных можно сделать вывод, что большая часть массы тюленей (до 60%), содержащая полноценный белок, не используется. В связи с этим разработка технологии производства муки из тюленей является важной проблемой в создании комплексной технологии переработки тюленей с целью получения полноценного кормового белка, который может являться одним из основных белковых компонентов комбикормов для сельскохозяйственных животных, птиц и рыб.

Известен способ получения кормовой муки, который предусматривает измельчение мясокостного сырья, варку, прессование, сушку, измельчение сушенки и упаковывание. К недостаткам этого способа можно отнести сложность процесса измельчения сырья, включающую несколько этапов, наличие дополнительной операции – прессования, проведение варки и сушки мясокостных тканей тюленя на различных единицах оборудования (в двух тепловых аппаратах), образование подпрессовых бульонов, снижающих выход готовой муки.

Нами была поставлена задача усовершенствования способа получения кормовой муки, за счет снижения производственных затрат путем уменьшения единиц оборудования и энергетических затрат за счет проведения низкотемпературной тепловой обработки сырья в одном аппарате, с целью получения цельной кормовой муки с высоким содержанием белка и низким содержанием жира, предусматривая исключение операции прессования.

В качестве объекта исследования использовались мясокостные ткани морского зайца (лахтака), который был добыт на побережье Охотского моря, и кормовая мука из него. Мясокостные ткани тюленей замораживали при -18°C и хранили в течение 3-4 месяцев при указанной температуре. Исследования по получению комовой муки способом прямой сушки под вакуумом проводились в корпусе экспериментальном технологий ФГУП ВНИРО. Сырьё (мясокостную ткань охотоморского тюленя) измельчали в замороженном состоянии в две стадии: первая - на волчке (для измельчения костной ткани) до размеров кусков 4-5 см, вторая стадия - на гомогенизаторе до размеров кусков 0,5-1 см. Высушиваемый материал разложили в три партии с различной толщиной слоев (2; 4 и 6 мм) и поместили в вакуумный сушильный шкаф «Yamato DP 32». Сушку осуществляли при двух температурных режимах: $75 - 85^{\circ}\text{C}$ и $85 - 90^{\circ}\text{C}$. При выборе режима сушки необходимо знание основных процессов, происходящих при испарении влаги. Наилучшие условия для испарения влаги создаются в начале сушки, когда влага равномерно распределена по всему объёму частицы, поэтому на начальной стадии высушивания происходит наиболее интенсивное испарение влаги. К концу высушивания при постепенном уменьшении влажности частицы на её поверхности образуется слой, влажность которого значительно меньше, чем в центре. Это затрудняет влагообмен в частице, в результате чего скорость испарения влаги уменьшается, вступая в прямую зависимость от скорости диффузии, которая зависит от температуры. Однако существует предел нагрева продукта, после которого возникает и увеличивается денатурация белковых веществ в сухих поверхностных слоях частиц, что снижает качество продукта, в то время как внутреннее перераспределение влаги в частице значительно замедляется.

На первом этапе эксперимента сушку измельченных мясокостных тканей проводили при постоянном вакууме (0,04 МПа) и температуре $75 - 85^{\circ}\text{C}$. Сырьё расположили в три слоя с различной толщиной (2; 4 и 6мм). Режимы тепловой обработки сырья первого этапа эксперимента указаны в таблице 1.

Таблица 1 Режимы тепловой обработки мясокостных тканей тюленя. Первый этап.

Вид обработки	Вид применяемого оборудования	Параметры тепловой обработки			
		Толщина слоя, мм	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Продолжительность, мин	Влажность продукта, %
Сушка измельченного сырья под вакуумом 0,04 МПа	Вакуумный сушильный шкаф «Yamato DP 32»	2	75 - 85	210	4
		4	75 - 85	210	10
		6	75 - 85	210	15

Анализируя данные таблицы 1, следует отметить, что при постоянных значениях вакуума (0,04 МПа), температуры и продолжительности процесса в зависимости от толщины слоя сырья изменяется конечная влажность и органолептические показатели готовой муки. Так при толщине слоя 2 мм конечная влажность полученной муки (4%), по органолептическим показателям мука не отвечает требованиям ГОСТ (имеет

темный цвет и запах горелого белка). При толщине слоя в 6мм влажность муки составляет 15%, что не соответствует требованиям ГОСТа по влажности на кормовую муку. В то же время мука, разложенная слоем 4мм имеет влажность, отвечающую требованиям ГОСТ (10%), характеризуется светло-коричневым цветом, запахом высушенного белка, поэтому можно сделать вывод, что при постоянном вакууме (0,04 МПа) и температуре в диапазоне 75 – 85 °С мука, высушиваемая слоем 4 мм в течение 3,5 часов отвечает требованиям ГОСТ на кормовую муку по влажности и отличается хорошими органолептическими показателями.

На втором этапе эксперимента сушку проводили при постоянном вакууме (0,04 МПа) и температуре 85 - 95°С. Сырьё расположили в три слоя с различной толщиной (2; 4 и 6 мм). Режимы тепловой обработки сырья второго этапа эксперимента указаны в таблице 2.

Таблица 2.. Режимы тепловой обработки мясокостных тканей тюленя. Второй этап.

Вид обработки	Вид применяемого оборудования	Параметры тепловой обработки			
		Толщина слоя, мм	Температура, °С	Продолжительность, мин	Влажность продукта, %
Сушка измельченного сырья под вакуумом 0,04 МПа	Вакуумный сушильный шкаф «Yamato DP 32»	2	85-95	180	6,0
		4	85-95	180	9,0
		6	85-95	180	14,0

Анализируя данные таблицы 2, можно отметить, что при постоянных значениях вакуума (0,04 МПа), температуры (85-95°С) и продолжительности 180 минут слой сырья толщиной 2мм имеет конечную влажность 6%, что ниже влажности, соответствующей требованиям ГОСТ на кормовую муку, и низкие органолептические показатели: темный цвет и запах горелого белка. Мука, высушенная слоем 6 мм, имеет продолжительность сушки 180 минут, но её влажность выше допустимой (14%). Следовательно, можно сделать вывод, что мука, высушенная слоем 4 мм, отвечает требованиям ГОСТ по влажности (10%) и характеризуется хорошими органолептическими показателями.

Таким образом, при переработке мясокостных тканей тюленя способом прямой сушки под вакуумом были установлены следующие параметры: проваривание сырья длилось 20-25 минут, температура при этом составляла 75-80°С, далее при температуре 75-85°С и разрежении 0,04-0,05 МПа продолжалась сушка в течении 2,5-3 часов.

В сырье и кормовой муке был изучен общий химический состав, представленный в таблице 3.

Таблица 3.Химический состав сырья (мясокостные ткани тюленя) и кормовой муки.

Наименование образца	Содержание, %			
	Вода	Жир	Белок	Зола
Мясокостные ткани Охотоморского тюленя	67,4±0,1	2,4±0,2	18,1±0,4	4,5±0,2
Мука, полученная способом прямой сушки	11,6±0,1	6,7±0,2	72,3±0,4	12,3±0,2
Мука, полученная прессово-сушильным способом	11,6±0,1	5,7±0,2	65,4±0,4	12,3±0,2

Анализируя данные таблицы, было отмечено, что наибольшее содержание белка имеет мука, полученная способом прямой сушки под вакуумом (72,3%), что на 6-

7% выше по сравнению с мукой, полученной прессово-сушильным способом из-за потерь белка при прессовании разваренной массы. При этом содержание жира в муке, полученной разными способами, отличается незначительно и соответствует требованиям ГОСТ 2116-00 на кормовую муку.

В мясокостных тканях тюленя и кормовой муке, полученной способом прямой сушки под вакуумом, изучен фракционный состав азотистых веществ, результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4. Фракционный состав азотистых веществ белка сырья и кормовой муки.

Образец	Содержание фракций азота*, мг %				
	общий азот	белковый азот	небелковый азот	полипептидный азот	азот аминокислот
Мясокостные ткани тюленя	3,3/100	2,3/68,0	1,03/32,0	0,69/72,5	0,34/27,5
Кормовая мука	12,1/100	9/74,3	3,1/25,7	2,08/67,1	1,02/32,9

* - в числителе, данные содержания азота мг/%; в знаменателе - данные, в % от общего, небелкового и полипептидного азота.

Изученный фракционный состав азотистых веществ сырья и кормовой муки показал, что мясокостные ткани тюленей и мука, полученная из них, содержат небольшое количество небелкового азота (25,7-32,0%) и характеризуется высоким содержанием белкового (68-74,3%) и полипептидного азота (72,5-74,0%), что свидетельствует о том, что при тепловом способе обработки сырья не происходит значительных изменений в содержании белкового азота, что характеризует высокое качество получаемого продукта.

С целью исследования биологической ценности был изучен аминокислотный состав белка муки в сравнении с аминокислотным составом сырья. Общая сумма заменимых аминокислот в кормовой муке составила 33,94%, что на 4,9% меньше по сравнению с их содержанием в сырье. Незначительное снижение суммарного количества заменимых и незаменимых аминокислот можно объяснить щадящей термической обработкой сырья. Таким образом, проведенные исследования аминокислотного состава белка кормовой муки позволяют сделать вывод о том, что белок кормовой муки, полученной способом прямой сушки под вакуумом, хорошо сбалансирован по аминокислотному составу, является полноценным, т.к. содержит все незаменимые аминокислоты.

С целью определения возможности использования в кормовых целях муки из мясокостной ткани тюленей в ней были определены показатели безопасности. По показателям безопасности кормовая мука из мясокостных тканей тюленей полностью соответствует требованиям ВетПиН 13-5-01/0101 и может быть рекомендована как компонент комбикормов для птиц и сельскохозяйственных животных.

Таким образом, были разработаны следующие технологические параметры тепловой обработки мясокостных тканей тюленя: проваривание сырья длится 20-25 минут, температура при этом составляет 75-80°C, далее при температуре 75-85°C и разрежении 0,04-0,05МПа продолжается сушка в течении 2-2,5 часов. Исследования кормовой, биологической ценности и показателей безопасности кормовой муки из мясокостных тканей тюленя показали, что полученный продукт характеризуется повышенным содержанием азотистых веществ, белкового, полипептидного азотов, полноценным аминокислотным составом, что свидетельствует о его высокой кормовой ценности и является безопасным в кормовом отношении продуктом. По результатам

проведенных исследований был получен патент № 2336725 «Способ получения цельной кормовой муки из ластоногих млекопитающих».

Список литературы:

- 1) Боева Н.П. Проблема повышения эффективности зверобойного промысла. Калининград, 2007г.
- 2) Ржавская Ф.М. «Жиры рыб и морских млекопитающих» – М; Пищевая промышленность; 1976г.

АНАЛИЗ СВОЙСТВ НАТУРАЛЬНОГО ПОДСЛАСТИТЕЛЯ ИЗ СТЕВИИ

Казакова О.Н., Мезенова О.Я. (Калининград, Калининградский государственный технический университет, кафедра пищевой биотехнологии, mezenova@klgtu.ru)

Abstract. In this article chemical composition and medical-prophylactic characteristics of natural sweetener, gotten out of *Stevia rebaudiana* Bertoni, is analyzed. Modern method of assessment of *Stevia* antioxidant activity with help of test with DPPH-radical is proposed. Especial attention is paid to the questions of *Stevia* safety

В России, как и в других странах, отмечается устойчивая тенденция повышения интереса к потреблению пищевых продуктов с лечебно-профилактическим эффектом, изготовленных из экологически безопасного натурального сырья. Доказано, что продукты, содержащие искусственные подсластители, могут оказывать отрицательное воздействие на организм человека (1). Для решения этой глобальной проблемы предлагается использовать в рецептурах пищевых продуктов, где желателен сладкий привкус, натуральный подсластитель стевиозид, который имеется в листьях растения стевия (*Stevia rebaudiana* Bertoni) (2). Данное растение относится к траве семейства хризантемовых, которая растет в диком виде как маленький куст в некоторых частях Парагвая и Бразилии. Впервые свойства этого растения описал итальянский ученый Бертони в 1899 г. (2, 3).

В настоящее время крупнейшим пользователем стевии является Япония, которая начала ее выращивать в оранжереях с 1954 г. в рамках программы спасения нации после американских ядерных бомбардировок. В нашей стране это растение впервые появилось на Украине в 1986 г., где и были начаты работы по агротехнике ее выращивания и культивированию, одновременно велись разработки по получению из нее дитерпеновых гликозидов, изучалась безопасность их применения, обосновывались рекомендации для приготовления пищевых продуктов питания и медицинских препаратов (2).

Основные достоинства подсластителя стевиозида – выраженный сладкий вкус, нулевая энергетическая ценность, устойчивость при хранении, неусвояемость микроорганизмами, хорошая растворимость в воде, безвредность при длительном употреблении. По уровню сладости и нулевому содержанию углеводов стевиозид сравним только с такими заменителями сахара, как ацесульфам (сунетт) и сукралоза (2). Однако последние имеют синтетический характер и имеют в связи с этим строгие ограничения в применении. Так, в основе ацесульфама находится калиевая соль оксатиацинондиоксидов, а в технологии сукралозы используют химически измененную сахарозу (трихлоргалактосахароза). Стевиозид – продукт натурального происхождения, что обуславливает его основное биологическое преимущество, при этом он допущен к использованию в России как нетоксичный.

В состав стевии входят от 5 до 15% дитерпеновых гликозидов, сладость которых в чистом виде в 300 раз превышает сладость обычного сахара. Кроме того, основными компонентами стевии являются флавоноиды, водорастворимые хлорофиллы и ксантофиллы, оксикоричные кислоты, нейтральные водорастворимые олигосахариды, свободные сахара, аминокислоты, минеральные соединения и др. вещества. Из 17 аминокислот, содержащихся в стевии, присутствуют 8 незаменимых кислот: треонин, метионин, лейцин, изолейцин и др., имеются 9 заменимых аминокислот: аргинин, тирозин, аланин, серин и др. В листьях стевии содержатся также

ценные полиненасыщенные жирные кислоты: линолевая, линоленовая и арахидоновая, которые участвуют в эссенциальных обменных процессах организма, повышают его защитные способности, являются носителями жирорастворимых витаминов. В стевии присутствуют и важные жироподобные вещества: стерины и фосфатиды, которые препятствуют отложению холестерина и предупреждают развитие желчекаменной болезни. Из содержащихся в стевии витаминов А, В, С, D, Е, К витамины А и С находятся в чистом виде. Кроме этого, в данном растении присутствуют хлорофиллы, эфирные масла и еще 53 других компонента, необходимые для здоровья в макро- и микроколичествах (2).

Исследования показали, что два из восьми гликозидов, находящихся в стевии, обладают способностью нейтрализации воспроизводства и развития таких инфекционных бактерий и микробов, как *Streptococcus mitis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris* и др. Многочисленные исследования показали, что при регулярном употреблении стевии снижается содержание сахара, радионуклидов и холестерина в организме, улучшается регенерация клеток и коагуляция крови, тормозится рост новообразований, укрепляются кровеносные сосуды. Отмечены также желчегонное, противовоспалительное и диуретическое действия стевии. Стевиозид препятствует образованию язв в желудочно-кишечном тракте (2, 3).

Немаловажным достоинством стевии является то обстоятельство, что ее флавоноиды обладают ярко выраженными антиоксидантными свойствами, поэтому стевия, как источник целого ряда данных веществ, является эффективным антиоксидантом, связывая свободные радикалы липидов и таким образом нейтрализуя их разрушающее окислительное действие.

Целью работы являлось изучение возможности применения компонентов стевии в качестве антиоксидантов и биологически активных компонентов в технологии соевого растительного масла.

Для проявления функциональных свойств стевии было предложено использовать ее экстрактивную жирорастворимую вытяжку, содержащую флавоноиды. Для этого из растения *Stevia rebaudiana* Bertoni на аппарате Сокслета первоначально был выделен экстракт флавоноидов, потенциально обладающий антиоксидантной активностью.

Антиоксидантную активность экстракта определяли в лаборатории высшей школы г. Нойбраденбург (Германия) с помощью современного метода с DPPH-радикалом (4,5). Данный метод основан на том, что вещества с антирадикальными свойствами обладают способностью перехватывать азотсодержащий синтетический радикал 1,1-дифенил-2-пикрилгидразила (DPPH-радикал), при этом доноры электронов или атомов водорода восстанавливают радикалы DPPH до 1,1-дифенил-2-пикрилгидразина (рис. 1). В результате происходит исчезновение молекулы DPPH, что определяется спектрофотометрически по уменьшению значения оптической плотности и идентифицируется количественно.

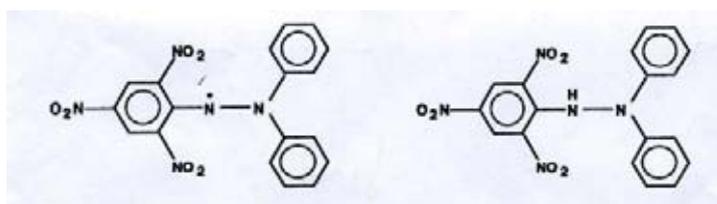


Рис. 1. Молекула DPPH – радикала до и после взаимодействия с антиоксидантом

В качестве среды для проявления антиокислительной эффективности экстракта было выбрано соевое растительное масло, в состав которой он вводился специальными приемами. В результате анализа итоговой композиции было установлено, что при введении 0,5% экстракта стевии в соевое масло и исследовании его качества по методу с DPPH – радикалом происходит снижение содержания оставшихся радикалов с 74,3 до 29,1%, при этом в контрольного образца соевого масла (без антиоксиданта) динамика данного процесса была проявлена в диапазоне от 100 до 53% (рис. 2).

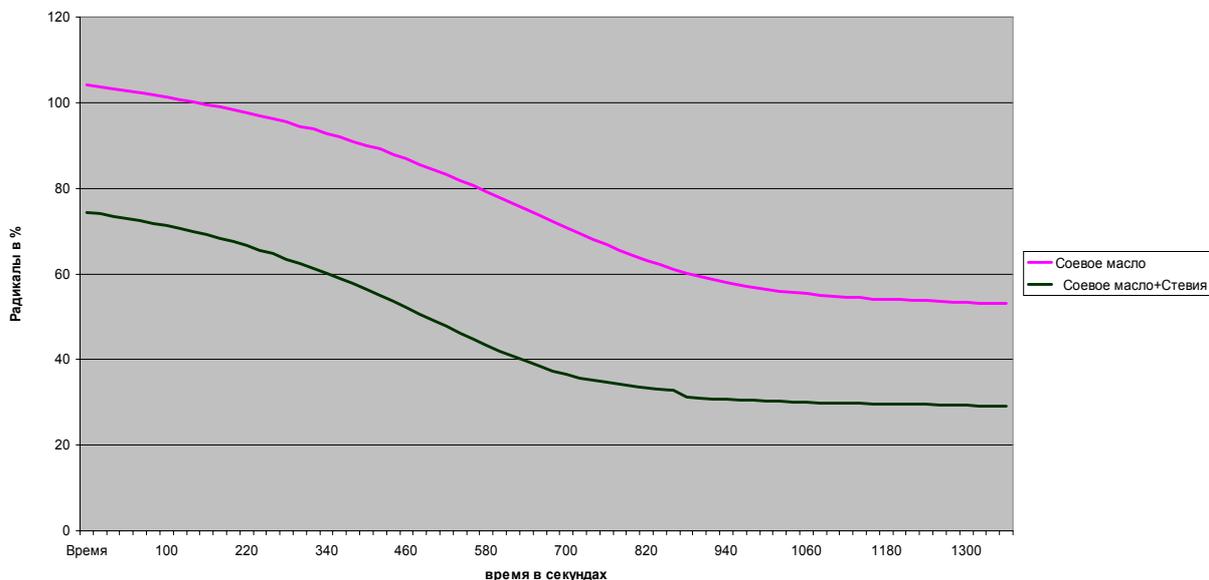


Рис. 2. Динамика содержания DPPH – радикала в контрольном и экспериментальном образцах соевого масла при тестировании в течение 1300 с

Из данных рис. 2 следует, что жирорастворимый экстракт стевии, введенный в растительное соевое масло, уже на начальном этапе хранения активно снижает содержание DPPH – радикала (со 100 до 74,3%), повышая его устойчивость при хранении в течение тестируемого времени. Содержание DPPH – радикала в конце эксперимента составляет соответственно 53 и 29,1%, что достоверно подтверждает антирадикальную активность жирорастворимых компонентов стевии в соевом масле.

Таким образом, высокая антиоксидантная активность стевии в сочетании с потенциалом в фармакологии и медицине предопределяет рациональность ее использования как в качестве антиокислителя, так и в составе различных продуктов профилактического назначения.

При использовании стевии открытым остается вопрос безопасности, требующий специальных исследований. В литературных источниках имеются также данные о комплексных биологических испытаниях безопасности стевии. Так, в результате пятилетних исследований трех поколений белых беспородных крыс, принимавших стевию по специальной схеме, и последующих клинических испытаний животных была показана абсолютная безвредность суммы дитерпеновых гликозидов (2, 3). Об этом же свидетельствуют результаты общетоксического действия стевии в субхроническом и хроническом экспериментах при изучении ее влияния на иммунологическую реактивность организма, возможную мутагенную активность и экологическую безопасность препарата. Нормативная летальная доза (LD50) стевииозида составляет 15 г вещества на 1 кг живого веса. Для человека такое значение LD50 по сладости соответствует 300 кг (двенадцать мешков) сахара за день (2, 3).

В настоящее время подсластитель «Стевиозид» сертифицирован Департаментом Государственного санитарно-эпидемиологического надзора на основании заключения ГУНИИ Питания РАМН. Санитарно-эпидемиологическое заключение данного института положительное и имеет государственный номер - № 77.99.02.916.Д.004084.096.04 от 02.06.2004 г.

Таким образом, аналитико-экспериментальным путем установлено, что стевия является безопасным растением, источником востребованного подсластителя стевиозида, при этом ее компоненты обладают антиоксидантными и лечебно-профилактическими свойствами. В настоящее время биопотенциал стевии используется недостаточно, мал ассортимент продукции с ее применением, что актуализирует специальные исследования в данном направлении, прежде всего, в производстве современных жировых композиций.

Список литературы:

- 1) Ляпина И. Б. Заменители сахара // Опыт зарубежных предприятий пищевой промышленности. – М., 1990, Вып. 1, 25 С.
- 2) Ляховкин А. Г. , Николаев А. П., Учитель В. Б. Стевия – медовая трава: Растение лекарственное и пищевое в вашем доме. - СПб,: ЗАО «Весь», 1999. – 96 С.
- 3) Подпоронова Г. К., Верзилина Н. Д., Рудакова Л. В., Полянская Н. К., Яшин Я. И. Изучение антиоксидантной активности стевии и продуктов ее переработки. // Пищевая промышленность. – 2005. - № 9. – с. 97-99.
- 4) Хасанов В. В., Рыжова Г. Л., Мальцева Е. В. Методы исследования антиоксидантов. // Химия растительного сырья. – 2004. - №3. – с. 63-75.
- 5) Tadhani M. B., Patel V.H. and Rema Subhash In vitro antioxidant activities of Stevia rebaudiana leaves and callus. // Journal of Food Composition and Analysis, Issues 3-4, May 2007, P. 323-329.

ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИСЛАНДСКОГО МОРСКОГО ГРЕБЕШКА С ЦЕЛЮ СОЗДАНИЯ АНАЛОГОВОГО ПРОДУКТА С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Куранова Л.К. (МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

Abstract. The quality characteristics of Icelandic sea scallop, such as basic physical, chemical, rheological parameters, chemical composition of proteins and biochemical values, were studied. Limit values of these parameters for imitated sea scallop muscle were set. They can guarantee making the product with the fixed characteristics.

Перед автором стояла задача: разработать технологию нового вида продукции, аналогичной мясу морского гребешка.

Морской гребешок – двустворчатый морской моллюск. В дальневосточных морях обитает гребешок со средним размером раковины 12-13 см, дальневосточный гребешок с давних пор используется в питании населения. На северо-западе Атлантического океана обитает исландский гребешок, отличающийся меньшими размерами (диаметр раковины 6-8 см), который до 80-х годов в нашей стране не добывался. Тело гребешка расположено между створками и покрыто мясистой плёнкой – мантией, внутри которой находится мощный мускул – замыкатель. Съедобной составляющей гребешка считаются мускул и мантия, однако мускул – особо деликатесный продукт. Представляло интерес создать продукт, аналогичный именно мускулу морского гребешка.

Предварительным этапом разработки любой имитированной продукции является всестороннее изучение показателей качества натурального продукта, аналог которого создаётся. В этой связи автором были проведены работы по определению размерного ряда съедобной части (мускула) морского исландского гребешка, его биологической и пищевой ценности: изучен химический состав, определён фракционный и аминокислотный состав белков, исследованы показатели, оценивающие физические свойства (цвет и структуру) мяса морского гребешка (как сырца, так и мороженого). Анализировались образцы, приготовленные из мускула исландского гребешка разных месяцев вылова (май и август), а также июньского гребешка-сырца. Определение общего химического состава, активной кислотности (рН), влагоудерживающей способности проводили по ГОСТ 7636, содержание углеводов – фотоколориметрически по цветной реакции с антроновым реактивом по методическим рекомендациям ВНИРО, фракционный состав белков – методом Хеландера в модификации Ткаченко. Аминокислотный состав белков определяли в кислотном гидролизате методом ионообменной хроматографии на автоматическом анализаторе аминокислот (ЧССР). Как известно, триптофан при кислотном гидролизе полностью распадается, поэтому для его определения проводили щелочной гидролиз белка с колориметрированием по цветной реакции с парадиметиламинобензальдегидом. Реологические свойства фарша гребешка (прочность желе и сгибаемость) определяли в образце фарша "танпин" по методике, предложенной японскими специалистами, на оборудовании японской фирмы "Ниппон Суйсан", прочностную характеристику структуры вареного мускула гребешка - усилие резания – на приборе Food Checker по методике в модификации автора.

При визуальном исследовании 44 образцов мускула гребешка установлено, что по внешнему виду он представляет собой пучок мускулов практически правильной

цилиндрической формы диаметром (25-33) мм, длиной(15-20) мм, цветовая гамма варьировала от светло-серой до жёлтой, причём, каждый образец по цвету был однородным. Аромат и вкус гребешка, свойственные данному виду продукта, при варке усиливаются. Результаты исследований химического состава мяса гребешка, фракционного и аминокислотного состава его белков представлены в таблицах 1,2,4. Реологические показатели сведены в таблицу 3.

Таблица 1. Химический состав мускула исландского гребешка.

№ № п/п	Объект исследования	Вода, %	Жир, %	Общий азот (ОА) /белок (Б), %	Небелковый азот (НБА), %	Истинный белок (ИБ), %	Углеводы, %	Зола, %
1	Мускул гребешка-сырца, вылов – июнь	79,6	-	2,79/17,4	0,83	12,25	1,9	1,1
2	Мороженный мускул, вылов – май	78,3	-	2,89/18,1	0,96	12,06		1,6
3	Мороженный мускул, вылов – август	77,6	0,6	2,87/17,9	0,97	11,9		1,6

Таблица 2. Фракционный состав белков мускула исландского гребешка.

№ № пп /п	Объект исследования	Водорастворимые, % на сырой вес (% от белка)	Солеорастворимые, % на сырой вес (% от белка)	Щелочерастворимые, (в 0,1n p-re) % на сырой вес (% от белка)	Щелочерастворимые, (в 1n p-re), % на сырой вес (% от белка)	Сумма, % на сырой вес (% от белка)
1	Мускул гребешка-сырца, вылов – июнь	2,28 (18,6)	5,86(47,8)	3,50(28,5)	0,63 (5,1)	12,27 (100,0)
2	Мороженный мускул, вылов – май	2,79(22,8)	6,55(53,6)	2,57(21,0)	0,32(2,6)	12,23 (100,0)
3	Мороженный мускул, вылов – август	2,28(19,1)	4,26(35,7)	5,02(42,0)	0,38(3,2)	11,94 (100,0)

Таблица 3. Реологические свойства мускула морского гребешка.

№№ п/п	Объект исследования	Влагоудерживающая способность(фарша), %	Прочность студня(фарша),%	Сгибаемость(фарша), балл	Усилие резания (варёного мускула),г
1	Мускул гребешка-сырца, вылов – июнь	58,7	100+11 n=6	5	900
2	Мороженный мускул, вылов – май	56,5	165+22 n=7	8-9	1000
3	Мороженный мускул, вылов – август	55,9	147+7 n=6	4-6	1200

Таблица 4. Аминокислотный состав белков и биологическая ценность мускула морского гребешка.

№	Аминокислота	мг в 100 г продукта	мг в 1 г белка	Скор,%
1	Триптофан	216	12	120
2	Лизин	1635	90	163
3	Гистидин	360	20	
4	Аргинин	720	40	
5	Аспарагиновая кислота	1591	87	
6	Треонин	882	49	122
7	Серин	828	46	
8	Глютаминовая кислота	2601	143	
9	Пролин	486	27	
10	Глицин	1530	85	
11	Аланин	1674	93	
12	Цистин	-	-	Цистин+метионин} 102
13	Метионин	648	36	
14	Валин	1080	60	120
15	Изолейцин	738	41	102
16	Лейцин	2106	117	167
17	Тирозин	612	35	Тирозин+фенилаланин} 100
18	Фенилаланин	432	25	
	Сумма аминокислот	18139	1006	
	Лимитирующая аминокислота, скор %			нет

Как видно из представленных результатов содержание влаги в исландском гребешке составило 77,8-79,6 %, жира 0,0-0,6 %, общего азота (ОА) 2,79-2,89 %, небелкового (НБА) 0,83-0,97 % (т.е. 30-34% от общего азота), углеводов 1,9 %, золы 1,1-1,6 %. Содержание истинного белка (ИБ), рассчитанное без учёта небелкового азота по формуле $ИБ = (ОА - НБА) \times 6,25$, - составило в среднем 12%. По показателям химического состава можно сделать вывод, что съедобная часть гребешка является белковым продуктом с большим содержанием экстрактивных азотистых веществ и углеводов, придающих ему неповторимый специфический вкус и аромат. Значение показателя рН составляло 6,8-7,0, что характеризовало среду продукта с точки зрения активной кислотности как нейтральную.

Сравнение основных характеристик исследованных образцов не выявило значительного отличия качества гребешка-сырца и замороженного: реологические показатели в исследованных образцах изменялись незначительно - влагоудерживающая способность (ВУС) мороженых образцов меньше на 2-2,5 %, прочность студня и сгибаемость несколько выше. Основные показатели химического состава практически одинаковы. Содержание небелкового азота мороженого гребешка выше лишь на 0,1 %.

Фракционирование белков показало, что содержание саркоплазматических белков в мускуле гребешка разных месяцев вылова и способов заготовки постоянно и составляет 18,6 - 22,8 % от суммарного белка. Миофибриллярные белки превалировали в июньском гребешке-сырце и в замороженном майском образце (47,8 и 53,6 %, соответственно), в этих продуктах суммарное содержание щелочерастворимых фракций составило соответственно 33,6 и 23,6 %. Белки мяса мороженого августовского гребешка по фракционному составу несколько отличались: содержание щелочерастворимых белков составило 45,2 %, тогда как количество солерастворимых - лишь 35,7%.

Как показал аминокислотный анализ, белок гребешка является полноценным животным белком с высокой биологической ценностью. В его состав входят все

белковые аминокислоты, в том числе и незаменимые. Как и в других животных белках, в максимальном количестве в мясе гребешка содержится глютаминовая кислота, в минимальном – триптофан. Оценка качества белков по аминокислотному скору подтвердила их высокую биологическую ценность: белок мускула морского гребешка практически отсутствуют лимитирующие (скор незаменимых аминокислот не менее 100 %).

При органолептической оценке натурального мускула гребешка по цвету установлено, что цветовая гамма его представлена оттенками от светло-кремовых до жёлто-коричневых. Автором предложен метод идентификации гребешка по цвету путём создания шкалы цветности с присвоением каждому оттенку соответствующего числового показателя – градуса цветности (рис.1).

Оттенок	○	○	○	○	○	○
Наименование оттенка	Бело-серый	Светло-кремовый	Кремовый	Кремово-жёлтый	Жёлтый	Жёлто-коричневый
Числовой показатель (градус цветности)	1	2	3	4	5	6

Рисунок 1. Шкала цветности.

По показателю цветности исследовалась партия августовского гребешка, которая отличалась наибольшим цветовым разнообразием. Оценивалась цветовая гамма сырых и варёных образцов мускула гребешка. Результаты оценки определялись подсчётом встречаемости (процентное содержание количества гребешков соответствующего показателя к общему числу исследованных образцов) представлены в таблице 5.

Таблица 5. Оценка цветности мускула морского гребешка (сырого и варёного).

Числовой показатель (градус цветности)	Сырой мускул		Варёный мускул	
	количество, шт.	встречаемость, %	количество, шт.	встречаемость, %
2	16	36	8	18
3	14	32	15	34
4			7	16
5	14	32	9	21
6			5	11
Всего	44	100	44	100

Как видно из представленных результатов, в сыром гребешке выделены три цветовые группы: жёлтая, кремовая и светлая, причём массовые доли каждой из цветовых групп были практически равными. После варки отмечалось большее разнообразие оттенков, повышение градуса цветности образцов, что может быть следствием реакций покоричневения, проходящих при термообработке гребешков. В цветовой гамме варёных гребешков превалировали кремовые оттенки (суммарная встречаемость – 68%).

Проведена оценка качества структуры варёных гребешков. Критерием оценки был выбран показатель «усилие резания», который объективно оценивает качество структуры продукции (4). Установлено (табл.4), что этот показатель варьировал в пределах 900 – 1200 г., что характеризует структуру продукта как прочную.

Таким образом, на основе проведённых исследований заданы следующие основные показатели (и их предельные значения), которым должен удовлетворять новый аналоговый продукт «Мускул гребешка имитированный»:

- 1 форма и размер: кусочки цилиндрической формы диаметром 25-30 мм, длиной 15-20 мм;
- 2 цвет: кремовый (градус цветности равен 3);
- 3 вкус и аромат: свойственный натуральному варённому мускулу гребешка;
- 4 консистенция: сочная (ВУС не менее 50 %), прочная (усилие резания на уровне 900 г);
- 5 пищевая и биологическая ценность: соответствующая высокобелковому сбалансированному по аминокислотному составу продукту с полным набором эссенциальных аминокислот и отсутствием лимитирующей.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КРАСИТЕЛЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИМИТИРОВАННОГО МОРСКОГО ГРЕБЕШКА

Куранова Л.К. (МГТУ, кафедра технологии пищевых производств)

Abstract. The technology of food coloring preparation, the procedure of an estimation its quality are designed. The optimal concentration and sequence of its introduction sets at manufacturing a new kind of production «Scallop muscle imitated».

На основе ранее проведённых исследований заданы основные показатели и установлены предельные значения, которым должен удовлетворять аналоговый продукт «Мускул гребешка имитированный». Одной из задач при разработке имитированного гребешка было создание аналога кремового цвета (градус цветности равен 3), идентичного по цветовой гамме натуральному продукту.

По предложенной первоначально технологии продукт получался светло-серого цвета, что не соответствовало заданному показателю цветности. В этой связи встал вопрос об использовании красителя для придания аналогу соответствующего оттенка. С этой целью автором предложено использовать расплав сахара, так называемый, жжёный сахар в виде его водного раствора. Первые же эксперименты показали, что использование жжёного сахара позволяет приблизить аналог к натуральному продукту не только по цвету, но и по вкусовым ощущениям (первоначально дегустаторами отмечался недостаток сладости в имитированном продукте по сравнению с натуральным).

В лабораторных условиях обрабатывалась техника приготовления жжёного сахара: сахарный песок равномерно распределяли по нагреваемой поверхности, прогревали при непрерывном перемешивании до температуры его плавления - 180 °С и выдерживали при этой температуре, не прекращая перемешивания, до получения однородной массы коричневого цвета. Жжёный сахар при остывании быстро карамелизуется, поэтому в качестве красителя предложено использовать его водный раствор. Подобрана оптимальная концентрация водного раствора жжёного сахара – 25%.

Автором разработана методика, позволяющая контролировать качество красителя в условиях производственной лаборатории. В качестве объективного показателя выбрано значение оптической плотности красителя, разбавленного водой в соотношении 1:10. Оптическую плотность определяют на фотоэлектроколориметре типа КФК при длине волны 400 нм в кювете толщиной 1 см относительно дистиллированной воды. Значение оптической плотности должно находиться в пределах от 0,400 до 0,500 единиц.

Уточнялась рецептура имитированного гребешка с учётом использования красителя. Установлено, что оптимальное введение красителя достигается при внесении его в пересчёте на сахар в количестве 3 % к массе фаршевой смеси. Последовательность внесения красителя относительно других компонентов при приготовлении теста также влияет на цвет продукта. Оптимально вносить краситель после смешивания фаршей. Приготовленный с использованием красителя имитированный гребешок по цвету не отличался от натурального, значение показателя цветности соответствовало трём градусам.

Выводы:

- установлено, что при изготовлении имитированного гребешка необходимо использование красителя;
- в качестве красителя предложено использовать 25 %-ный водный раствор расплава сахарозы;
- разработана технология приготовления красителя;
- предложена методика контроля качества красителя и определены предельные значения показателя, гарантирующие качество красителя;
- установлена оптимальная концентрация и последовательность введения красителя при изготовлении имитированного гребешка.

Результаты исследований использованы при разработке технических условий «Мускул гребешка имитированный» и технологической инструкции по производству мускула гребешка имитированного.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПЕЧЕНЬЯ С ПРОФИЛАКТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ПРИ ХРАНЕНИИ

Махнач Е.В., Бессмертная И.А. (Калининград, Калининградский государственный технический университет, кафедра пищевой биотехнологии, lenamakhnach@gmail.com)

Abstract. The article investigates the necessity of developing a mealy functional product. It gives the substantiation for the method of enrichment of mealy products of standard quality with a fish protein – mineral filler. It also investigates the organoleptic quality indicators of the experimental product as well as their change during storage.

В настоящее время создание функциональных кондитерских изделий нового поколения в рамках реализации «Концепции государственной политики в области здорового питания» является приоритетным направлением в технологии продуктов питания

Мучные кондитерские изделия являются популярным, традиционным и важным продуктом питания. В зависимости от рецептуры и от технологии печенье может быть продуктом питания массового назначения, деликатесным изделием, диетическим или профилактическим продуктом, детским питанием.(5)

Уже несколько десятилетий ведутся научные работы по обогащению мучных изделий эссенциальными микро - и макронутриентами. Биологические достоинства белковых обогатителей из мышечной ткани рыб, позволяют создать комбинированные продукты нового поколения. Использование белковых наполнителей из мышечной ткани рыб является перспективным направлением для создания изделий с профилактическими свойствами, так как рыбный белок содержит все незаменимые аминокислоты, а так же кальций и фосфор в усвояемой форме.(3)

В работе исследовались качества функционального продукта (печенья) с белково-минеральным наполнителем из мышечной ткани рыб и изменения органолептических показателей качества печенья при хранении.

Функциональные продукты должны обладать не только высокой пищевой ценностью, но и приятными вкусовыми качествами.(2)

Для оптимизации состава нового продукта использовали рецептуру затяжного печенья, в которую на этапе приготовления теста вносили белково-минеральный наполнитель, приготовленный из речного окуня методом горячего ферментализа, а также следующие натуральные вкусовые ароматические добавки растительного происхождения: сок морковный, цедра лимонная, корица, ваниль, травяная соль.(1)

После выпечки и охлаждения печенья была проведена дегустация готового продукта. На рис 1 приведены фотографии образцов печенья.



Рис.1 Образцы печенья обогащённого белково-минеральным наполнителем с вкусо - ароматическими растительными добавками.

а - Печенье с корицей, **б** - печенье с травяной солью, **в** - печенье с морковным соком

Таблица 1. Балловая органолептическая шкала оценки качества печенья

Наименование показателя	Балл	Коэффициент значимости показателя	Интервалы оценки качества с учетом значимости показателя
Форма	1...5	0,2	0,2...1,0
Поверхность	1...5	0,1	0,1...0,5
Цвет	1...5	0,1	0,1...0,5
Вкус, запах	1...5	0,5	0,5...2,5
Вид в изломе	1...5	0,1	0,1...0,5

Для оценки органолептических показателей качества печенья была разработана 5-балльная шкала, учитывающая коэффициенты значимости отдельных показателей, которая приведена в табл.1.

За основу, оцениваемых показателей были приняты органолептические показатели согласно ГОСТ 24901-89.

Органолептический анализ печенья производили согласно методике проведения дегустаций на основании оценки показателей качества, нормируемых в ГОСТ 24901-89. Показатели – форма, поверхность, цвет, вид на изломе – определяли визуально; запах и вкус – обонянием и осязанием при опробовании готовой продукции. Полученные данные обрабатывались методами математической статистики.

Дегустационная оценка печенья проводилась непосредственно после изготовления продукции, а также при хранении образцов в течение трёх месяцев с интервалом в две недели. Хранение печенья осуществляли в полимерной упаковке – отдельно образцы шести рецептур при температуре $18\pm 5^\circ \text{C}$ и относительной влажности не выше 75%.

О качестве готовой продукции судили по сумме баллов по всем пяти показателям качества с учётом коэффициентов значимости. Качество изделий, получивших при дегустации, пять баллов считалось отличным, четыре – хорошим, три балла – удовлетворительным, ниже трёх баллов – неудовлетворительным. Результаты изменения органолептических показателей печенья при хранении приведены на рис. 2

Как видно на рис. 2 качество печенья на момент изготовления и в течение 4 недель хранения оставалось отличным и хорошим.

Следует отметить, что все образцы печенья сохранили хорошую форму, состояние поверхности и цвет до конца срока хранения. Изменилась только интенсивность вкуса и запаха, что и отразилось на суммарной оценке качества. После 8 недель хранения, в течение дальнейших 4 недель наблюдается ухудшение качества почти всех образцов печенья. Это ухудшение качества характеризуется: приобретением продукцией запаха и вкуса "старой" муки; уменьшением хрупкости при разломе и раскусывании печенья.

К окончанию 12 недельного периода хранения наилучшие показатели качества сохранило печенье с добавкой из моркови, что свидетельствует о целесообразности использования морковного сока в качестве вкусовой ароматической добавки при производстве профилактического печенья. Добавка из моркови придаёт печенью интенсивный оранжевый цвет. Печенье с этой добавкой сохранило высокую оценку качества на протяжении 12 недель хранения.

Такие добавки, как корица и цедра лимона способствовали хорошей сохранности печенья и могут быть рекомендованы для расширения ассортимента печенья с профилактическими свойствами. Добавка " травяная соль" хуже других сочеталась с компонентами рецептуры затяжного печенья и может быть использована после корректировки основных компонентов рецептуры.

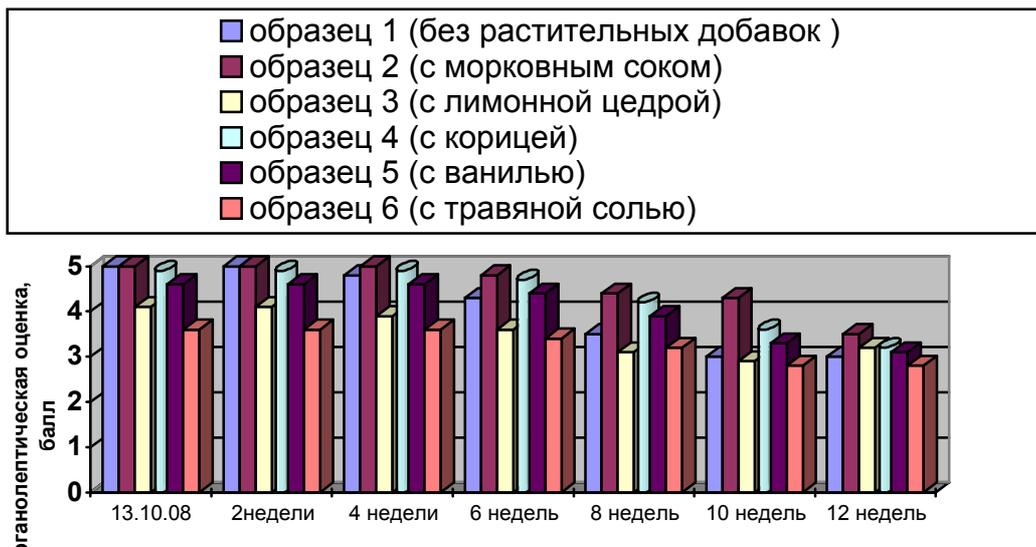


Рис. 2. Изменение оценки органолептических показателей качества при хранении

На основании проведённых экспериментальных работ были сделаны следующие выводы:

- белково-минеральная добавка на основе мышечной ткани окуня может быть использована в рецептуре печенья для придания продукции профилактических свойств;
- для расширения ассортимента и усиления профилактических свойств в рецептуру печенья могут быть внесены такие добавки, как: морковный сок, корица, лимонная цедра;
- установлены предварительные сроки хранения готовой продукции, которые составляют 8 недель;
- следует изучить изменения органолептических показателей профилактического печенья при хранении в упаковке из пергаментной бумаги, так как полимерная упаковка влияет на показатель "запах" печенья.

Проведённый эксперимент позволяет выбрать оптимальную рецептуру профилактического печенья для дальнейшего исследования.

Образцы полученной продукции экспонировались на выставке "Рыба Балтики – 2008", прошедшей в выставочном центре "Балтик – Экспо" г. Калининграда, получили высокую оценку посетителей, вызвали профессиональный интерес у производителей пищевой продукции, что свидетельствует об актуальности настоящих исследований.

Список литературы:

- 1) Спиричев В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами.// Наука и технология/ В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский/ под общ. ред. Спиричева В.Б. – сиб. унив. Издательство, 2005-548 с.
- 2) Тамова М.Ю. Пищевые продукты функционального назначения/ М.Ю. Тамова, Г.И. Касьянов//Пищевая промышленность.-2002.-№ 9. – с 66
- 3) Черногорцев А.П. Переработка мелкой рыбы на основе ферментированного сырья/ А.П. Черногорцев – М.,1973.—152 с.
- 4) Бессмертная И.А. Разработка технологии комбинированных рыбомучных изделий / И.А. Бессмертная, В.А.Благинин, А.С. Лысова, Н.Ю. Кочелаба, М.В. Зверева, А.С.Березан// Пищевая технология. – 2000. - № 4. – с 122.

КАЧЕСТВО ФОРМОВАННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ НА ОСНОВЕ НЕРЫБНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫСЛА ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ

Михлай С.А. (Москва, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии)

К продуктам детского питания всегда предъявлялись особые требования, в частности требования к показателям качества и безопасности. Однако до недавнего времени регламентированные показатели качества и безопасности продукции на основе рыбы и нерыбных объектов промысла, предназначенные для питания детей дошкольного и школьного возраста, отсутствовали. В связи с этим возникали проблемы с разработкой и внедрением технологий продуктов, предназначенных для детей указанных возрастных групп.

С 1 сентября 2008 года введены Дополнения и изменения №10 к СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 16 июля 2008 года. Раздел 3.2. «Продукты для питания школьников и дошкольников» был дополнен пунктом 3.2.3. «Продукты из рыбы и нерыбных объектов промысла», 3.2.3.1. «Полуфабрикаты из рыбы и нерыбных объектов промысла», в котором обозначены требования к показателям пищевой ценности и безопасности данных продуктов. С введением дополнений к СанПиН появилась возможность разрабатывать технологии полуфабрикатов из рыбы и нерыбных объектов промысла, опираясь на регламентированные показатели безопасности и пищевой ценности.

В прошлом году в испытательной лаборатории «ВНИРО-ТЕСТ» ФГУП «ВНИРО» были разработаны 3 рецептуры формованных полуфабрикатов на основе камчатского краба варено-мороженого.

Основой полуфабрикатов, изготовленных по рецептуре №1, является краб камчатский; полуфабрикатов, изготовленных по рецептуре №2 – краб камчатский и трубач; полуфабрикатов, изготовленных по рецептуре №3 – краб камчатский и горбуша. Кроме того, в состав всех рецептов входят: творог нежирный, хлеб пшеничный, соль поваренная пищевая в количестве 0,8%, лук репчатый, вода питьевая.

Все изделия в течение шести месяцев хранения при температуре минус 18⁰ получали высокие оценки по органолептическим показателям: внешнему виду, запаху, вкусу и консистенции.

Данные пищевой ценности, представленные в таблице 1, показывают, что формованные полуфабрикаты на основе краба являются нежирным диетическим продуктом, отвечающим требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01, п. 3.2.3.1 «Полуфабрикаты из рыбы и нерыбных объектов промысла для питания дошкольников и школьников».

Учитывая, что полуфабрикаты формованные на основе краба варено-мороженого отвечают требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 по показателям безопасности и пищевой ценности, имеют высокие оценки по органолептическим показателям, являются диетическим продуктом, мы считаем возможным рекомендовать данные изделия для включения в рацион питания детей дошкольного и школьного возраста.

Таблица 1. Пищевая ценность формованных полуфабрикатов

№№ рецептур	Состав формованных изделий	100г продукта содержат, г			Калорий- ность, ккал
		Белок	Жир	Углеводы	
1	Краб камчатский, творог, хлеб, лук репчатый, поваренная соль	12	1,4	6,5	87
2	Краб камчатский, трубоч, творог, хлеб, лук репчатый, поваренная соль	12	1,6	10	103
3	Краб камчатский, горбуша, творог, хлеб, лук репчатый, поваренная соль	13	3	7	98

В настоящее время завершены исследования по установлению сроков годности указанной продукции, подготовлен проект технических условий для согласования в Роспотребнадзоре.

УСТАНОВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ИНГРЕДИЕНТНОГО СОСТАВА НОВОГО ФОРМОВАННОГО РЫБНОГО ПРОДУКТА «МОРСКОГО АССОРТИ»

Низковская О.Ф., Гроховский В.А. (Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств, v.grokhvsky@mail.ru)

Abstract. The explorations of combined formed fish product preparing optimization were made in the MSTU. The theory of experimental plans has been used for this purpose. Two factors were taken, they are: the quantity of laminaria added and the quantity of gelatin added. The regression model was chosen, and optimum was found.

В МГТУ проведены исследования по оптимизации технологических режимов изготовления нового формованного рыбного продукта, сочетающего в себе слабосоленое филе малоценных видов рыб (путассу, сайка), измельченную морскую капусту и желатин.

Анализ обширной научно-исследовательской литературы свидетельствует о том, то качество готового продукта подвержено воздействию многочисленных факторов, таких как химический и размерно-массовый состав рыбы, сезон вылова и степень свежести полуфабриката, способ и продолжительность первичной обработки и хранения его, продолжительность и способ посола, способы и технологические параметры данных процессов и некоторые другие.

Исследуя процесс изготовления «Морского ассорти», невозможно учесть и управлять всеми этими факторами.

Поэтому из всего множества вышеперечисленных факторов представлялось целесообразным выбрать и оптимизировать такие из них, которые оказывают доминирующее влияние на качество готового продукта.

Применительно к настоящему исследованию имеются факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на качество готового продукта. Такими факторами являются: массовая доля добавляемой к рыбе морской капусты – X_1 , % и количество добавляемого к продукту желатина- X_2 , %.

Исследованиями установлено, что добавление морской капусты решает несколько задач: обогащает его легкоусваиваемым йодом, придает продукту приятный вкус и внешний вид (на разрезе) и влияет на консистенцию продукта (1, 2). Поисковыми исследованиями было установлено, что массовая доля добавляемой капусты не должна быть меньше 20 % и не больше 30 %.

Поскольку консистенция создаваемого продукта «Морское ассорти» должно быть монолитной, неразваливающейся и некрошащейся, необходимо добавление к нему структурообразователя в оптимальных дозах. Предварительными экспериментами установлены пределы варьирования этой добавки в виде коллоидного раствора 12,5-процентной концентрации от 10 % минимальная доза до 20 % -максимальная к массе продукта.

Для формирования данного продукта и введения его в белкозиновую или полимерную оболочку необходимо принудительное давление, которое поддерживалось в пределах 0,4 МПа в поисковых экспериментах и этим фактором решено не варьировать и для последующих экспериментов оставить на данном уровне.

Таким образом, при установлении оптимальных параметров процесса изготовления «Морского ассорти» применяли ортогональный центральный композиционный план второго порядка для двух факторов /3/.

Таблица 1. Значения изменяемых факторов, их интервалы и пределы варьирования

Факторы	Размерность	Уровни			Интервалы варьирования
		-1	0	+1	
Массовая доля добавляемой к рыбе морской капусты, X_1	%	20	25	30	5
Количество добавляемого к продукту желатина-, X_2	%	10	15	20	5

Пределы и интервалы изменения факторов (X_1 , X_2), подлежащих оптимизации, приведенные в таблице 1, установлены с учетом результатов ранее выполненных работ и собственных предварительных экспериментов.

Реализация плана эксперимента и обработка полученных данных позволила получить следующее уравнение регрессии, адекватно описывающее влияние вводимых в продукт добавок на органолептическую оценку качества:

$$Y = 19,55 + 2.68X_1 - 0,05X_1^2 + 1,56 X_2 - 0,05X_2^2 \quad (1)$$

Полученное уравнение регрессии позволяет не только предсказать значение функции отклика для заданных условий проведения эксперимента, но и дает информацию о форме поверхности отклика.

Поверхность функции отклика Y процесса получения представлена на рис. 2.

Оценку адекватности полученных математических зависимостей осуществляли с помощью критерия Фишера (F-критерия).

Полученная математическая модель изготовления нового продукта позволяет установить оптимальные значения факторов, влияющих на высокую органолептическую оценку «Морское ассорти».

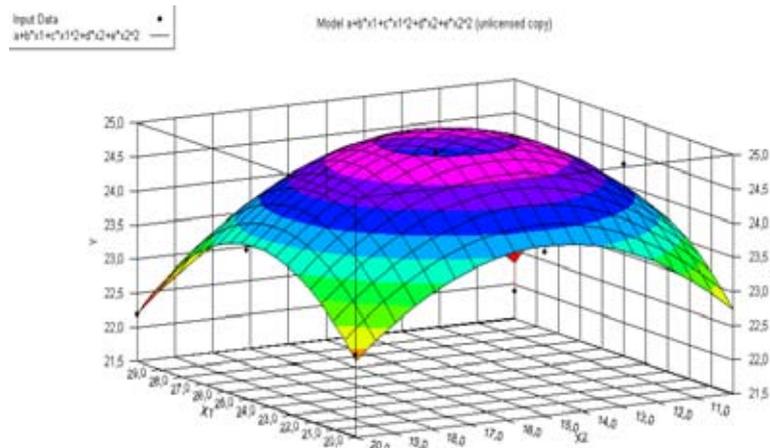


Рис. 2. Поверхность функции отклика Y - ИПК в выбранной области факторного пространства (уравнение 1).

Оптимальные параметры X_1 и X_2 были определены методом дифференцирования (нахождения экстремумов) и имеют следующие значения:

X_1 - количество добавленной к рыбе морской капусты составило 24,6 %;

X_2 - количество добавленного желатина – 14,86 %.

На основе найденных оптимальных значений X_1 и X_2 был проведён очередной эксперимент по изготовлению формованного продукта «Морское ассорти», который после созревания подвергали сенсорным исследованиям дегустационной комиссией. Общая органолептическая оценка продукта составила 24,3 балла, что в соответствии с разработанной шкалой оценки качества (24 – 25 баллов) оценивается как превосходная.

Установленные в ходе экспериментов технологические режимы учтены в разработанной нормативной документации (Проекты ТУ и ТИ).

Выводы

1. Используя метод математического планирования экспериментов разработана технология изготовления нового формованного продукта из филе путассу в сочетании с морской капустой и желатином, названное «Морским ассорти»

2. Анализ и математическая обработка экспериментальных данных позволили установить оптимальные значения массовых долей морской капусты и желатина (24,6 и 14,86 % соответственно), добавляемых к филе рыбы, при которых качество нового формованного продукта признано превосходным.

Список литературы:

- 1) Сафина И.Н К вопросу об оптимизации технологии переработки новых объектов промысла бурых водорослей. – Владивосток: ТГЭУ. 2005, с. 228-230.
- 2) Журавлева Е. Йододефицит :Профилактика йододефицита //Е.Журавлева // Энциклопедия здоровья. – 2005. – №25.
- 3) Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 280 с.

ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ВИДОВ НАТУРАЛЬНЫХ КОНСЕРВОВ ИЗ РЫБ СЕВЕРНОГО БАССЕЙНА

Николаенко О.А.¹, Куранова Л.К.¹, Петрова И.Б.¹, Саморядова О.В.²
(¹ МГТУ, кафедра технологии пищевых производств, ² ООО «Баско»)

Производство стерилизованных консервов является одним из ведущих направлений пищевого использования объектов водного промысла. Но в настоящее время рыбоперерабатывающие предприятия по ряду причин отдают предпочтение консервам без предварительной термической обработки, т.к. этот вид консервов не требует дополнительного технологического оборудования. Кроме того, при выпуске натуральных консервов значительно меньше расход сырья и, следовательно, ниже себестоимость продукции. В настоящее время группа натуральных консервов составляет более 70 % от общего объема отечественного производства консервов.

Требования к качеству натуральных консервов в значительной степени определяются видовыми особенностями и степенью свежести перерабатываемого сырья. Существенное влияние на изменение ассортимента рыбных консервов оказывает концепция «Здорового питания», согласно которой особое внимание уделяется снижению содержания в продукте поваренной соли, уменьшению калорийности пищи и расширению ассортимента консервов диетического назначения. В соответствии с названной концепцией, в мире снижается выпуск консервов в масле или пересматриваются рецептуры в сторону уменьшения закладываемого его количества. Но, в то же время, введение подсолнечного масла уменьшает степень гидролиза белков при тепловой обработке и улучшает органолептические показатели консервов. Отечественная промышленность стала больше вырабатывать консервов из филе рыб, что позволяет вести стерилизацию при более мягких режимах, повысить пищевую ценность и вкусовые свойства консервов. Следует отметить, что у рыбы основная масса тяжелых элементов накапливается в ткани скелета, поэтому максимальная ее разделка позволяет повысить безопасность продукта.

Цель данной работы является расширение ассортимента натуральных консервов из рыб Северного бассейна, таких как морской петух, сайда, мольва, которые в настоящее время в достаточном количестве поступают в прилове и по химическому составу могут быть рекомендованы для производства консервов.

При производстве консервов в качестве сырья использовали рыбу мороженую соответствующую 1 сорта ГОС1168. Подготовку сырья, размораживание, подготовку материалов и тары, закатывание (укупоривание), стерилизацию, охлаждение, мойку и сушку банок после стерилизации, товарное оформление и хранение консервов осуществляют по общим технологическим инструкциям № 1-5.

В ходе эксперимента определялись органолептические и физико-химические показатели сырья и консервов. Образцы оценивались на дегустациях МГТУ по специально разработанной для этого вида консервов пятибалльной шкале с введением коэффициентов значимости группой дегустаторов в количестве от 5 до 10 человек.

Таблица 1- Химический состав мяса рыбы

Вид рыбы	Массовая доля, %				БВК	БВКЖ
	воды	жира	белка	золы		
Морской петух	74,1	4,6	19,9	1,4	28,0	26,2
Сайда	78,3	0,4	19,8	1,5	23,0	22,8
Мольва	80,8	0,2	17,8	1,2	22,0	21,9

Контроль и управление процессом стерилизации консервов осуществляли с помощью системы «САУСТ-Е», температуру продукта в центре банки и эффект стерилизации определяли прибором фирмы «Ellab».

При разработке консервов из морского петуха изучалась возможность производства следующих видов консервов: натуральных, натуральных с добавлением масла, в желе и консервы типа «Уха из рыбы». Изучалось влияние на качество консервов вид разделки рыбы, рецептура компонентов, режим стерилизации. В результате дегустационной оценке были рекомендованы консервы следующего ассортимента: «Морской петух натуральный с добавлением масла» и «Уха из морского петуха». Консервы «Морской петух с добавлением масла» представляли продукцию МГТУ на выставке «Рыбпром-Экспо» г. Москва и были награждены дипломом в конкурсной номинации «Лучшие образцы продукции из рыбы и морепродуктов».

На втором этапе работ разрабатывалась рецептура натуральных консервов из сайды, запасы которой в последнее время возросли и составляют значительное количество в прилове.

Работа проводилась в двух направлениях: первое - отработка рецептуры натуральных консервов с добавлением масла. Для улучшения вкусовых свойств было предложено использовать в технологии консервов коптильный препарат «Сквама». При этом при изготовлении опытных образцов часть полуфабриката обрабатывали раствором препарата, разведенным водой в соотношении 1:3, часть - коптильным гелем. В другом варианте препарат вводили в банку после фасования в нее рыбы. Результаты исследований показали, что наивысший уровень качества достигался при добавлении коптильного препарата в банку с рыбой.

При математической обработке результатов эксперимента в качестве функции отклика был выбран уровень качества консервов, влияющими факторами: массовая доля масла и коптильного препарата. Проведенные работы позволили разработать рецептуры консервов из сайды и мольвы, которые представлены в таблице 2.

В результате проведенных работ был выбран и научно обоснован режим стерилизации консервов. Результаты исследования теплофизических характеристик процесса стерилизации консервов представлены в табл. 3

Таблица 2- Рецептура консервов из сайды и мольвы

Название консервов	Массы компонентов, кг на 1000 уч. банок				
	рыба	масло	коптильная жидкость	соль	специи
Сайда в масляной заливке	315	30	-	5	+
Сайда в масляной заливке ароматная	300	30	15	5	+
Мольва в ароматной заливке	315	30	-	5	+

Таблица 3 - Теплофизические характеристики процесса стерилизации

Ассортимент консервов	Режим стерилизации	F, усл. мин
Морской петух с добавлением масла	$\frac{5-15-45-20}{112}$	4,7±0,3
Сайда в ароматной заливке	$\frac{5-15-45-20}{112}$	3,4±0,4
Мольва в ароматной заливке	$\frac{5-15-55-20}{120}$	6,2±0,5

Для завершения данной работы необходимо провести дополнительные работы по лабораторной проверке и утверждению выбранных режимов стерилизации, что позволит разработать и утвердить техническую документацию (технические условия и технологические инструкции) на данные консервы.

ПРЕСНОВОДНЫЙ МОЛЛЮСК ДРЕЙССЕНА И ЗЕЛЕНАЯ МИДИЯ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ СЫРЬЁ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ

Новикова М.В., Нгуен Хай Иен (Всероссийский НИИ рыбного хозяйства и океанографии, nhyen@mail.ru)

Abstract. Investigations of chemical composition of new the objects - freshwater mussels *Dreissenum polymorpha*, *Pallas* and sea green mussels *Mytilus perna*, *Viridis* were carried out. It has been established that mussels contains of essential aminoacids and after enzymatic processing can be used as food additive, waste product as fodder.

Последние годы характеризуются, с одной стороны, заметным истощением естественных ресурсов мирового океана и спадом объемов добычи рыбы, с другой – освоением новых, ранее не используемых объектов промысла. Наряду с промыслом рыбы существенно возрастает добыча ракообразных, моллюсков и других беспозвоночных, запасы которых значительны. Все это требует новых подходов к полному и рациональному использованию сырья, которое по тем или иным причинам не пригодно для традиционных способов переработки. Одним из таких способов является ферментативный гидролиз.

К потенциальному сырью для ферментативной переработки относится пресноводный двустворчатый моллюск дрейссена (*Dreissenum polymorpha*, *Pallas*) и зеленая мидия (*Mytilus perna*, *Viridis*).

Дрейссена широко распространена в Учинском, Рыбинском, Саратовском и Кременчугском водохранилищах, в бассейне рек Невы, Северной Двины (Судник и др., 2006). По экспертной оценке запасы дрейссены обнаруженные в Рыбинском водохранилище могут составлять 400-800 тыс. тонн, в Плещеевом озере в районе Переяславля – Залесского – 15-20 тыс. тонн. До настоящего времени запасы дрейссены не эксплуатируются.

Зеленая мидия – один из видов моллюсков широко распространенных у берегов Юго-Восточной Азии (Siddal, 1980). Известно, что зеленая мидия обладает высокими темпами роста и поэтому перспективна для марикультуры. В последние годы довольно широко практикуется разведение мидий в марикультуре во Вьетнаме.

Принимая во внимание значительные запасы дрейссены, а также возможность выращивания зеленой мидии в марикультуре актуальной представляется разработка технологии комплексного использования этих видов сырья для получения пищевой и кормовой продукции с применением ферментативной обработки.

Известно, что наиболее трудоемким процессом в переработке двустворчатых моллюсков на пищевые цели является отделение мяса от створки. Одним из этапов технологического процесса отделения мяса является бланширование моллюска паром или горячей водой для раскрытия створки. Затем мясо отделяют вручную или механическим способом. В случае переработки мелких моллюсков, к которым относится и дрейссена - размер ее раковины составляет примерно 30 мм, для ферментативной обработки можно использовать сырье вместе со створкой (Пат. РФ 2134523). Зеленая мидия - более крупный моллюск, что позволяет отделять мясо от створки после бланширования механическим способом.

Известно, что химический состав сырья зависит от целого ряда объективных факторов – места обитания, сезона добычи, возрастных и физиологических особенностей моллюсков. Научные публикации, касающиеся химического состава

дрейссены ограничены (Лысова, 2007), данные по химическому составу зеленой мидии в доступной нам литературе не найдены.

Нами установлено, что выход бланшированного мяса дрейссены, отделенного от створки вручную, составляет около 14%, зеленой мидии -22,5% от массы целых моллюсков.

Для определения химического состава бланшированного мяса дрейссены и зеленой мидии разных сезонов добычи применяли следующие методы анализа: содержание сухих и минеральных веществ согласно ГОСТ 7636, общего азота - по Кьельдалю с применением на автоанализаторе Kjeltex Foss - 2300 (Швеция), жира – по Folch (1957) и на автоанализаторе "VELP "(Италия), содержание углеводов – расчетным методом. Аминокислотный состав белков мяса дрейссены и зеленой мидии определяли на аминокислотном анализаторе ААА- 835 фирмы Hitachi, подготовку образцов для анализа осуществляли по методу Мура и Штейна (1954).

Таблица 1. Химический состав бланшированного мяса дрейссены и зеленой мидии, %

Сезон добычи	Сухие вещества	Общий азот	Сырой протеин (Nx6,25)	Жир	Минеральные вещества	Углеводы
Дрейссена						
июнь 2007	19,00	2,30	14,38	1,23	3,20	0,19
август 2008	20,40	2,35	14,69	1,04	3,18	1,49
сентябрь 2007	22,20	2,38	14,88	0,90	3,20	3,22
Зеленая мидия						
январь 2008	22,00	2,51	15,70	1,08	1,93	3,29
май 2008	23,10	2,91	18,20	1,00	1,90	2,00

Установили, что химический состав мяса дрейссены зависит от сезона добычи: содержание жира снижается от июня к сентябрю, но при этом повышается содержание сухих веществ, сырого протеина и особенно углеводов, количество минеральных веществ практически не изменяется (табл. 1).

В мясе мидий одного района добычи (прибрежные воды острова Кат Ба, Вьетнам) содержание сухих веществ, сырого протеина, жира, углеводов повышается от января к маю, количество минеральных веществ не изменяется.

Результаты анализа аминокислотного состава показали, что сумма незаменимых аминокислот в белках дрейссены и зеленой мидии составляет соответственно 32,59 и 35,65 г/100г белка (табл. 2). В отличие от дрейссены в мясе зеленой мидии содержится биологически активное вещество – таурин, который, согласно литературным данным (Аюшин и др., 1997), является характерной особенностью тихоокеанских моллюсков.

Расчет аминокислотного сора показал, что в белках дрейссены и зеленой мидии преобладающими аминокислотами являются изолейцин и лизин, лимитирующей аминокислотой в обеих образцах является лейцин (табл.3).

Ферментативный гидролиз сырья по разработанным нами режимам позволяет перевести в растворимое состояние более 60% азотсодержащих веществ от их содержания в исходном сырье. В гидролизатах так же как и в исходном сырье, содержатся все незаменимые аминокислоты.

Биологическими опытами на животных, проведенными в Медицинском радиологическом научном центре РАМН (г. Обнинск) установлено, что гидролизаты обладают радиопротекторной и гемостимулирующей активностью, что предопределяет возможность их использования в качестве БАД. На данном этапе исследований получены положительные результаты по применению гидролизатов в качестве добавки в рыбные фаршевые изделия.

Таблица 2. Аминокислотный состав бланшированного мяса дрейссены и зеленой мидий, г/100г белка

Аминокислоты	мясо дрейссены	мясо мидии
Изолейцин	5,77	6,18
Лейцин	4,67	4,49
Метионин	2,23	2,61
Цистин	0,64	0,77
Фенилаланин	3,14	2,86
Тирозин	2,49	3,23
Треонин	3,33	3,90
Валин	4,44	4,90
Лизин	5,88	6,71
Сумма незаменимых аминокислот	32,59	35,65
Таурин	не опр.	4,54
Аспарагиновая кислота	6,77	6,87
Серин	3,75	2,14
Глутаминовая кислота	8,21	12,50
Пролин	3,61	5,57
Глицин	4,78	5,99
Аланин	4,75	3,84
Гистидин	1,60	1,48
Аргинин	4,85	5,41
Сумма заменимых аминокислот	38,32	48,34

Таблица 3. Аминокислотный скор бланшированного мяса дрейссены и зеленой мидий

Незаменимые аминокислоты	Шкала ФАО/ВОЗ	мясо дрейссены		мясо зеленой мидии	
		в сырье (А)	% к шкале (В)	в сырье (А)	% к шкале (В)
Изолейцин	4,0	5,77	144,3	6,18	154,5
Лейцин	7,0	4,67	66,7	4,49	64,1
Метионин + цистин	3,5	2,87	82,0	3,38	96,6
Фенилаланин + тирозин	6,0	5,63	93,8	6,09	101,5
Треонин	4,0	3,33	83,3	3,90	97,5
Валин	5,0	4,44	88,8	4,90	98,0
Лизин	5,5	5,88	106,9	6,71	122,0

Примечание: (А) – содержание аминокислоты, г/100 г белка
(В) – % к шкале ФАО/ВОЗ.

Твердые осадки, образующиеся в процессе гидролиза и отделения жидкой фракции (собственно гидролизата) содержат 11,0-12,0% белка и значительное количество минеральных веществ, особенно осадок, образующийся при ферментативной обработке бланшированной дрейссены вместе со створкой (табл.4).

Высокое содержание минеральных веществ в осадках позволяет рекомендовать их в качестве кормовых добавок преимущественно в птицеводстве.

Таблица 4. Химический состав осадков, %

Вид осадка	Сухие вещества	Общий азот	Жир	Минеральные вещества
При гидролизе дрейссены	41,1 ± 0,5	1,8 ± 0,2	12,3 ± 0,1	19,5 ± 0,3
При гидролизе мидии	30,6 ± 0,3	1,9 ± 0,2	10,8 ± 0,1	6,2 ± 0,3

Таким образом, ферментативный гидролиз дрейссены и зеленой мидии является наиболее рациональным способом переработки этих видов сырья, позволяющим получать белковые гидролизаты, предназначенные для пищевых целей. Побочный продукт гидролиза рекомендован в качестве кормовой добавки преимущественно в птицеводстве.

Список литературы:

- 1) Аюшин Н.Б., Петров И.Ю., Эпштейн Л.М. Таурин и карнозин в тканях тихоокеанских моллюсков/Вопросы питания, 1997, № 6, С.6-8
- 2) ГОСТ 7636 -85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – 141 с.
- 3) Лысова А.С. Обоснование технологии ферментного препарата из моллюска дрейссена / А.С. Лысова, О.А. Судник // Социально-ориентированная экономика Калининградского региона: проблемы и перспективы развития: межвузовская науч. конф. ППС и студ. ВУЗа: материалы / АНО ВПО ЦС РФ. – М., 2007. - С. 147-152.
- 4) Патент РФ № 2134523 / Способ получения белкового гидролизата из моллюсков, опубл. 20.08.99 г., бюл. N 23.
- 5) Судник О.А. Обоснование режимов хранения дрейссены- сырца/ О.А.Судник, А.С.Лысова, И.В. Компаниец, В.А.Шмаров// Пищевая и морская биотехнология: проблемы и перспективы: Материалы научно-практической конференции: Калининград, 4-5 июля 2006г. / Под. ред. Р.Г. Василова.- М.: МАКС Пресс, 2006, с. 113-114.
- 6) Siddal S. E. A. Clarification of the genus *Perna* (Myltilidae) // Bull. Mar. Sci. 1980. V. 30. N 4. P. 858-870.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК В РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Пискунович Д.И., Мухин В.А., Степаненко В.В., Борисов В.В.

*(Мурманск, ФГУП «ПИНРО», лаборатория биохимии и технологии,
pdi@pinro.ru)*

Abstract. It is article about using of complex food additives in the fishing industry. Fish forcemeats create new possibilities in the field of rational use of fish raw materials. For making of production methods of forcemeat and pate products are used forcemeats from cod family fish, a squid, forcemeat «surimi» from a huge squid, cutting of salmons and liver of saithe.

Обеспечение населения белковыми продуктами высокого качества – одна из главных и актуальных проблем, стоящих перед перерабатывающей промышленностью. Разработка технологий качественно новых, безопасных пищевых продуктов общего и специального назначения является основной задачей науки и практики. При этом большое значение имеет устранение потерь сырья на всех стадиях производства и реализации, а также широкое внедрение индустриальных и безотходных технологий.

В пищевом производстве, в том числе, и в рыбоперерабатывающей отрасли в настоящее время установилась тенденция к производству продукции, не требующей длительного приготовления. Чаще всего это требует использования пищевых добавок, позволяющих расширить ассортимент продукции и обогатить свойства уже имеющихся продуктов. Это способствует необходимости тщательного подбора рецептурных композиций и использования пищевых добавок, позволяющих добиться необходимых потребительских свойств продукции, при этом оставаясь «натуральными» и безопасными.

В последние годы рыбоперерабатывающие предприятия Северного бассейна ориентированы на выпуск наиболее востребованных на мировом и внутреннем рынке таких видов продукции как рыбного филе и клипфиска. В процессе их производства образуется большое количество отходов, которые могут быть использованы, как для производства натуральной продукции из срезов филе, так и рыбного фарша, так и изготовления на его основе вареных колбас, сосисок, паштетов, котлет и многих других изделий.

Рыбные фарши открывают новые возможности в области рационального использования рыбного сырья. Фаршевая продукция относительно недорогая по сравнению с другими видами рыбных полуфабрикатов, и ее производство дает возможность расширения ассортимента одновременно с созданием продуктов с заданными технологическими свойствами.

Применение технологии приготовления рыбных фаршей с использованием различных добавок, обогащающих минеральный и витаминный состав рыбной продукции и повышающих их пищевую ценность, направлено в основном на получение продукции пищевого назначения. Поэтому технологические исследования в данном направлении могут позволить разработать многокомпонентные фаршевые изделия нового уровня.

Получение продукта высокого качества из рыбного фарша предусматривает использование различных пищевых добавок, применяющихся в качестве вкусоароматических, связующих веществ и наполнителей.

Под термином "Пищевые добавки" понимают природные или искусственные вещества и их соединения, специально вводимые в пищевые продукты в процессе их изготовления в целях придания пищевым продуктам определенных свойств и (или) сохранения (их) качества пищевых продуктов. (2)

Для производства рыбного фарша и изделий на его основе используются пищевые добавки, относящиеся к структурирующим ингредиентам и смесям.

Функциональные показатели этой и состав смесей ингредиентов зависят от группы рыбопродуктов для которых они предназначены. Основу композиций обычно составляют белки (животный и растительный) и гидроколлоиды (камеди: E412 – гуаровая, E415 – ксантановая, E410 – рожкового дерева; E407 – каррагинан; крахмал, в том числе модифицированный E1400–1450). В зависимости от назначения смеси в состав также входят эмульгаторы (E322 – лецитины, E471 – моно - и диглицериды жирных кислот), антиоксиданты (E300 – аскорбиновая кислота, E301 – 303 – соли аскорбиновой кислоты, E315 – 318 – изоаскорбиновая (эриторбовая) кислота и ее соли), фосфаты, ароматизаторы или душистые травы, пряности и экстракты пряностей, соль, сахара, усилитель вкуса E621 – глутамат натрия, сушеные овощи, разрыхляющие компоненты (клетчатка, панировочные сухари, картофельные хлопья). (1)

Необходимость использования пищевых добавок для улучшения потребительских свойств продукции из рыбного фарша и формованных изделий из срезков рыб возникла в процессе разработки технологии изготовления фаршевых стерилизованных консервов, а также паштетных изделий с использованием рыбного фарша в лаборатории биохимии и технологии ФГУП «ПИНРО». Для разработки технологии производства фаршевых и паштетных изделий использовали фарши из тресковых видов рыб, командорского кальмара, фарш «сурими» из гигантского кальмара, срезки семги, печень сайды.

Одним из основных недостатков командорского кальмара как пищевого сырья является большое содержание в его мышечной ткани водорастворимых белков и небелковых азотистых веществ, легко экстрагируемых водой и теряемых в процессе обработки. Поэтому для удешевления готовой продукции часть филе кальмара была заменена фаршем «сурими» из гигантского кальмара, полученный по новому методу, разработанному и запатентованному группой исследователей из испанского Института холода (Instituto de Frío del Consejo Superior de Investigaciones Científicas). Во время предварительной термической обработки потери массы для филе кальмара и фарша «сурими» соответственно составляли (30-35)-(40-45) %. Учитывая большие потери в процессе подготовительных операций, дальнейшие исследования были направлены на поиск необходимой пищевой добавки, позволяющей связать утраченную влагу и получить паштетную массу, и при этом сохранить органолептические показатели кальмара.

Пищевые добавки, которые использовались при разработке технологии изготовления фаршевых и паштетных изделий с использованием рыбного фарша в лаборатории биохимии и технологии ФГУП «ПИНРО», широко применяются в пищевой перерабатывающей отрасли. В качестве пищевых добавок использовали продукты переработки сои и multifunctional пищевые смеси с различной степенью гидратации, такие как, изолят соевого белка «Юнисол», концентрат «Аркон - С», смеси «Лемикс - 62» и «Румикс - ЭМ» Смесь «Лемикс - 62» – стабилизирующий комплекс на основе каррагинанов. Каррагинаны получают водной экстракцией из нескольких видов красных морских водорослей. Широкое применение каррагинанов в пищевой промышленности обусловлено их уникальными стабилизирующими и уплотняющими свойствами, они способствуют улучшению структуры продукта, увеличивают выход готового продукта, придают эластичность и упругость,

устойчивость к синерезису. Смесь «Румикс-ЭМ» - эмульгатор-стабилизатор, регулятор консистенции на основе соевых изолятов, для производства белково-жировых эмульсий, способствует повышению выхода; улучшению консистенции и товарного вида готовой продукции; снижению брака за счет уменьшения образования бульонно-жировых отеков при термообработке. Аркон-С – соевый концентрат с нейтральным вкусом и высокой растворимостью белка. Этот функциональный продукт обладает высокой дисперсностью, влагосвязывающими и жирозэмульгирующими свойствами.

По результатам исследований предпочтение было отдано опытным образцам продукции паштетных консервов из кальмара, изготовленным с использованием многофункциональной смеси «Румикс - ЭМ», состоящей из изолированного соевого белка и гидроколлоидов, которую вносили в паштетную массу в сухом виде в количестве 1,59 % от общей массы. Использование добавки позволило исключить образование бульонно-жировых отеков при стерилизации, значительно улучшило консистенцию паштетной массы.

При изготовлении консервов «Печень трески по-мурмански» из мороженого сырья продукция получается низкого качества с рыхлой консистенцией и выделением большого количества жира. Исследования были направлены на разработку технологии получения качественных паштетных консервов из мороженой печени сайды и заключались в разработке технологии получения стойкой эмульсии за счет использования различных связующих добавок, изготовленных из продуктов переработки сои. В процессе исследований устанавливались такие параметры, как оптимальная степень гидратации связующей добавки, температурные режимы, последовательность внесения компонентов, количество и т.п. В результате исследований был разработан способ, позволяющий получить консервы из мороженой печени сайды с хорошими органолептическими и физическими показателями. Для этого в процессе приготовления консервов в гомогенизатор сначала вносится связующая добавка «Румикс ЭМ» в гидратированном виде (1 часть добавки и 19 частей воды) и постепенно, при постоянном перемешивании, вводится печеночная масса, в конце процесса вносится соль. Соединение печеночной массы со связующей добавкой в медленном режиме обеспечивает стабилизацию приготавливаемой смеси, и после стерилизации получение продукта с сочной и нежной консистенцией с отделением минимального количества жира. Необходимо отметить, что печень сайды имеет темный цвет, и поэтому дополнительно ставилась задача по осветлению паштетной массы. В результате, в качестве осветляющего компонента был выбран диоксид титана и установлено его оптимальное количество (0,19 % от общей массы) позволяющее получить кремовый цвет печеночной массы.

Кроме того, были проведены исследования для разработки рецептуры паштетных изделий из срезков лосося, образующихся в процессе промышленной переработки лосося на филе. Получаемый фарш из таких срезков имеет высокую жирность, специфические вкус и запах жира лососевых рыб. Таким образом, добавки позволяют получить паштетную массу с заданными технологическими показателями. В качестве связующей добавки использовали «Румикс ЭМ», который хорошо связывает воду и фарш, позволяет получить стойкую паштетную массу и позволяет сохранить нативные вкусовые качества продукта в сравнении с использованием других добавок, полученными из продуктов переработки сои (концентраты, изоляты и др.). «Румикс ЭМ» вносили в паштетную смесь в сухом виде в количестве 1,6 % от общей массы в аппарат тонкого измельчения, в процессе измельчения и перемешивания. Для усиления вкуса использовали глюрилат в сухом виде (0,22 % от общей массы) и ароматизатор копчености в сухом виде (0,11 % от общей массы), который хорошо сочетается с лососевым вкусом.

При разработке технологических режимов производства других видов продукции, таких как формованные из кусочков рыбы в виде брикетов различной формы, для соединения кусочков рыбы и придания однородности, использовали различные склеивающие добавки (альгинаты, каррагинаны. В качестве связующего компонента предпочтение было отдано комплексной пищевой добавке Almi Trans FAS (Швейцария), состоящей из фермента транsgлютаминазы, казеината натрия и мальтодекстрина, позволяющей обеспечить высокую слипаемость кусочков. Полученные образцы формованных изделий из трески и путассу с использованием данной добавки, имели хорошие структурно-механические характеристики, позволяющие сохранять целостность сформованных брикетов после размораживания и последующей кулинарной обработки.

Таким образом, использование пищевых добавок позволяет получить качественный продукт нового поколения с заданными технологическими свойствами.

Список литературы:

- 1) А.Ф. Радыгина, Л.С. Абрамова, ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии" Пищевая промышленность, № 3, 2004 г. Применение пищевых добавок в технологии рыбной продукции
- 2) Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078-01. – М.: ФГУП ИнтерСЭН, 2002.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ЭМУЛЬГИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ НАТУРАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК

Поликанова Н.В., Мезенова О.Я. (*Калининград, Калининградский государственный технический университет*), *кафедра пищевой биотехнологии, mezenova@klgtu.ru*)

Abstract. Tendencies of application of food additives in the food processing industry are considered during the manufacture process of sausage products. Samples of the enriched cooked sausage made of poultry and beef without addition of nitrite of sodium were produced. Their compositions provides adding of the vegetativ components raising biological value of the final product, and also improving organoleptic parameters.

Пищевые добавки используются человечеством достаточно давно. Несмотря на существующие у многих предубеждения, пищевые добавки по остроте, частоте и тяжести возможных заболеваний следует отнести к разряду веществ минимального риска. В связи с ухудшением экологической обстановки, возрастанием стрессовых ситуаций и другими неблагоприятными факторами важное значение в настоящее время приобретает проблема повышения качества, безопасности и лечебно-профилактических свойств мясных продуктов через применение пищевых добавок нового поколения.

Одним из основных критериев выбора пищевых добавок и ингредиентов, включаемых в состав рецептур мясных продуктов, является использование веществ природного происхождения, влияющих не только на функционально-технологические свойства сырья, но и обладающих высокой биологической и физиологической активностью в организме человека. Введение пищевых волокон в продукты питания снижает риск возникновения таких заболеваний, как рак толстой кишки, ожирение, диабет, сосудистые заболевания, тромбозы. Поддержание нормальной кишечной микрофлоры может быть обеспечено за счет применения веществ, стимулирующих развитие бифидобактерий в кишечнике человека. В последнее время в колбасных технологиях находят все более широкое применение натуральные пищевые красители. Растет популярность ферментированного риса как пищевого красителя натурального происхождения, обладающего биологически активными свойствами. Введение в рецептуру вареных колбас компонентов рыбных костей улучшает минеральный состав готового продукта.

Целью работы являлась обоснование технологии вареной колбасы из птицы и говядины без добавления нитрита натрия путем введения натуральных пищевых красителей и растительных добавок, обогащающих конечный продукт биологически активными веществами.

Задачами исследования являлись подборка рецептуры; разработка технологии нового колбасного изделия; обоснование ее эффективности; изучение органолептической ценности и физико-химических показателей продукта.

При проведении экспериментов были изготовлены восемь образцов новых колбасных изделий, рецептуры которых приведены в табл. 1.

Объекты исследований оценивали по совокупности органолептических, физико-химических и микробиологических показателей.

В образцах с рецептурой №1 (табл.1: вареная колбаса с добавлением ферментированного риса), № 2 (вареная колбаса с добавлением красного вина) и № 3 (вареная колбаса с добавлением нитрита натрия) в течение периода хранения (96 ч)

определяли внешний вид, цвет на разрезе, аромат, вкус, консистенцию, соленость, состояние жира органолептическими методами по ГОСТ 9959 «Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической оценки».

В процессе эксперимента изучены физико-химические показатели качества образцов колбасы. Массовую долю воды и влагоудерживающую способность (ВУС) определяли по ГОСТ 9793 «Продукты мясные. Методы определения влаги». Влагосвязывающую способность и нежность определяли общепринятым методом по площади «влажного» пятна, который основан на выделении воды из анализируемой пробы прессованием и определении площади «влажного» пятна. Массовую долю поваренной соли определяли стандартным аргентометрическим титрованием согласно ГОСТ 9957 «Колбасные изделия и продукты из свинины, баранины и говядины. Метод определения хлористого натрия». Массовую долю кальция определяли объемным методом по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа». Органолептическую оценку качества готовых продуктов проводили по специально разработанной шкале с учетом коэффициентов значимости отдельных показателей качества (максимальная оценка 25 баллов). Оценку микробиологической безопасности мясных колбас осуществляли по показателям КМАФАнМ, наличию патогенной, условно патогенную микрофлору, плесеней и дрожжей, которые определяли стандартными методами (ГОСТ 10444.12-88 «Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов»; СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы»).

Таблица 1. Рецептуры экспериментальных образцов вареных колбас,
г на 100 г продукта

№ рец-ры	Состав рецептуры образца вареной колбасы
1	Филе курицы – 27,0, говядина – 23,0 , белковый изолят соевый – 5,0, гречиха – 7,0, соль – 2,0, ферментированный рис – 1,0, вода – 27,6, фосфаты – 0,4г, рыбные кости – 2,0 г, шпик – 5,0
2	Филе курицы – 31,0, говядина – 22,0, белковый изолят соевый – 4,6, соль – 1,8 , сухое красное вино – 25,0, фосфаты - 0,4, измельченные рыбные кости – 2,0, гречиха мелко дробленая – 7,2, шпик – 6,0
3	Филе курицы – 30,0, говядина – 21,0, белковый изолят соевый – 5,0, соль – 2,025, фосфаты – 0,4, рыбные кости – 2,0, шпик – 5,0, нитрит натрия – 0,075, гречиха – 6,5, вода – 28,0
4	Филе курицы – 32,0, говядина – 21,6, белковый изолят соевый – 6,0, соль – 2,0, чечевица – 7,0, сухое красное вино – 25,0, фосфаты – 0,4, шпик – 6,0
5	Филе курицы – 32,0, говядина – 21,6, белковый изолят соевый – 5,0, соль – 2,0, чечевица 5,0, рыбные кости 3,0, сухое красное вино 26,0, фосфаты – 0,4, шпик – 5,0
6	Филе курицы – 32,0, говядина – 20,0, белковый изолят соевый – 6,0, гречиха – 7,0, соль – 2,0, клюквенный сок – 7,6, шпик – 5,0, фосфаты – 0,4, рыбные кости – 2,0, вода – 18,0
7	Филе курицы – 31,0, говядина – 21,6, белковый изолят соевый – 5,0, гречиха – 7,0, соль – 2,0, чай «Каркаде» - 28,0, фосфаты – 0,4, шпик – 5,0
8	Филе курицы – 31,0, говядина – 21,4, белковый изолят соевый – 5,0, гречиха – 7,0, соль – 2,0, вода – 28,0, масляный экстракт паприки –1,2, фосфаты- 0,4, шпик – 4,0

Результаты органолептической оценки качества готовых мясных колбас, проведенной группой квалифицированных дегустаторов с применением специально разработанных дегустационных листов, показали, что образец колбасы под № 1 обладает свойствами, полностью идентичными контрольному варианту (образец № 3). Дегустаторы отмечали, что в образце № 2, приготовленном с добавлением сухого красного вина, имеется легкий специфический винный аромат, приятный для восприятия. В образцах № 4 - 8 были отмечены новые оттенки вкуса и аромата, обусловленные введением нетрадиционных добавок - чевичный, растительный, клюквенный, «Каркаде», гречишный, винный. Интерес представляет рецептура образца № 8 (с добавлением паприки, гречки и тонко измельченных рыбных костей), так как в данном случае дегустаторы не выявили рыбного запаха при существенном обогащении продукта биокальцием и другими минеральными компонентами. Однако было выявлено наличие специфического аромата паприки и гречки, что требует специальной доработки рецептуры. Наиболее рациональными рецептурами с точки зрения традиционных потребительских свойств вареных колбас можно считать варианты 1 и 2.

Результаты органолептической балловой оценки образцов колбасы, приготовленных на основе рецептур № 1-3 с добавлением рыбной составляющей и гречки, имеющих важное биологическое значение, приведены в табл. 2.

Таблица 2. Органолептическая оценка наиболее предпочтительных образцов готовой колбасной продукции, баллы

Показатель качества	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
Внешний вид	4,5	3,5	3,5
Вид на разрезе	4,0	4,0	4,0
Аромат	5,0	4,0	3,0
Вкус	5,0	4,0	5,0
Консистенция	4,5	3,5	4,0
Соленость	5,0	5,0	5,0
Состояние жира	5,0	5,0	5,0
Итого с учетом коэффициентов значимости	21,85	18,2	18,4

При оценке качества дегустаторы отмечали, что все экспериментальные образцы имели приятные вкус и аромат. В исследуемых образцах не чувствовался рыбный привкус, наличие костей не определялось, специфический приятный оттенок гречки дополнял общую сбалансированную пищевую композицию. Во втором образце (вареная колбаса с добавлением красного вина) было отмечено присутствие специфического винного запаха. По вкусо-ароматическим характеристикам наивысшую оценку заслужил первый образец. Данный образец имел однородную окраску фарша, упругую консистенцию, приятные вкус и аромат, в нем не были выявлены посторонние оттенки вкуса. Физико-химические показатели качества исследованных образцов отображены в табл. 3. По показателю ВУС, значения которого традиционно свидетельствуют о сочности продукта, наилучшие свойства показал первый образец (55,2 %). При этом более высокая нежность у второго образца, приготовленного с добавлением красного вина (20,5 см²/г), также делает его предпочтительным по данному признаку. В этом образце установлено наибольшее количество жира и минеральных веществ. В третий образец (вареная колбаса с добавлением нитрита натрия) внесено меньшее количество измельченных костей, в результате чего установлено более низкое содержание минеральных веществ и кальция. При этом третий образец содержит наименьшее количество жира и обладает

наименьшей нежностью (15,1 см²/г), что не совсем благоприятно для качества. В то же время ВУС данного образца был выше, чем у других видов колбас (59,6 %).

Таблица 3. Физико-химические показатели качества экспериментальных образцов колбасы

Показатель качества	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
Массовая доля воды, %	65,6	63,4	67,9
ВУС, %	55,2	54,0	59,6
Массовая доля соли, %	3,3	3,7	3,4
Массовая доля кальция, %	1,4	1,1	0,08
Масс. доля мин. в-в, %	5,6	6,1	4,6
Массовая доля жира, %	5,6	6,1	4,6
Нежность, см ² /г	16,4	20,5	15,1

Исходя из установленного, наиболее рациональной технологией с точки зрения качества является первый образец (вареная колбаса с добавлением ферментированного риса), в котором при наивысшей органолептической оценке установлено повышенное содержание кальция (6,1 %), что свидетельствует о функциональности готового продукта по данному показателю. Это позволяет рекомендовать его для больных, страдающих заболеваниями опорно-двигательного аппарата. Отсутствие химически вредных нитритов свидетельствует об экологической чистоте продукта и возможности его употребления слоями населения, предпочитающими безопасную продукцию.

Оценка микробиологической безопасности готовых изделий показала, что по общей численности микрофлоры (КМАФАнМ) все образцы вареной колбасы (рецептура №1, рецептура №2 и рецептура №3) соответствуют норме, при этом патогенной, условно-патогенной микрофлоры, плесневых грибов и дрожжей не обнаружено.

Таким образом, в работе обоснована эффективная технология и рациональные рецептуры вареной колбасы из птицы и говядины, не предусматривающие введение традиционного красителя нитрита натрия, но предполагающие использование натуральных пищевых окрашивающих добавок (ферментированный рис, сухое красное вино) и минеральных обогатителей (измельченные рыбные кости, гречиха), богатых биологически активными веществами (кальций, магний, железо, фосфор, витамины и др.). Полученное позволяет изготавливать функциональные мясные продукты данной группы.

Список литературы:

- 1) Сидоров М. А., Корнелаева Р. П. Микробиология мяса и мясопродуктов. М.: Колос. - 1998.- 324 с.
- 2) Ковалева И.П. Методы исследования свойств сырья и продуктов питания: Метод. указания по выполнению лабораторных работ./И.П. Ковалева. - Калининград: издательство КГТУ, 2000. - 148 с.
- 3) Нечаев А.П. Пищевые добавки – М.: Пищевая промышленность №6, 2001.- 256 с.
- 4) Перкель Т.П., Журавская Н.К., Рогов И.А. Вопросы цветообразования комбинированных мясопродуктов – М., 1981. - 302 с.

ИНFUЗОРИИ *STYLONICHIA MYTILIS* В КАЧЕСТВЕ ТЕСТ-ОБЪЕКТА БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ГИДРОБИОНТОВ

Потапов П.П., Мезенова О.Я. (Калининград, Калининградский государственный технический университет, кафедра пищевой биотехнологии, mezenova@klgtu.ru)

Abstract. In article substantiations of actual use of the elementary as test objects in general and *Stylonychia mytilus* in particular are resulted. The overall picture of application Protozoa is given at research on safety in various spheres of human activity. It is told about use possibility *Stylonychia mytilus* at definition of degree of safety of seafood.

Одним из важнейших направлений в сфере обеспечения безопасности человека является разработка эффективных биологических методов оценки состояния разнообразных объектов внешней среды, загрязнение которых токсичными веществами в настоящее время приобрело комплексный характер. Для этого используют тесты на различных живых организмах. Предоставляя мало информации о природе поллютанта, биотестирование дает возможность с большой степенью достоверности определить степень интегральной токсичности объекта исследования.

В числе организмов, на которых проводят биотестирование, присутствуют представители подцарства простейших (*Protozoa*). История применения *Protozoa* в качестве тест-организмов насчитывает не одно десятилетие. Методы биотестирования с применением простейших обладают высокой чувствительностью, экспрессностью, надежностью, универсальностью и малой себестоимостью. Они просты в проведении, поддаются инструментализации и автоматизации, а их результаты легко интерпретируются. В отличие от химических и физико-химических методов анализа, биотестирование на инфузориях позволяет прогнозировать интегральное воздействие изучаемого объекта на живые организмы, поскольку реакция биологической тест-системы зависит не только от отдельных токсичных соединений, содержащихся в объекте исследования, но и от их взаимодействия между собой, а также присутствия веществ, обладающих ярко выраженным влиянием на токсичность указанных соединений. Другим преимуществом применения инфузорий при биотестировании на безопасность продуктов являются значительные преимущества в экономической, методической и этической сферах по сравнению с биотестами на высших животных (1).

Недостатком методов биотестирования на простейших можно назвать (при необходимости достижения полного анализа интегральной токсичности) применение набора биотестов с использованием различных тест-организмов, при этом проводится контроль их биологических параметров (2).

Исследования, проведенные как в нашей стране, так и за рубежом, показывают, что для определения интегральной токсичности продукта экспресс-методами наиболее перспективно использовать биотестовые аналитические системы на основе микробиологических эффектов, причём в качестве тест-объектов могут быть использованы различные бактерии, одноклеточные водоросли, грибы, простейшие организмы и др. (3).

Целью данной работы являлся анализ применения инфузорий в качестве тест-объектов в различных сферах деятельности человека и обоснование выбора *Stylonychia mytilus* в качестве биообъекта при установлении биологической безопасности пищевых продуктов на основе гидробионтов.

Использование одноклеточных организмов в качестве тест-объектов при контроле качества нашло применение в разных областях. Наиболее часто простейшие используются в качестве биотестов в контроле качества пресной и морской воды, а также почв. Так, например, Ковалевской А.С. показана возможность контроля токсичности водных сред при помощи гальванотаксиса инфузорий на примере инфузории туфельки *Paramecium caudatum* (4). Ахутиным В.М. была продемонстрирована возможность биотестирования морских вод с использованием того же тест-организма (5). Ряд авторов (Кудрин А.Н., Ананин В.В., Балабаньян В.Ю. и др.) (6) применяли инфузории в качестве тест-объектов для экспрессного токсикологического исследования химических соединений лекарственных препаратов различных фармакологических групп. Показано, что измерение доз (от пороговых до смертельных) на инфузориях-туфельках дает возможность определить диапазон токсикологической активности вещества и вычислить соответствующие индексы. На основании полученного установлено, что данный тест-объект позволяет оценить степень токсичности исследуемого вещества для теплокровных (6).

Серёгиной О.Б. и Леонидовым Н.Б. была показана возможность использования инфузорий тетрахимены грушевидной (*Tetrahymena rugiformis*) в качестве тест-объекта при токсикологическом исследовании 72 химических соединений, в том числе с нейротоксическим действием, общеядовитых, нарушающих биоэнергетику и цитотоксикантов (7). Установлено, что тетрахимена позволяет оценить собственную цитотоксичность каждого из соединений, входящих в метаболическую цепь ксенобиотика. Обнаружена корреляция между токсичностью, определенной для тетрахимены грушевидной и млекопитающих, и содержанием химических соединений, относящихся к неэлектролитам, а также местными анестетиками (7).

Использование простейших в качестве тест-объектов широко применяется и в ветеринарных исследованиях. Так, Гроздовым А.О. и Цвылёвым О.П. вместе с сотрудниками ВНИРО был разработан метод, позволяющий за 1,5 часа оценить степень безопасности кормов для сельскохозяйственных животных, основанный на использовании *Stylonychia mytilus* в качестве тест-объекта. Авторам удалось создать автобиоанализатор, обеспечивающий автоматический подсчёт подвижных (живых) инфузорий и вычисление степени токсичности исследуемого продукта (8).

Достоинством использования стилонихий является то, что при гибели данных культур происходит их лизис, то есть распад, что весьма удобно при их подсчете.

В настоящее время ГОСТ Р 52337-2005 «Корма, комбикорма и комбикормовое сырьё» регламентирует метод тестирования ряда кормов с применением стилонихий, требующий, однако, большой затраты времени (до 3,5 часов). Этот метод к тому же является предварительным, а подтверждающими и окончательными служат исследования кожной биопробы на кроликах и биопробы на мышах (9).

Шпонько Ю.Б. исследовал возможность определения токсикогенности кишечной палочки *Escherichia coli* при помощи инфузорий (10). Эмпирическим путём автор пришёл к выводу, что в данном исследовании могут быть использованы только инфузории стилонихии, так как только они оказались чувствительными к выделяемым токсинам *E. Coli*.

На кафедре пищевой биотехнологии КГТУ в настоящее время разрабатывается метод определения степени безопасности пищевых продуктов на основе гидробионтов с использованием стилонихий в качестве тестового объекта. За основу была взята стандартная методика, изложенная в ГОСТ Р52337-2005, при этом были внесены некоторые корректирующие уточнения, обусловленные спецификой подготовки проб. Первоначальные исследования были проведены на различных видах мороженой рыбной продукции, при этом параллельно в образцах методами атомно-

адсорбционного анализа определяли содержание токсичных элементов (тяжелых металлов и радионуклидов), сравнивая экспериментальные данные с регламентированными в СанПиН 2.3..2.1078-01. Согласно действующей методики при выживаемости инфузорий 70% и более продукт является нетоксичным. Результаты сравнительного анализа биологических и химический испытаний приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты выживаемости *Stylonychia mitilus* при исследовании различных видов рыб

Рыба или рыбный продукт мороженые	Выживаемость стилонихий, %		Токсичные элементы, мг/кг				Радионуклиды , Бк/кг	
	Ацетоновая вытяжка	Водная вытяжка	свинец	кадмий	мышьяк	ртуть	Cs137	Sr90
Сардинелла	100	100	<0.33	<0.035	0.00415±0.0011	0.00110	0.70±3.0	0±45.20
Сардина	100	98,2	<0.33	<0.035	0.0038±0.00010	0.00079	0±5.72	0±48.32
Фарш сурими	100	100	<0.33	<0.035	0.00355±0.0010	0.00106	0±3.74	0±32.84
Скумбрия	100	100	<0.33	<0.035	0.00582±0.0015	0.00099	1.20±3.70	0±38.03
Масляная	96,4	95,1	<0.33	<0.035	0.008±0.00021	0.00089	0.60±4.2	0±40.49
Акула голубая	98,9	93,2	<0.33	<0.035	0.01±0.00026	0.00190	0.52±4.66	0±35.80
Филе сельди	99,1	98,4	<0.33	<0.035	0.00363±0.0009	0.00109	0.90±3.24	0±44.3
Марлин	100	100	<0.33	<0.035	0.011±0.00029	0.00095	0±5.20	0±37.42
Фарш сайды	100	97,3	<0.33	<0.035	0.00482±0.0013	0.00108	1.20±4.40	0±46.19
Нототения	100	100	<0.33	<0.035	0.007±0.00208	0.00208	1.15±4.65	0±44.65

Для проведения эксперимента готовились водная вытяжка и водный раствор ацетонового экстракта продукта, которые впоследствии тестировались на стилонихиях. Полученные результаты значительно превышают 70-процентный барьер выживаемости, установленный (по кормам) для нетоксичных проб. Это означает, что все исследованные пробы согласно принятой шкале выживаемости инфузорий для кормовых целей можно считать нетоксичными. Для сравнения в табл. 1 приведены данные исследований образцов на содержание тяжёлых элементов и радионуклидов, значения которых также не превышают установленных норм безопасности (для пищевых продуктов).

Полученные данные свидетельствуют о наличии специфики применения стилонихий в исследованиях на безопасность пищевой рыбной продукции и необходимости учета белковой природы среды, благоприятной для развития инфузорий, а также рациональности обоснования количественных факторов выживаемости с учетом потенциальных токсикантов в зависимости от вида рыбной продукции.

В настоящее время нами ведутся исследования по определению влияния веществ, являющихся потенциальными токсикантами рыбных продуктов - микроорганизмы, хлорпестициды, металлы (в дозировках, превышающих допустимые

для пищевых продуктов), и приведение к соответствию летальных доз этих веществ допустимым нормам, установленным Сан ПиНом 2.3.2.1078-01.

При получении этих данных представляется рациональным установить процент выживаемости стилонихий, соответствующий критерию «нетоксично» для разных групп пищевых продуктов на основе рыбного сырья, предназначенных для человека.

При разработке данного метода становится возможным быстро и надежно делать объективный вывод о безопасности пищевых рыбных продуктов, отличающихся нестабильностью в хранении, переработка которых связана с опасностью различной контаминации (микробиологическая, химическая, биологическая).

Список литературы:

- 1) Виноходов Д.О. Научные основы биотестирования с использованием инфузорий: автореферат...канд. техн. наук: специальность 03.00.23 — Биотехнология/ Санкт-Петербургский государственный технологический институт; Д.О. Виноходов — Санкт-Петербург, 2007 — 40 с.
- 2) Киреева А.Н. Комплексное биотестирование для оценки загрязнения почв нефтью /Киреева А.Н., Бакаева М.Д., Тарасенко Е.М.// Экология и промышленность России. - 2004. - №2. - С. 26-29.
- 3) Усов Г.П. Биомониторинг как основа обеспечения экологической безопасности /Г.П.Усов, А.А. Кулемин, Н.С. Жмур// Экология и промышленность России. - 1999. - №8. - С. 32-33
- 4) Ковалевская А.С. Метод и средства контроля токсичности водных сред по реакции гальванотаксиса инфузорий: автореферат...канд. техн. наук: специальность: 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ" им. В.И. Ульянова (Ленина); А.С. Ковалевская. – Санкт-Петербург, 2006. – 16 с.
- 5) www.albom.chg.ru
- 6) www.lib.ua-ru.net
- 7) www.rusvrach.ru
- 8) Гроздов А.О. Экологически чистые корма /А.О. Гроздов, О.П. Цвылёв, Е.Г. Иванова, Л.В. Сазонова// В России. - 1998. - №1. - С. 34-37.
- 9) ГОСТ Р 52337 – 2005 Корма, комбикорма и комбикормовое сырьё. Методы определения общей токсичности. – СПб., 2006. – 19 с.
- 10) Шпонко Ю.Б. Этиологические факторы, профилактика и терапия диарей телят и поросят в Краснодарском крае: автореферат...канд. вет. наук: специальность 16.00.01 – диагностика болезней и терапия животных 16.00.03 – ветеринарная, микробиология, эпизоотология, вирусология, микология с микотоксикологией и иммунология/ Краснодарский научно-исследовательский ветеринарный институт Россельхозакадемии; Ю.Б. Шпонко. – Воронеж, 2007. – 24 с.
- 11) Павлова Л.Н. Экспресс-методы оценки токсичности сточных вод, попадающих в рыбохозяйственные водоёмы по скорости регенерации вакуолярного аппарата инфузорий *Spirostomum ambiguum* и *Stylonichia mytilus* /Л.Н. Павлова// Рыбное хозяйство. - 2007. - №2. - С. 102-104.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРОЦЕССОВ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ И НАГРЕВА РЫБЫ ПРИ ГОРЯЧЕМ И ПОЛУГОРЯЧЕМ КОПЧЕНИИ

Похольченко В.А., Цихановский Д.Ю. (Мурманск, МГТУ, кафедра
технологического и холодильного оборудования, decthf@yandex.ru)

Abstract. The common material about legitimations of the heat and mass exchange at the hot and semihot fish smoking has been developed. Applying of this material is allowed to project analytically the rational regimes of smoking and to use them during construction and modernization of smoking equipment. The method of calculation of hot and semihot smoking processes has been developed.

Тепло- и массообменные процессы копчения, протекающие при обработке разных видов рыб различны, а для некоторых рыб, особенно малоценных объектов промысла, мало изучены. Выбор рациональных ресурсо- и энергосберегающих режимов копчения проблематичен без знания закономерностей тепло- и массопереноса, на основе которых можно эффективно управлять процессом, а также совершенствовать имеющиеся коптильные установки или проектировать новые (1).

Результаты проведенных работ по изучению кинетики обезвоживания и нагрева рыбы в процессах горячего и полугорячего копчения (2) позволили получить математические модели, описывающие данные зависимости. Контролируемыми параметрами являлись: средняя температура (t) и относительная влажность (ϕ) в камере, начальная влажность рыбы (ω_0) и ее удельная поверхность (S/m), скорость циркуляции теплоносителя (v). Параметры t и ϕ объединены параметром $x_p=t(1-\phi)$, характеризующим жесткость режима.

В результате обработки экспериментальных данных по кинетике обезвоживания множество кривых кинетики обезвоживания типа $\omega^c=f(\tau)$ удалось привести к одной обобщенной кривой (3) в координатах $(\omega^c \cdot \omega^c)/(\omega_{k1}^c \cdot \omega_{k2}^c)=f\{(\tau \cdot \tau)/(\tau_{k1} \cdot \tau_{k2})\}$, включающей в себя опытный материал по массообмену между рыбой и воздухом при различных температурных, влажностных, аэродинамических условиях воздушного потока для рыб с разными размерами и химическим составом. Полученная зависимость наилучшим образом описывается формулой 1, из которой можно выразить продолжительность τ достижения текущей влажности ω^c , либо определять влажность ω^c в интересующий момент времени τ .

$$(\tau \cdot \tau)/(\tau_{k1} \cdot \tau_{k2}) = \exp\{3,968 - 3,883[(\omega^c \cdot \omega^c)/(\omega_{k1}^c \cdot \omega_{k2}^c)]^2\}, \quad (1)$$

где τ_{k1} и τ_{k2} – продолжительности достижения, соответственно, первой (ω_{k1}^c) и второй (ω_{k2}^c) критических влажностей рыбы (определяются по формулам 2 и 3).

$$\tau_{k1} = (\omega_{c0} - \omega_{ck1})/N, \quad (2)$$

$$\tau_{k2} = \tau_{k1} / \exp[3,968 - 3,883(\omega_{ck1}/\omega_{ck2})^2]. \quad (3)$$

Для использования обобщенной кривой кинетики обезвоживания (формула 1) необходимо знать параметры определенной точки на ней или аналитическую зависимость скорости обезвоживания рыбы в первый период от основных параметров процесса и свойств материала $N=f(\omega_0, S/m, x_p, v)$. При этом можно, не проводя экспериментов, воспроизводить конкретные кривые обезвоживания типа $\omega^c=f(\tau)$ для разных видов рыб при различных режимах, что создает условия выбора рациональных режимов обезвоживания. Решив ряд дифференциальных уравнений зависимости N от

основных параметров процесса и свойств материала и определении числовых коэффициентов уравнений, были получены эмпирические зависимости расчета N для «тощих» и «жирных» видов рыб (формулы 4 и 5, соответственно).

$$N=1,0+0,016(\omega c-180)+24,2(S/m-0,185)+0,131(xp-30)+0,350(v-2,0), \quad (4)$$

предел применимости уравнения (4)

$$\omega c=(180 - 300) \% ; S/m=(0,190 - 0,340) \text{ м}^2/\text{ кг}; xp=(30,25 - 52,5); v=(2 - 10) \text{ м/с};$$

$$N=2,9+0,016(\omega c-300)+24,2(S/m-0,185)+0,131(xp-30)+0,350(v-2,0), \quad (5)$$

предел применимости уравнения (5)

$$\omega c=(300 - 500) \% ; S/m=(0,190 - 0,340) \text{ м}^2/\text{ кг}; xp=(30,25 - 52,5); v=(2 - 10) \text{ м/с}.$$

Исследованы зависимости среднеобъемной температуры рыбы от продолжительности процесса и от влажности сырья. Влияние режимных параметров и свойств рыбы на процесс нагрева и обезвоживания при горячем копчении можно косвенно оценить через продолжительность обезвоживания в первый период $\tau_{к1}$. Исследованы зависимости изменения температурных коэффициентов b_1, b_2, b_3 (в $^{\circ}\text{C}/\%$) от $\tau_{к1}$ при обработке разных видов рыб. Данные зависимости с достаточной точностью описываются следующими уравнениями:

$$b_1=2,579 \cdot 0,736 \tau_{к1}; \quad (6)$$

$$b_2=1,877 \cdot 0,740 \tau_{к1}; \quad (7)$$

$$b_3=0,095 \cdot \exp(3,447 / \tau_{к1}). \quad (8)$$

Связь между тепло- и влагопереносом в процессе полугорячего (горячего) копчения на базе основного уравнения кинетики обезвоживания может быть выражена через локальные (удельные) расходы тепла (уравнения 9-11).

-для периода постоянной скорости обезвоживания

$$q(\tau_1)=r\Sigma\rho_0R_vN(c_{пр} \cdot b_1 \cdot 102/r\Sigma+1); \quad (9)$$

-для первой части второго периода обезвоживания

$$q(\tau_2)=r\Sigma\rho_0R_v(dU/d\tau)(c_{пр} \cdot b_2 \cdot 102/r\Sigma+1); \quad (10)$$

-для второй части второго периода обезвоживания

$$q(\tau_3)=r\Sigma\rho_0R_v(dU/d\tau)(c_{пр} \cdot b_3 \cdot 102/r\Sigma+1); \quad (11)$$

где $r\Sigma$ - удельная теплота парообразования, кДж/кг, ρ_0 - плотность материала, кг/м³, R_v - отношение объема сухого вещества к поверхности влажного тела, м, $c_{пр}$ - удельная теплоемкость влажного тела, кДж/(кг·К) - определяются по справочной литературе; N, b_1, b_2, b_3 - находятся по уравнениям (4)-(8); $dU/d\tau$ - скорость обезвоживания рыбы во второй период - находится как тангенс угла наклона касательной к кривой кинетики обезвоживания.

Применение данных уравнений в тепловых расчетах коптильных установок дает возможность увязать расход тепла, подводимого к рыбе с расходом тепла, необходимым для ее нагревания и обезвоживания.

Таким образом, применение обобщенного материала по закономерностям тепло- и массообмена в рыбе при горячем и полугорячем копчении (4) позволило разработать методику инженерного расчета данных процессов, включающую следующее:

- определение продолжительности обезвоживания рыбы заданного химического и размерного состава при заданных режимах тепловой обработки;

- определение конечной температуры продукта, соответствующей его конечной влажности;
- определение локальных расходов тепла на нагрев и обезвоживание рыбы.

Список литературы:

- 1) Похольченко, В. А. Результаты модернизации коптильных установок типа «Квернер Брук» и «НИКМА-500» / В. А. Похольченко, А. М. Ершов // 3 междунар. спец. выставка «Море. Ресурсы. Технологии - 2002» : материалы докл. практ. семинара «Стратегия развития берегового рыбоперерабатывающего комплекса и технологий в современных условиях региона» (Мурманск, 13 -16 марта 2002) / МГТУ. - Мурманск, 2002. - С. 15 – 20.
- 2) Похольченко, В. А. Закономерности обезвоживания рыбы при горячем копчении / В. А. Похольченко, А. М. Ершов // Межвузовский сборник трудов : По материалам Всерос. науч.-техн. конф. «Наука и образование – 2003» (Мурманск, 2-16 апреля 2003 г.) / МГТУ. - Мурманск, 2003. - С. 283 – 286.
- 3) Похольченко, В. А. Исследование процессов тепло- и массообмена в рыбе при оптимизации режимов ее копчения в консервном производстве / В. А. Похольченко, А. М. Ершов // Наука и образование - 2005 : материалы Междунар. науч. - техн. конф. (Мурманск, 6 -14 апреля 2005 г.) : в 7 ч. / МГТУ. - Мурманск, 2005. - Ч. VI. - С. 268 – 270.
- 4) Похольченко В.А. Совершенствование процессов копчения рыбы при производстве консервов / Автореферат дис. канд. техн. наук., МГТУ. – Мурманск, 2005 – 22 с.

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ВАРКИ НА СОСТОЯНИЕ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ БЛАНШИРОВАННОЙ КРЕВЕТКИ

Пьянова С.В. (Москва, ВНИРО, pjanova@vniro.ru)

Abstract. The study deals with muscular tissue samples of blanched shrimp *Pandalus borealis* caught in the North Atlantic Ocean. The histological differences in the muscular tissue structure of shrimp samples after various duration of boiling have been determined. The criteria of qualitative assessment of the muscular tissue structure have been described. It was revealed that under the increasing of boiling time from 1 to 15 minutes the destructive deformations in the muscular tissue structure of shrimp are intensified.

Настоящее исследование направлено на выявление различий в гистологическом строении мышечной ткани креветки, подвергнутой термической обработке (варке различной длительности). Объектом исследования явились фрагменты бланшированной северной креветки *Pandalus borealis*, выловленной в Северной Атлантике. Гистологические исследования мышечной ткани являются одним из методов определения вида тепловой обработки и необходимы для контроля ее качества. Литературные сведения об изменениях в морфологии мышечной системы беспозвоночных при тепловой обработке фрагментарны.

Для очищения от панциря образцы креветки предварительно заморозили при -37°C, затем оттаивали на воздухе, замачивали в фосфатно-буферном солевом растворе и бланшировали 1 с для удаления панцирного покрова. В контрольном образце креветку очистили от панциря путем бланширования и зафиксировали в 4%-ном растворе формальдегида. Экспериментальные образцы варили в соответствии с требованиями ГОСТ Р51496-99 в течение 1, 5, 10 и 15 минут. При проведении гистологических исследований руководствовались стандартными методиками (Роскин, Левинсон, 1957), модифицированными нами. Гистологическую проводку зафиксированного в 4%-ном формальдегиде материала проводили через спирты восходящей концентрации с последующей заливкой в парафин. Срезы 5 микрон окрашивали смесью гематоксилин-эозина. Для их фотографирования использовали микроскоп с автоматической видеокамерой. Всего гистологическому анализу подвергли 10 образцов мышечной ткани креветок. Наличие гистопатологии оценивали, ориентируясь на совокупность морфологических признаков для оценки нормы и патологии миогенеза у живых осетровых рыб (Алтуфьев, 1989; Алтуфьев, Романов, Шевелева, 1992), а также результаты, полученные на дефростированной мышечной ткани камчатских (королевских) крабов *Paralithodes camtschaticus* Охотского моря и *Paralithodes camtschaticus* Баренцева моря (Яричевская, Харенко, 2006).

Таблица 1. Основные критерии оценки состояние мышц креветки:

1	Целостность миофибрилл
2	Целостность мышечных волокон
3	Плотность расположения миофибрилл
4	Плотность и регулярность расположения мышечных волокон
5	Плотность и целостность сарколеммы (плазматической мембраны мышечного волокна) и эпимизия (оболочки мышечной ткани)
6	Наличие клеток эндомизия (волокнистой соединительной ткани, окружающей мышечное волокно) и саркоплазмы (цитоплазмы мышечных клеток и волокон)
7	Наличие поперечнополосатой исчерченности

Таблица 2. Критерии оценки состояния мышечной ткани в баллах.

Баллы	Состояние тканей
1	норма
2	слабо выраженная патология (преобладание нормальной структуры)
3	умеренная патология (преобладание деструктивных тканей)
4	выраженная патология (деструкция)
5	полная патология (разрушение тканей)

Нами предложена система оценки гистологического строения мышечной ткани креветки с использованием условных баллов (Таблицы 1 и 2).

Состояние замороженной бланшированной мышечной ткани креветки. Разрушения мышечной ткани отсутствуют (рис. а, б).

Состояние замороженной бланшированной мышечной ткани креветки, подвергнутой 1 мин варки. Наблюдается частичное нарушение целостности (рис. в, г). Видно нарастание степени изменений в расположении пучков мышечных волокон и в структуре самих волокон и миофибрилл от центра среза к поверхностному мышечному слою в ходе тепловой денатурации.

Состояние замороженной бланшированной мышечной ткани креветки, подвергнутой 5 мин варки. Наблюдаются увеличение толщины оболочек миофибрилл, нарушения в регулярности расположения мышечных волокон, уменьшение их толщины, следы немногочисленных разрывов миофибрилл, увеличение расстояний между ними и значительное уменьшение объема межклеточной саркоплазмы (рис. д, е). Все выявленные изменения являются следствием гидратации и денатурацией белков мышечной ткани при варке.

Состояние замороженной бланшированной мышечной ткани креветки, подвергнутой 10 мин варки. Встречаются разрывы эпимизия, через которые выходит агрегации денатурированных пучков мышечных волокон (рис. ж, з). Выявлено образование заполненных водой пустот - отсутствие саркоплазма между волокнами вследствие избыточной гидратации при варке и денатурацией белков мышечной ткани.

Состояние замороженной бланшированной мышечной ткани креветки, подвергнутой 15 мин варки. Неструктурированное содержимое - остатки полностью разрушенной вблизи оболочки мышечной ткани (рис. и, к). Агрегации миофибрилл на продольных срезах имеют характерные для тепловой денатурации уплотнения структуры и поперечные разрывы. На их поперечных срезах выявлено набухание миофибрилл и образование гидролитических вакуолей в мышечных волокнах.

Таблица 3. Показатели оценки гистологического состояния мышц креветки

Время варки, мин	Наличие морфологического признака*							Состояние ткани в баллах**
	1	2	3	4	5	6	7	
0	+	+	+	+	+	+	+	1
1	+	-	+	-	-	+	+	2
5	-	+	-	-	-	-	+	3
10	-	-	+	-	-	-	-	4
15	-	-	-	-	-	-	-	5

* - номера признаков морфологического состояния мышц креветки приведены согласно таблице 1,

** - критерии оценки состояния мышечной ткани в баллах согласно таблице 2.

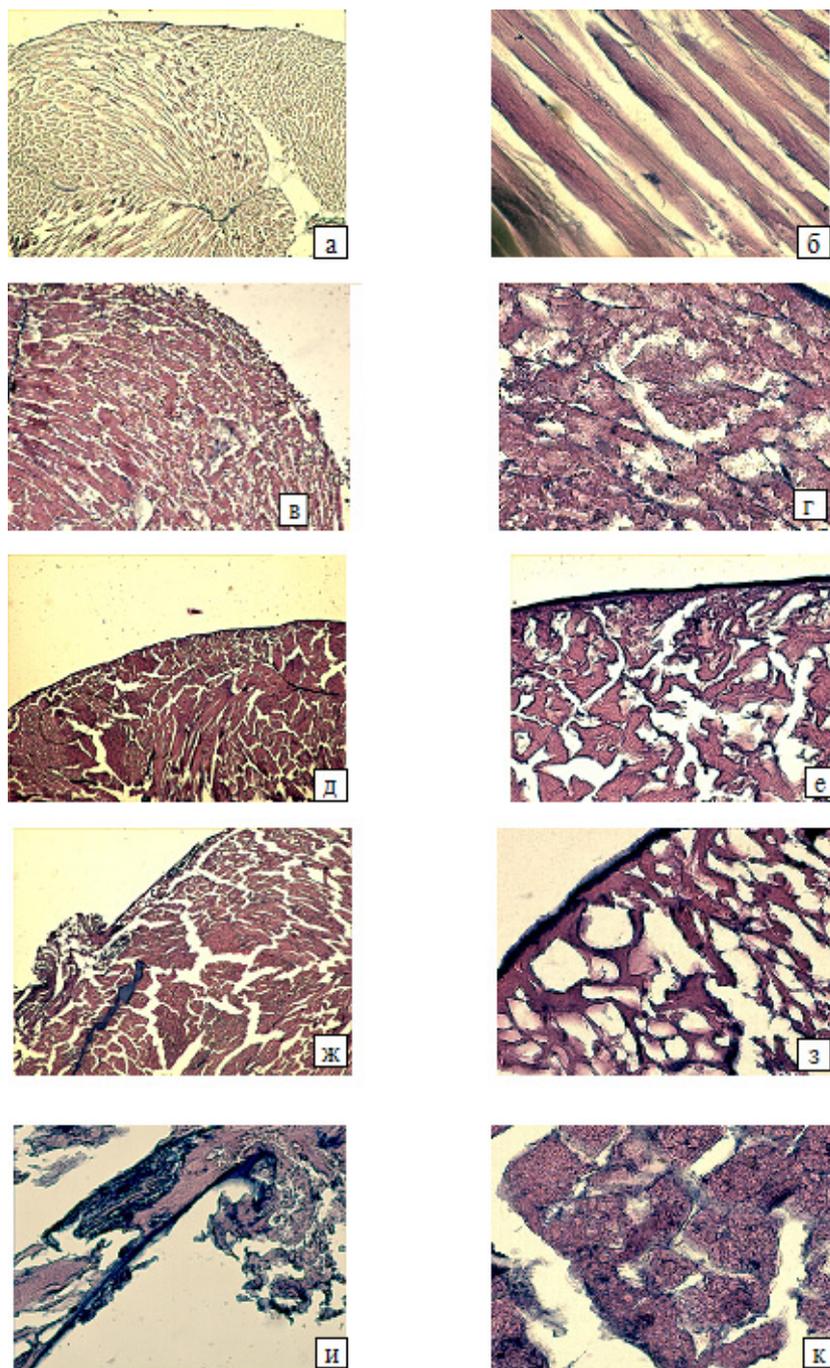


Рис. Микросрезы замороженной бланшированной мышечной ткани креветки, подвергнутой различной тепловой обработке:

а, б – бланшированная мышечная ткань без варки;

в, г – мышечная ткань после 1 мин варки;

д, е – мышечная ткань после 5 мин варки;

ж, з – мышечная ткань после 10 мин варки;

и, к – мышечная ткань после 15 мин варки;

Увеличение: $\times 50$ (а, в, д, ж, и), $\times 400$ (б, г, е, з, к).

Процесс тепловой денатурации белков мышечной ткани приводит к необратимому нарушению цитологической структуры мышц и агрегации волокон, при этом величина агрегационной способности пропорциональна степени денатурации белков при нагревании (Караулова, 2002). Проведенное исследование выявило качественные различия в микроскопическом строении замороженной бланшированной мышечной ткани креветки, подвергнутой последующей варке различной длительности.

При бланшировании, обеспечивающем удаление панцирного покрова, оболочки образцов мышечной ткани и мышечных волокон не повреждаются, мышечная ткань не подвергается дегидратации и сохраняет нативную структуру и в поверхностном слое, и в центральной части.

При варке очищенных креветок в ходе необратимой тепловой денатурации и гидролизе мышечных белков происходят качественные изменения в расположении и структуре пучков мышечных волокон и миофибрилл, а также утолщение и нарушение целостности эпимизия и сарколеммы. Гистологическое исследование выявило, что длительность варки от 1 до 5 мин сохраняет основную структурную целостность миофибрилл и основную часть эндомизия и саркоплазмы. При увеличении продолжительности варки до 10 и 15 минут в мышечной ткани креветки происходят полная необратимая тепловая денатурация мышечных белков, которая выражается в нарушении структуры мышечных волокон, их агрегации, разрывах эпимизия, в набухании миофибрилл и образовании гидролитических вакуолей в мышечных волокнах, т. е. разрушение целостности образцов мышц креветки. Установлено, что при увеличении продолжительности варки происходит нарастание деструктивных изменений мышечной ткани креветки от 1 до 5 баллов согласно предложенной нами системе оценки.

Таким образом, гистологический анализ мышечной ткани креветки может служить надежным методом определения оптимальной длительности тепловой обработки и контроля ее качества.

Список литературы:

- 1) Алтуфьев Ю.В. 1989. О возможной оценке степени миопатии русского осетра // Экологические проблемы р. Урал и пути их решения. Ч.1. Гурьев. С. 3-4.
- 2) Алтуфьев Ю.В., Романов А.А., Шевелева Н.Н. 1992. Гистопатология поперечнополосатой мышечной ткани и печени каспийских осетровых // Вопросы ихтиологии. Том 32, вып. 2. С. 157-171.
- 3) Караулова Е.П. Особенности состава и свойств белков глубоководных рыб // Региональная конференция по актуальным проблемам морской биологии, экологии и биотехнологии студентов, аспирантов и молодых ученых. 21-24 ноября 2002 г. Тезисы докладов. – Владивосток: Изд-во Дальневост. Ун-та. С. 58-59.
- 4) Ромейс Б. 1954. Микроскопическая техника. М.: Иностранная литература, 648 с.
- 5) Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. 1957. Микроскопическая техника. М.: Советская наука, 478 с.
- 6) Яричевская Н.Н., Харенко Е.Н. 2006. Влияние способов замораживания на состояние мышц крабов // Материалы 1-ой Всероссийской конференции «Проблемы качества, безопасности и конкурентоспособности замороженной продукции». ГНУ ВНИХИ Россельхозакадемии. Москва. С. 30-31.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Скапец О.В., Мезенова О.Я. (*Калининград, Калининградский государственный технический университет, кафедра пищевой биотехнологии, mezenova@klgtu.ru*)

Abstract. Article is devoted prospect of use of dairy whey in a complex with pectin and other functional components in treatment of diseases of a gastroenteric step. In article it is spoken about technology of a functional drink on the basis of dairy whey prophylactic action of components of a drink.

Современный ритм жизни, постоянные стрессы, неправильное питание, неблагоприятная экологическая обстановка - все это сказывается на нашем организме, в том числе и на желудочно-кишечном тракте. С каждым годом растёт число пациентов с хроническими гастроэнтерологическими заболеваниями. Одним из наиболее распространенных заболеваний органов пищеварения является воспаление внутренней слизистой оболочки стенки желудка – гастрит, приводящее к нарушению ряда его функций, что в свою очередь сказывается на общем состоянии человека (ухудшение общего самочувствия, быстрая утомляемость и т.д.). Следует отметить, что гастрит с повышенной секрецией □ может привести к язве желудка или двенадцатиперстной кишки, гастрит с □ пониженной секрецией - к раку желудка (2).

Способностью возбуждать секрецию пищеварительных желез при гастритах с пониженной кислотностью обладает молочная сыворотка, поэтому больным гастритом рекомендуют включать её в рацион. Однако в настоящее время полный биотехнологический потенциал молочной сыворотки не раскрыт, не достаточно разработано продуктов на ее основе, предназначенных для лечения заболевания желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), имеющиеся напитки не отличаются привлекательностью и высокой пищевой ценностью. Следует отметить, что молочная сыворотка не только положительно воздействует на желудок ЖКТ, но и способствует нормализации и оздоровлению микрофлоры кишечника, снижению в нем уровня гнилостных процессов, вызываемых токсичными продуктами и патогенными организмами. Высокое содержание витаминов группы В сыворотки позволяет рекомендовать ее в качестве успокаивающего напитка. Правильно используя сыворотку и продукты из нее, можно добиться нормализации нервно-психического состояния современного человека. Необходимо отметить важную роль молочной сыворотки в борьбе с развитием скрытых форм витаминной недостаточности (4).

Целью работы являлось обоснование технологии применения молочной сыворотки в комплексе с пектиновыми и другими функциональными компонентами для получения напитка повышенной биологической ценности.

Первоначально был обоснован выбор функциональных ингредиентов и их дозировки.

О целебных свойствах пектина написано много работ (1,3). Механизм лечебного действия пектинов в составе пищевых продуктов до конца не изучен. Некоторые авторы указывают на связь между лечебным действием пектина и его коллоидными свойствами. Другие придерживаются мнения, что не сам пектин, а продукты его распада в сочетании с другими соединениями обладают терапевтическими свойствами. Так, большое значение придается полигалактуроновой кислоте. Считают, что эта кислота уничтожает вредное действие токсичных веществ, подобно галактуроновой кислоте. Наконец, по мнению

третьих, терапевтическое действие «пектиновых» диет зависит от комбинированного действия механических и химических факторов. Защитное действие пектинов объясняется также их способностью вместе с другими пищевыми волокнами улучшать перистальтику кишечника; способствуя более быстрому выводу всех токсичных веществ. Кроме того, попадая в кишечник, пектиновые веществ сдвигают рН среды в более кислую сторону, оказывая тем самым бактерицидное действие на болезнетворные бактерии (2).

Пектиновые вещества проявили себя как высокоэффективное средство при различных заболеваниях желудочно-кишечного тракта. Пектинотерапия производится при поносах различной этиологии, язвенных повреждениях, отравлении токсичными веществами, рекомендуется при хронической дизентерии (3).

Формы применения пектина в лечебно-профилактическом питании могут быть разнообразны. Для повышения лечебной эффективности рекомендуется дозу пектина равномерно распределять в течение дня и употреблять его во время каждого приема пищи с одновременным достаточным введением в рацион свободной жидкости. Таким образом, целесообразно вводить пектиновые вещества в состав напитков. Такие напитки перспективны для лечебно-профилактического питания больных, страдающих заболеваниями желудочно-кишечного тракта.

Отрицательного действия пектина не установлено и его применение в качестве пищевой добавки разрешено без ограничений во всех странах мира (1,2).

В результате проведенных на кафедре пищевой биотехнологии КГТУ исследований была разработана рецептура функционального напитка на основе молочной сыворотки с добавлением функциональных ингредиентов, представленная в табл. 1.



Рисунок 1. Ротационный вискозиметр «Rheotec»

Таблица 1. Рецептура функционального напитка на основе молочной сыворотки

Компоненты	Расход сырья, кг на 1 т готовой продукции
Сыворотка творожная	700,0
Апельсиновый сок	150,0
Фруктоза	50,0
Пектин цитрусовый	5,0
Вода питьевая	93,3
Ароматизатор	0,4
Аскорбиновая кислота	0,3
ИТОГО	1000,0

Количество пектина, вносимое в напиток, было рассчитано с учетом рекомендуемых норма потребления и показателей динамической вязкости модельных композиций напитка, определяемых на ротационном вискозиметре (рис.1.).

На основании данных дегустационного анализа и требований, предъявляемых к функциональным напиткам, было определено рациональное содержание фруктозы в напитке - 5 % к массе напитка. Установлено также, что динамическая вязкость модельных

композиций увеличивается с повышением массовой доли фруктозы в напитке, однако динамика ее роста значительно уступает зависимости, установленной при изучении количественного влияния на консистенцию добавок пектина.

Выбор фруктозы в композиции напитка в качестве подсластителя не случаен и обоснован ее физиологическими преимуществами по сравнению с традиционной сладкой добавкой - сахарозой. Некоторые исследователи считают фруктозу сахаром, наиболее приемлемым для питания в современных условиях жизни, учитывая нарастающую гиподинамию, нервные стрессы, интоксикацию продуктами гнилостного распада в кишечнике и др. (2). Однако следует помнить, что фруктозу, как и любую пищевую добавку, нужно употреблять согласно установленным суточным нормам.

Для придания напитку выраженных функциональных свойств и повышения его стойкости в хранении в рецептуру была внесена аскорбиновая кислота - один из наиболее важных витаминов, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма. Дозировка ее обоснована с учетом рекомендуемой суточной нормы потребления и композиционных вкусовых качеств напитка. Для повышения вкусовой восприимчивости предложено в напиток вносить специальный ароматизатор, рекомендованный для продуктов с запахом цитрусовых.

В итоге на основе молочной сыворотки был получен функциональный напиток с высокими органолептическими свойствами (рис. 2.), полезные свойства которого обусловлены научно обоснованным обогащением пектина и биологически активными компонентами, рекомендованными Институтом Питания АН РФ для современного человека (1).

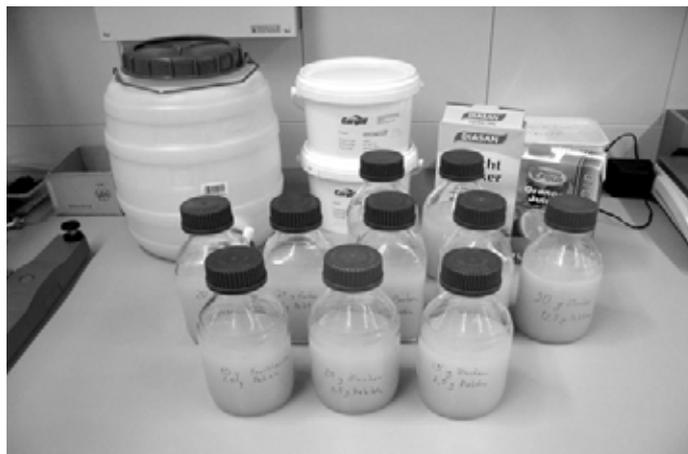


Рисунок 2. Образцы нового функционального напитка на основе молочной сыворотки

Обоснованная рецептура, результаты исследования технологических факторов, действующая документация, имеющееся оборудование и другие факторы послужили основой для разработки технологии функционального напитка на основе молочной сыворотки. Ее основными операциями являются: приемка и подготовка сырья, пастеризация и охлаждение сыворотки, подготовка и внесение компонентов, пастеризация смеси, охлаждение, розлив, упаковывание, маркирование, доохлаждение, хранение, реализация.

Готовый напиток рекомендуется к употреблению больным, страдающим различными заболеваниями ЖКТ, а также для ежедневного приема людям всех категория, что обусловит профилактику возникновения данных заболеваний, повысит сопротивляемость организма к действию различных повреждающих факторов внешней среды, в том числе стрессовых.

Следует отметить, что разработка и внедрение предложенной технологии функциональных напитков позволит сократить выбросы молочной сыворотки в окружающую среду (ее традиционно сливают в канализацию), повысить рентабельность производства, внедрить комплексную безотходную технологию в молочное производство.

Список литературы:

- 1) Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов /Л.В. Донченко. – М.: ДеЛи, 2000. – 256 с.
- 2) Зуев Е.Т. Безалкогольные напитки: медико-биологические аспекты обеспечения качества / Е.Т. Зуев, В.И. Гурьев, В.И. Еремец // Пищевая промышленность. - 2001. - № 4. - С. 46-48.
- 3) Погожева А.В. Пищевые волокна в лечебно-профилактическом питании / А.В. Погожева // Вопросы питания. - 1998. - № 1. - С.39 - 42.
- 4) Храмцов А.Г. Справочник технолога молочной промышленности: Технология и рецептуры. В 10 т. Т.7. Продукты из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки / А.Г. Храмцов. – СПб.: ГИОРД, 2004 – 576 с.

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВАРЕНЬЯ ИЗ СЕВЕРНЫХ ЯГОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЧ-НАГРЕВА

Телицына М.А., Кирилюк О.А., Гроховский В.А. (Мурманск, МГТУ, кафедра Технологии пищевых производств, v.grokhovsky@mail.ru)

Abstract. This article observes the technology of new canned foods from fruit and berries, such as jam. Frozen northern berries were used as a raw material. This technology uses microwave treatment both for defrosting and heating. This prevents enzyme activity in the surface layers of berries during defrosting, so the quality of finished product is improved.

Одним из важных направлений развития агропромышленного комплекса является значительное увеличение производства сельскохозяйственной продукции и более полное удовлетворение потребностей населения в продуктах питания отечественного производства. В настоящее время основная часть сельскохозяйственного сырья перерабатывается на крупных предприятиях, оснащенных высокопроизводительным оборудованием, что обеспечивает высокое качество выпускаемой ими продукции. Вместе с тем, практика использования местной сырьевой базы, а также средних и мелких предприятий, расположенных в глубине сырьевой зоны и независимых от ввозимого сырья, в условиях кризиса должна быть приоритетной для развития экономики региона.

Одним из основных методов сохранения пищевых продуктов от порчи является консервирование в герметической таре, которое обеспечивает возможность создавать запасы для потребления в районах с различными климатическими условиями в течение года.

Целью проводимых исследований явилась разработка нового способа изготовления фруктовых консервов с использованием северных ягод (черника, голубика, морошка), которые являются источниками ценных витаминов, минеральных веществ, микроэлементов, органических кислот, биологически активных веществ и других нутриентов(1).

Суть данного способа заключается как в переработке ягод непосредственно в местах выращивания, сбора и, при необходимости, замораживания, так и на перерабатывающих предприятиях, куда поставляется замороженное сырье и где оно хранится в холодильниках длительное время. Способ может использоваться для переработки ягод, замороженных с использованием естественного холода, искусственного холода и методов ускоренного глубокого замораживания, в частности жидким азотом, а также для переработки предварительно замороженных ягод при некоторой корректировке технологических параметров способа в зависимости от размеров замороженного продукта и режима замораживания. В традиционной технологии изготовления варенья размораживание ягод проводят непосредственно перед варкой, так как при хранении дефростированных фруктов возобновляется деятельность ферментов, приводящая к потемнению сырья, ухудшению вкуса и аромата (1, 2).

В предлагаемом способе размораживание происходит одновременно с процессом варки варенья, которое проводится путем термической обработки (ТО) мороженых ягод в микроволновой СВЧ-печи.

В процессе проведения экспериментов замороженные ягоды и сахар-песок в соотношении 1:1 помещали в рабочую камеру СВЧ-печи россыпью в закрытой посуде из радиопрозрачного материала. Высота слоя ягод и сахара составляла не более 10 см.

Термическую обработку ягод проводили до температуры от 85 до 100 °С циклично, в течение времени от 5 до 30 минут, причем СВЧ-печь работала на частоте микроволнового излучения от 500 до 750 Вт. Количество циклов ТО составляло от одного до трех, продолжительность каждого цикла от 5 до 15 мин, причем в промежутках между циклами проводили перемешивание ягод. Таким образом, размораживание ягод, их прогрев и варку проводили за одну операцию. В результате такой обработки значительно сокращалась общая продолжительность изготовления варенья, при этом отсутствовали потери сырья на промежуточных операциях. Варенье, полученное таким способом из ягод практически без уваривания, имеет повышенный выход, расход энергии при его изготовлении минимизирован, а качество продукта очень высокое из-за кратковременности СВЧ-нагрева и, следовательно, отсутствия потерь и деструкции ценных микронутриентов этих северных фруктов.

После определения приемлемой продолжительности, температуры, и цикличности ТО с использованием СВЧ-нагрева, нами были изготовлены небольшие опытные партии продукта: «Варенье из черники», «Варенье из морозики», «Варенье из голубики».

Полученные образцы варенья были представлены на рабочие дегустации, где были одобрены по комплексу органолептических показателей (внешнему виду, вкусу, аромату и консистенции).

В соответствии с результатами предварительных экспериментов в настоящее время проводится оптимизация технологических режимов приготовления варенья.

Новый способ изготовления варенья экономичен и прост в осуществлении, а также не требует повышенных финансовых вложений.

Выводы:

1. Разработан новый способ изготовления варенья из северных ягод с использованием СВЧ-нагрева.
2. Установлены несомненные достоинства разработанного способа, в частности, кратковременность изготовления варенья, повышенный выход готового продукта, минимальный расход электроэнергии, минимизация потерь ценных нутриентов ягод.
3. Изготовлены новые виды консервов из северных ягод, получившие одобрение на рабочих дегустациях по комплексу органолептических показателей.

Список литературы:

- 1) Технология консервирования плодов и овощей и контроль качества продукции / А.Ф. Загибалов, А.С. Зверькова, А.А. Титова, Б.Л. Флауменбаум. – М.: Агропромиздат, 1992. – 352 с.
- 2) Технология консервирования плодов, овощей, мяса и рыбы / под ред. Б.Л. Флауменбаума. – М.: Колос, 1993. – 320 с.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ВИДОВ РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ ИЗ АТЛАНТИЧЕСКОЙ СЕЛЬДИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОРИГИНАЛЬНЫХ ЗАЛИВОК

Телицына М.А., Кирилюк О.А., Гроховский В.А. (Мурманск, МГТУ, кафедра Технологии пищевых производств, v.grokhovsky@mail.ru)

Abstract. Original kinds of pourings with principally new composition, based on such ingredients as mayonnaise, "Tkemali" sauce, "Curry" spices mixture, lemon and other components. New kinds of canned food made from Atlantic cod fillets with original pourings such as "Vostochnaya", lemon mayonnaise and others were developed. They got a high marks at working degustations.

В настоящее время, в условиях кризиса, одним из приоритетных направлений развития экономики рыбопромышленного комплекса является расширение ассортимента традиционных технологий из освоенных объектов промысла. Удовлетворение потребностей в высококачественных продуктах питания – одна из основных социально-экономических проблем сегодняшнего дня.

Целью настоящей работы явилось разработка новых видов консервов из сельди атлантической с применением созданных оригинальных заливок.

Сельдь занимает одно из первых мест среди рыб по количеству полезных свойств, а когда это сочетается с замечательным вкусом и доступной ценой, то становится привлекательным для потребителя. Сельдь является источником витаминов А, Д и В₁₂, богата полезными и необходимыми для здоровья жирными кислотами Омега-3, Омега-6, Омега-9. По содержанию белка занимает лидирующее место, ее белок быстро усваивается организмом, обеспечивает его энергией, укрепляет мышцы и улучшает работу мозга. В 100 г сельди содержится больше половины суточной нормы йода, много фосфора, присутствует также селен и другие ценные микронутриенты (1).

Все вышеизложенное свидетельствует о необходимости расширения ассортимента консервов из атлантической сельди, главным образом за счёт разработки и использования новых видов заливок .

В процессе экспериментов нами были разработаны оригинальные виды заливок на основе принципиально новой рецептуры майонеза, соуса «Ткемали», смеси пряностей «Карри» и других ингредиентов.

Для изготовления консервов «Сельдь атлантическая в заливке «Восточная» использовали сельдь мороженую, которую размораживали, разделявали на филе, ополаскивали, нарежали ломтиками шириной не более 3 см и укладывали в банки № 3. При отработке рецептуры заливки использовали майонез промышленного производства на основе перепелиных яиц и смесь пряностей «Карри». Перепелиное яйцо обладает исключительной биологической ценностью, поэтому его заслуженно считают диетическим продуктом. По сравнению с куриными, яйца перепелов содержат в 2,5 раза больше магния, обладающего холестеринопонижающим действием, они богаты витамином А, В₁, В₂, а также железом, калием, фосфором, которые повышают иммунитет и улучшают работу нервной системы (2). Благодаря своему аромату и пикантным вкусовым оттенкам смесь пряностей «Карри» придает консервам изысканность и оригинальность.

Заливку «Восточную» готовили следующим образом: в майонез на основе перепелиных яиц добавляли смесь пряностей «Карри» с различной дозировкой, гомогенизировали до однородного пюреобразного состояния и находили оптимальное

соотношение по органолептическим показателям (внешний вид, консистенция, вкус, аромат).

Далее проводили исследования по подбору оптимального соотношения рыба : заливка. В банки № 3 укладывали филе сельди атлантической и вводили заливку «Восточная» в соотношениях 5:1, 4:1, 3:1, 2:1, 3:2, соль, герметизировали и направляли на стерилизацию в автоклаве периодического действия с формулой стерилизации 5-15-45-20/112 °С. Предварительной термической обработки рыбы не проводили.

Готовые консервы представляли на рабочие дегустации, на которых оценивали органолептические показатели разработанных консервов и определяли наиболее оптимальное соотношение рыбы и заливки в готовом продукте, которое в конечном итоге оказалось следующим: рыбы 80 %, заливки 20 %.

Аналогичным образом в результате поисковых экспериментальных работ были разработаны новые виды консервов «Сельдь атлантическая в соусе «Ткемали», и «Сельдь атлантическая в лимонном майонезе», получившие положительную оценку на рабочих дегустациях.

В настоящее время разрабатываются уточнённая формула стерилизации и проекты технической документации на новые виды консервов с использованием филе сельди и оригинальных заливок.

Выводы:

1. Установлена целесообразность расширения ассортимента новых видов консервов с использованием сельди атлантической и оригинальных заливок.
2. В результате экспериментальных работ разработаны новые виды заливок с использованием майонеза из перепелиных яиц, смеси пряностей «Карри» и лимона.
3. Разработаны новые виды консервов «Сельдь атлантическая в заливке «Восточная», «Сельдь атлантическая в соусе «Ткемали» и «Сельдь атлантическая в лимонном майонезе», получившие одобрение на рабочих дегустациях.

Список литературы:

- 1) Баранов, В.В., Бражная И.Э., Гроховский В.А. Технология рыбы и рыбных продуктов: Учебник для вузов / В.В. Баранов, И.Э. Бражная, В.А. Гроховский и др.: Под ред. А.М. Ершова. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 944 с.
- 2) Технология консервирования плодов, овощей, мяса и рыбы / под ред. Б.Л. Флауменбаума. – М.: Колос, 1993. – 320 с.

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЛИПИДОВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЫБ

Хамзина А.К. (Москва, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии)

В последнее время среди традиционных видов рыб появились рыбы с новыми названиями, такие, как морской язык, тилапия, сибасс, тюрбо, камбала малоротая и другие. С целью определения пищевой ценности и возможности их дальнейшего использования нами были выбраны следующие виды рыб: барабулька индийская, камбала малоротая, морской язык, окунь пятнистый, тилапия, тюрбо.

Для определения пищевой ценности анализировали содержание белка - по Кьельдалю, жира - по методу Блайя и Дайера. Жирные кислоты липидов в виде метиловых эфиров анализировали на газовом хроматографе фирмы Шимадзу. Идентификацию компонентов осуществляли на основе сравнения полученных данных с предварительно рассчитанными значениями величин относительного удерживания и эквивалентных длин цепи стандартных метиловых эфиров, полученных для указанных колонок в аналогичных условиях анализа. Количественное отношение МЭЖК определяли с помощью интегратора по методу нормирования площадей.

Содержание белка в исследованных образцах рыб колеблется от 16 до 19%, содержание жира – от 0.4 до 4,7%, пищевая ценность составляет 82-88 ккал, для образцов окуня большого пятнистого и тюрбо она выше – 108ккал (таблица 1).

Таблица 1. Пищевая ценность некоторых видов рыб

Наименование	100г продукта содержат, г/100г		Калорийность, ккал
	Белок	Жир	
Барабулька индийская	19.7	0,4	82
Камбала малоротая	19,0	1,3	88
Морской язык	17,8	1,2	82
Окунь пятнистый	18.9	3,7	109
Тилапия	18.0	2.0	90
Тюрбо	16.3	4,7	108

В липидах исследованных образцов рыб идентифицировано более 30-ти жирных кислот, основные из них приведены в таблице №2.

Сумма насыщенных жирных кислот колеблется от 37-43% (тюрбо, тилапия, камбала) до 53% (морской язык, окунь большой пятнистый), в липидах барабульки значение этого показателя превышает 60%. При этом насыщенные кислоты представлены пальмитиновой, стеариновой и миристиновой кислотами.

На долю моноеновых кислот приходится от 24 до 37%. Во всех исследованных образцах доминирующей является олеиновая кислота, содержание которой составляет от 14% - в липидах барабульки индийской до 20% - у камбалы, морского языка, тюрбо и окуня, в липидах тилапии - 25%. Следующая по количеству, как и в липидах традиционных видов рыб – пальмитолеиновая кислота – 8-10%, у барабульки -5%.

Сумма полиненасыщенных жирных кислот составляет 12-13% в липидах морского языка и барабульки, несколько выше у окуня и камбалы -17-20%, высокая доля ПНЖК отмечена для тилапии – 24% и тюрбо – 28%. Полиненасыщенные жирные кислоты представлены в основном эйкозапентаеновой (малоротая камбала, тюрбо) и декозагексаеновой кислотами (морской язык, барабулька индийская, окунь пятнистый).

Таблица 2. Жирнокислотный состав липидов некоторых объектов промысла, % к сумме

Название	Шифр	Барабулька индийская	Камбала малоротая	Морской язык	Окунь пятнистый	Тилапия	Тюрбо
Миристиновая	14:0	3,23	5,82	7,78	4,48	3,04	7,78
Пальмитиновая	16:0	38,05	28,51	34,98	34,78	27,54	23,39
Стеариновая	18:0	17,07	5,87	7,49	10,31	5,85	4,30
Пальмитоолеиновая	16:1	5,56	10,49	8,75	8,53	7,67	9,28
Олеиновая	18:1	14,47	21,19	20,47	19,46	25,39	20,22
Эйкозаеновая	20:1	2,16	3,79	3,47	1,56	1,86	2,18
Эруковая	22:1	1,29	1,14	1,34	0,65	0,50	1,59
Линолевая	18:2	1,63	1,61	1,29	3,05	14,42	10,22
Линоленовая	18:3	0,65	0,34	0,35	0,76	1,56	1,34
Арахидоновая	20:4	0,45	0,40	0,44	0,68	0,37	0,50
Эйкозапентаеновая	20:5	2,36	7,12	1,71	1,79	0,65	7,22
Докозагексаеновая	22:6	3,40	2,65	3,31	4,62	1,67	3,98
Сумма насыщенных:		62,33	43,18	53,33	52,46	39,92	37,76
Сумма мононенасыщенных:		24,02	37,16	34,50	30,96	35,91	33,77
Сумма полиненасыщенных:		13,65	19,66	12,17	16,59	24,17	28,47
Сумма эссенциальных:		2,73	2,36	2,08	4,49	16,35	12,06

В составе липидов тилапии и тюрбо обнаружено высокое содержание эссенциальных (сумма линолевой, линоленовой и арахидоновой) кислот - 12-16%, которое определяется высокой долей линолевой кислоты. В липидах остальных исследованных образцов рыб доля эссенциальных не превышает 5%.

Высокое содержание белка, низкое содержание жира и относительно высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот позволяет рекомендовать для диетического питания следующие виды рыб: малоротую камбалу, тюрбо, барабульку индийскую, тилапию, окуня пятнистого.

БЫСТРОЗАМОРОЖЕННЫЕ МЯСНЫЕ ПОЛУФАБРИКАТЫ С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ЭКСТРАКТАМИ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ЛИПИДОВ

Шарыгина Я.И., Байдалинова Л.С. (*Калининград, Калининградский государственный технический университет, кафедра пищевой биотехнологии, mezenova@klgtu.ru*)

Abstract. The article presents the results of researches of the impact of plant extracts to stabilize the lipids of meat systems in cold storage. The study of trends in acid, peroxid, tiobarbituric values and the content of free fatty acids that characterize the process of oxidative damage and the accumulation of products of oxidation showed. that the use of extracts of rosemary and green tea helps braking lipid oxidation processes in the process of storage products.

Полуфабрикаты – это изделия из различных видов мяса, поступающие в продажу подготовленными для кулинарной обработки. По способу обработки различают полуфабрикаты - натуральные, панированные, рубленые, пельмени, мясной фарш и другие, а по термическому состоянию - охлажденные и замороженные (7). Эти изделия максимально подготовлены для термической обработки, являются продуктами «высокой степени готовности», что в современных условиях делает их весьма востребованными для потребителя. В связи с этим перед мясной промышленностью стоит задача значительного увеличения их производства.

Производство мясных полуфабрикатов представляет в настоящее время крупную, динамично развивающуюся отрасль. Причин для прогноза роста много - развитие фаст-фуда, фуд-сервиса, розничных сетей в регионах. Также надо учитывать, что поменялся и ритм жизни людей - он ускорился, и замороженные полуфабрикаты становятся необходимыми из-за возможности их быстрого и легкого доведения до готовности в домашних условиях или предприятиях общественного питания.

Отчетливо испытывается также потребность в продуктах с повышенной пищевой и биологической ценностью, профилактическими или лечебно-профилактическими свойствами, соответствующих физиологическим потребностям человека.

Использование технологий интенсивной шоковой заморозки на предприятиях мясной отрасли позволяет сохранить качество продуктов в течение длительного времени. Но лимитирующим фактором при хранении замороженных мясных продуктов является окисление липидов, накопление продуктов которых придает неприятный, прогорклый вкус и запах готовым изделиям (4) и сопровождается изменением качества, пищевой и биологической ценности.

В связи с этим особый интерес представляет разработка продуктов длительного срока хранения, обогащенных белком.

Окислительная порча липидов, которая развивается и активизируется с участием свободных радикалов, приводит к накоплению в продукте гидроперекисей и их дальнейший распад с образованием вторичных продуктов окисления – оксикислот, альдегидов и кетонов, низкомолекулярных кислот и т.д. Развитие окислительной порчи можно предотвратить или замедлить с помощью антиоксидантов, механизм действия которых заключается в обрыве реакционных молекулярных цепей.

Для предохранения липидных составляющих продукции от окисления широко применяются антиоксиданты различной природы.

Практический интерес для переработки мяса представляют антиоксиданты на основе аскорбиновой кислоты Е 300-305, токоферолы Е 306-309, лецитины Е 322. Наибольшее распространение среди пищевых искусственных антиокислителей получили производные фенолов (Е 310-313, Е 319-321), а также изоаскорбиновая кислота Е 315 и изоаскорбат натрия Е 316, галлаты Е 310-312. Однако в последние годы все большую популярность приобретают натуральные антиоксиданты – экстракты пряностей и эфирные масла (3). Возрастает интерес к использованию при производстве пищевых добавок различных биологически активных веществ натурального происхождения, поскольку они не только удовлетворяют требованиям безопасности, но обладают биологической ценностью и хорошо сочетаются с другими компонентами пищевых продуктов. Для предотвращения окислительной порчи липидсодержащих продуктов все больше применяют растительные экстракты, содержащие различные индивидуальные антиоксиданты — флавоноиды (кверцетин, кемпферол, мирицитин), катехины или фенолы (карнозол, розманол, розамиридифенол) и фенольные кислоты (карнозиновая, розмариновая).

Целью настоящей работы является изучение изменения липидной фракции быстрозамороженных мясных полуфабрикатов и изыскание эффективных природных антиоксидантов для предотвращения их окислительной порчи в процессе хранения.

В качестве природных антиоксидантов испытывались образцы экстрактов зеленого чая (*Camellia sinensis*) и розмарина (*Rosmarinus officinalis*), выработанные фирмой Danisco (Дания).

Катехины зеленого чая обладают значительной способностью утилизировать свободные радикалы, проявляя более высокую активность, чем витамин Е и аскорбиновая кислота, а также могут образовывать хелатные комплексы с металлами. Антиоксидантные свойства розмарина обусловлены фенольными соединениями, утилизирующими гидроксид- и пероксильные радикалы липидов, и также способностью образовывать хелатные комплексы с ионами металлов, например с Fe^{2+} (5).

Для экспериментальных работ изготавливали мясные рубленые полуфабрикаты из мяса свинины, говядины, свиного шпика и технологических добавок (соль, специи, текстурированный и изолированный соевый белок и т.д.) (2). Согласно принятой классификации по ГОСТ Р 52675-2006 «Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия» приготовленные полуфабрикаты относились к группе «Мясные полуфабрикаты категории Б», т.к. содержание мясных ингредиентов в рецептуре превышало 60% и массовая доля мышечной ткани находилась в пределах от 60% до 80% (1). Используемые в качестве заменителей части мясного сырья текстурированный и изолированный соевые белки обладают важными функционально-технологическими свойствами, такими как гелеобразование, водо- и жиросвязывающая, эмульгирующая и стабилизирующая способности.

В сочетании с мясным сырьем с повышенным содержанием жировой и соединительной ткани соевые белки применяются для улучшения функционально-технологических свойств мясных эмульсий, сохранения пищевой и биологической ценности. Произведенные расчеты показали, что замена части мясного сырья гидратированными соевыми белками изолированным (белок:вода = 1:4) и текстурированным (белок:воды = 1:3) не оказало существенного влияния на содержание незаменимых аминокислот (6). При этом использование соевых белков взамен мясного сырья является экономически выгодным и позволяет снизить себестоимость мясной части фарша для полуфабрикатов без снижения их качества и биологической ценности на 10%. Естественно, при приготовлении образцов использованы белковые продукты из негенмодифицированной сои.

При исследованиях растительные экстракты для лучшего распределения их в продукте вносили в процессе приготовления белково-жировой эмульсии в количествах: экстракт розмарина – 0,1%, экстракт зеленого чая – 0,05%. Контрольным являлся образец без добавления антиокислителей.

После приготовления фарша и формования образцы (котлеты) замораживали до температуры не выше минус 18⁰С и хранили при этой температуре.

В образцах определяли кислотные, перекисные, тиобарбитуровые числа и содержание летучих жирных кислот в соответствии со стандартными методами на протяжении всего периода хранения в течение 180 суток. Одновременно проводилась органолептическая оценка качества замороженных и обжаренных полуфабрикатов: внешний вид, цвет, консистенция, вкус, запах. Показатели оценивались в баллах . Результаты изменения показателей качества липидов полуфабрикатов по срокам хранения представлены на рисунке.

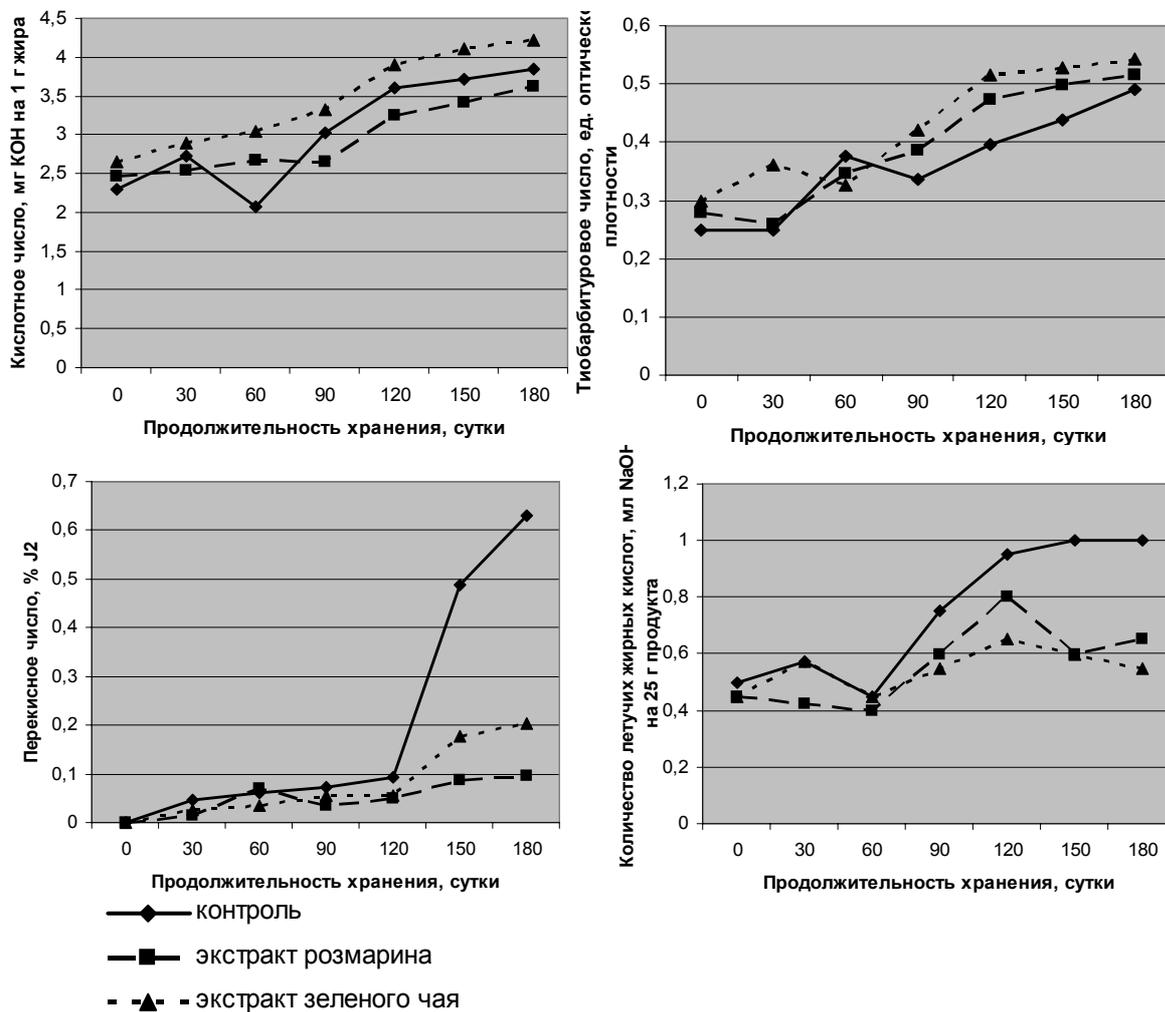


Рисунок. Динамика изменения кислотных, перекисных, тиобарбитуровых чисел липидов и количества летучих жирных кислот быстрозамороженных мясных полуфабрикатов в процессе хранения при минус 18⁰С.

Представленные данные позволяют заключить, что замороженные полуфабрикаты без антиокислителей (контроль) при температуре не выше минус 18⁰С относительно стабильны до 90 суток хранения. При дальнейшем хранении наблюдается интенсивное нарастание кислотных, перекисных, тиобарбитуровых чисел и количества

летучих жирных кислот. Появление прогорклого вкуса и запаха ограничивает срок годности этих полуфабрикатов до 90 суток.

С внесением натуральных растительных антиоксидантов (экстрактов розмарина и зеленого чая) наблюдается замедление окисления липидов, значительно более позднее появление признаков окислительной порчи. Органолептическая оценка обжаренных образцов также не выявляет порочащих признаков в продукции в течение 180 суток хранения.

Таким образом, экспериментальные работы позволили установить, что внесение экстрактов розмарина и зеленого чая при изготовлении быстрозамороженных мясных рубленых полуфабрикатов способствует торможению гидролитических и окислительных процессов в липидной фракции, обеспечивает увеличение сроков годности этой продукции.

Список литературы:

- 1) ГОСТ Р 52675-2006 Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия. - М.: Стандартинформ, 2007. - 24 с.
- 2) Байдалинова Л.С. Растительные экстракты для стабилизации липидов быстрозамороженных мясных полуфабрикатов / Л.С. Байдалинова, Я.И. Шарыгина. // Инновации в науке и образовании – 2008: труды VI Юбилейной Международной научной конференции, посвящённой 50-летию пребывания КГТУ на Калининградской земле 21 - 23 октября 2008 г. / КГТУ. – Калининград, 2008. - С. 281-283.
- 3) Лисицын А.Б. Исследование антиокислительных свойств сверхкритических CO₂-экстрактов / А.Б. Лисицын, А.А. Семенова, М.И. Гундырева и др. // Мясная индустрия. – 2006. - № 3. – С. 12-13.
- 4) Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы / Л.А. Сарафанова. – СПб.: Профессия, 2007. – 256 с.
- 5) Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание / Под ред. Р. Стеле; пер. с англ. В Широкова, под общ. ред. Ю.Г. Базарновой. – СПб.: Профессия, 2006. – 480 с.
- 6) Химический состав пищевых продуктов: в 2 кн. / Под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. Кн. 2.– 224 с.
- 7) Шепелев А.Ф. Товароведение и экспертиза мяса и мясных товаров /А.Ф.Шепелев, О.И Кожухова, А.С. Туров. - Ростов-на-Дону: Март, 2001. - 192 с.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НАТУРАЛЬНОЙ РЫБНОЙ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ

Шокина Ю.В., Файзуллова Ю.Ф., Сергеева Н.С. (Мурманск, МГТУ,
кафедра технологии пищевых производств, shokinajuve@mstu.edu.ru)

Abstract. Using questionnaires and its statistical treatment practically gives a preliminary information about demand on fishes cooking technologies.

Учитывая экономическое положение береговых рыбоперерабатывающих предприятий, а также, как показывают проведенные исследования мурманского рынка рыбной кулинарии (1), неуклонно растущий спрос на рыбную кулинарную продукцию у населения Мурманска в последние 2-3 года, растущие экономические, инвестиционные возможности крупных торговых сетей, практически в 100 % случаев имеющих собственные кулинарные цеха, разработка технологий натуральных рыбных кулинарных продуктов представляет собой весьма актуальную задачу.

Для обоснования группы натуральных рыбных кулинарных продуктов, технологии изготовления которых, должны быть усовершенствованы или впервые разработаны необходимо проанализировать данные о состоянии мурманского рынка рыбной кулинарной продукции и выбрать наиболее предпочитаемую потребителями группу.

Для выбора ассортиментной группы данной продукции, пользующейся наибольшим спросом у потребителей разных категорий, необходимо:

- выбрать приемлемую методику и инструментарий исследования;
- провести исследование (собрать первичную информацию) и проанализировать полученные данные.

Нами был использован метод сбора информации с помощью опросного листа (анкеты). Для исследования мурманского рынка рыбной кулинарной продукции с помощью анкетирования были опрошены около 500 человек разного пола, возраста, рода занятий, уровня доходов, семейного положения (1).

При сегментировании рынка рыбных кулинарных изделий были использованы следующие критерии: социально-демографические, психографические (психологические) и поведенческие. Были выделены основные сегменты потенциальных потребителей, генеральная совокупность состояла из всех возможных групп респондентов, что позволило считать результаты анкетирования адекватными.

Оценка прогнозируемой интенсивности покупок рыбной кулинарной продукции потенциальными потребителями показала (1), что около 62,5 % потенциальных покупателей приобретали бы рыбную кулинарную продукцию 1 раз в неделю. При этом еще почти 10 % потенциальных покупателей (8,9 %) выразили готовность приобретать продукцию каждый день. Все это говорит о высоком уровне спроса на данный вид продукции.

Исследования показали (1), что достаточно широким ассортиментом рыбная кулинарная продукция представлена в магазинах торговых домов «Жаднов» и «Провизион». В магазинах «Евророс» рыбная кулинария представлена только в виде различных салатов. Магазины «Мелифаро» могут похвастаться суши. Основной ассортиментной группой, представленной в магазинах города являются натуральные, фаршевые рыбные кулинарные изделия и рыбные салаты.

В процессе исследования изучалось отношение потенциальных потребителей к возможному увеличению срока хранения рыбной кулинарной продукции как за счет

снижения температуры ее хранения, так и за счет введения различных пищевых добавок и консервантов. Анализ собранных данных показал, что при правильно проведенной рекламной акции можно изменить негативное общественное мнение по отношению к кулинарному продукту длительного срока хранения и получить, таким образом, большее количество потенциальных покупателей.

Проведенные ранее исследования установили (1), что:

- 1) все выделенные группы (сегменты) потенциальных потребителей имеют примерно одинаково высокий уровень спроса на рыбную кулинарную продукцию, что свидетельствует о высоком прогнозном спросе покупателей на рыбные кулинарные изделия различного ценового уровня;
- 2) в магазинах города Мурманска представлены следующие виды рыбной кулинарии: рыба жареная, рыба в маринадах, с овощами, биточки рыбные жареные, рыбные салаты, рыбомучные изделия (рыбники с палтусом, треской), суши; практически полностью отсутствует отварная и печеная рыбы. Заливная рыба и зельцы представлены только в виде полуконсервов фирм-производителей Санкт-Петербурга и Москвы. В некрупных продовольственных магазинах города рыбная кулинарная продукция вообще отсутствует.

В настоящее время на кафедре ТПП МГТУ ведутся работы по совершенствованию и разработке технологий изготовления натуральной рыбной кулинарной продукции по двум направлениям:

- 1) разработка технологии изготовления запеканок на основе использования как традиционного водного сырья (треска, пикша, сайда, морской окунь, палтус), так и нетрадиционного для кулинарной продукции подобного рода сырья (морской гребешок, креветка). В качестве дополнительного сырья для изготовления запеканок используются богатые углеводами и белками, минеральными веществами и витаминами компоненты растительного происхождения – рис, картофель, капуста, морковь, баклажаны, кабачки. Для улучшения вкусовых качеств продукции и повышения ее пищевой и энергетической ценности используются твердые сыры, соусы на основе майонезов и сметаны с добавлением специй и пряностей;

- 2) совершенствование технологии изготовления рыбных заливных на основе использования традиционного сырья (палтус, треска, пикша, семга) и нетрадиционного (морской гребешок, креветки).

На данном этапе ведется поиск и оптимизация рецептур кулинарной продукции, в качестве параметра оптимизации использована органолептическая оценка продукции в баллах по методике (2), позволяющей максимально объективно и комплексно оценивать качество нового пищевого продукта. Разработанные технологии будут закреплены в проектной технической документации (ТУ и ТИ)

Список литературы:

- 1) Шокина Ю.В. Исследование мурманского рынка рыбной кулинарной продукции / Ю.В. Шокина, Л.М. Третьякова, Н.С. Сергеева, Ю.Ф. Файзуллова// Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Техника и технологии переработки гидробионтов и сельскохозяйственного сырья», посвящ. памяти проф. Н.Н. Рулева/ МГТУ.- Мурманск, 2008.– С. 68-70.
- 2) Шокина Ю.В. Разработка универсальной методики оценки качества новых видов рыбной продукции на основе интегрального показателя /Ю.В. Шокина, О.В. Мартыненко, Н.С. Сергеева, Ю.Ф. Файзуллова// Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Техника и технологии переработки гидробионтов и сельскохозяйственного сырья», посвящ. памяти проф. Н.Н. Рулева/ МГТУ.- Мурманск, 2008.– С. 52-56.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПРОСА РЫБОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ

Шокина Ю.В., Гроховский В.А., Файзуллова Ю.Ф., Сергеева Н.С.
(Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств,
shokinajuve@mstu.edu.ru)

Abstract. Using questionnaires and its statistical treatment practically gives a preliminary information about Murmansk fish plants demand on innovatory technologies .

Все процессы, связанные с продвижением инновационных технологий в региональное береговое производство рыбной продукции широкого ассортимента (пищевого, кормового и технического назначения), создают перманентный спрос на информацию о текущем состоянии рынка потребления этих технологий, то есть на информацию о текущем состоянии рыбопереработки и тенденциях ее развития. Информация должна быть надежной и своевременной. К возможному источнику такой информации можно отнести проведенное на кафедре «Технология пищевых производств» МГТУ исследование, которое включает сбор, а также обработку информации об имеющемся на предприятиях Мурманской области спросе на инновационные технологии переработки гидробионтов.

Объектами проводимого исследования спроса рыбоперерабатывающих предприятий Мурманской области на инновационные технологии переработки гидробионтов явились 28 предприятий Мурманска и Мурманской области указанного профиля, что составило:

- 38,8 % от береговых предприятий по переработке рыбы и морепродуктов в Мурманской области, находящихся на контроле Управления «Роспотребнадзора» по Мурманской области по состоянию на октябрь 2007 года;
- 63,6 % от общего количества рыбоперерабатывающих предприятий – участников региональной целевой программы «Развитие береговой рыбопереработки на период с 2006 по 2008 год»;
- 77,7 % от числа рыбоперерабатывающих предприятий Мурманской области, зарегистрированных по состоянию на 01.11.2008 года в Департаменте рыбного хозяйства Правительства Мурманской области.

Таким образом, генеральная совокупность проводимого исследования состояла из всех возможных групп респондентов, что позволяет считать результаты исследования адекватными.

Для решения поставленной в работе задачи были проведены сбор и обобщение данных о состоянии регионального рынка инновационных технологий переработки гидробионтов с целью определения группы инновационных технологий, наиболее перспективных с точки зрения их внедрения в производство.

В исследовании был использован метод сбора информации с помощью опросного листа (анкеты). Из всех существующих способов коммуникации (методов опроса), был выбран метод личного опроса в силу его простоты и доступности. Разработанная для опроса анкета включала в себя необходимые части: введение, вопросы анкеты и сведения о респонденте.

Участниками опроса стали руководители и начальники технологических служб региональных рыбоперерабатывающих предприятий от крупных, таких как ОАО

«Мурманский траловый флот», имеющий в своем составе береговые рыбоперерабатывающие структуры – ПКЦ «Кильдин», до малых предприятий, составляющих основную массу потенциального рынка инновационных технологий.

Очевидно, что разные предприятия при оценке спроса на инновационные технологии, предъявляют к последним разные требования, учитывающие целый ряд факторов, характеризующих как данное конкретное предприятие, так и общее экономическое положение региональной рыбохозяйственной отрасли.

При составлении опросного листа – анкеты, были учтены основные, наиболее влияющие на процесс внедрения инновационных технологий факторы, перечисленные ниже:

- ассортиментный перечень, вырабатываемой предприятием на текущий момент продукции;
- организация сбыта производимой продукции;
- сырье, используемое предприятием на текущий момент, для выработки собственного ассортиментного перечня продукции;
- наличие и характер проблем с поставками сырья водного происхождения для производства продукции, в том числе по инновационным технологиям;
- перспективные с точки зрения конкретного предприятия виды сырья водного происхождения;
- наличие мотивации у предприятий к внедрению инновационных технологий переработки гидробионтов (хотели бы они изменить традиционный ассортимент производимой рыбной продукции и какие инновационные технологии они готовы осваивать);
- факторы, препятствующие, по мнению предприятий, процессу внедрения инновационных технологий;
- оценка соответствия производственного и сбытового потенциала предприятия тенденциям изменения рынка рыбной продукции (по мнению менеджмента предприятий);
- уровень механизации производства;
- уровень ручного труда на производстве;
- моральный и физический износ имеющегося технологического оборудования на предприятии;
- наличие квалифицированных специалистов в составе технологической службы предприятия, способных внедрять инновационные технологии.

Для того чтобы установить возможность удовлетворения перечисленных выше требований необходимо выявить группы потенциальных потребителей инновационных технологий – региональных рыбоперерабатывающих предприятий, которые, скорее всего, положительно отреагируют на вероятное внедрение инновационных технологий переработки гидробионтов. Кроме того, необходимо также провести анализ существующего спроса на инновационные технологии переработки гидробионтов, что позволит ориентировать свою деятельность разработчикам этих технологий на выявленные предпочтения предприятий.

Ниже представлен краткий анализ информации, собранной в ходе анкетирования.

В соответствии с поставленной в работе целью была проведена оценка:

- освоенных технологий на рыбоперерабатывающих предприятиях Мурманской области;
- обеспеченности освоенных на предприятиях технологий переработки гидробионтов сырьем.

Анализ ответов свидетельствует, что наибольший удельный вес в общем перечне освоенных рыбоперерабатывающими предприятиями Мурманской области технологий, составляют технологии производства пищевой рыбной продукции (ее производят 78,57 % предприятий от общего числа обследованных в ходе работы). Технологии производства кормовой и технической продукции освоены слабо (производство имеет место на 21,43 % предприятий от общего числа обследованных). При стабильном спросе на кормовую и техническую рыбную продукцию (рыбная кормовая мука – 33 % от предприятий, выпускающих кормовую и техническую продукцию) и ветеринарный рыбный жир (67 % от предприятий, выпускающих кормовую и техническую продукцию), обусловленном потребностями развивающегося при государственной поддержке (льготные кредиты, дотации) регионального агропромышленного комплекса, данный сегмент рынка инновационных технологий, безусловно, представляет интерес для развития.

Анализ освоенных технологий производства пищевой рыбной продукции показал, что наибольшее число предприятий производят соленую, специального посола, пряного посола и маринованную рыбную продукцию – данная группа технологий присутствует на более чем 57 % береговых рыбоперерабатывающих предприятий Мурманской области, обследованных в ходе работы. Далее по убыванию следуют технологии холодного и горячего копчения рыбы – на их долю приходится 39,28 % предприятий от общего числа обследованных. Проведенный анализ собранных в ходе анкетирования данных выявил некоторые характерные особенности:

- преобладание технологий холодного копчения над технологиями горячего копчения;
- абсолютное преобладание технологий традиционного дымового холодного копчения над технологиями более прогрессивного и безопасного для здоровья потребителя бездымного холодного копчения;
- преимущественное использование морально устаревшего и физически изношенного технологического оборудования для копчения рыбы (копильные камеры, дымогенераторы);
- высокая доля ручного труда, что совершенно необоснованно, по мнению предприятий, обусловлено особенностями данной технологии;
- широкий ассортиментный перечень продукции (до 20 наименований) при малых (от 100 кг до 1 т в сутки) объемах производства по каждому ассортименту продукции;
- использование преимущественно традиционного и недорого сырья (на его долю приходится в среднем от 45 до 75 % от общего объема производимой продукции) - путассу, сельди атлантической, скумбрии атлантической.

На предприятиях, производящих копченую рыбопродукцию, преобладают технологии традиционного дымового холодного копчения. Так, только 2 предприятия из 11 производящих рыбную продукцию данной ассортиментной группы выпускает рыбу горячего копчения. Среди основных причин такого положения предприятия называют малые сроки годности продукции, вырабатываемой по традиционным технологиям горячего дымового копчения, высокую стоимость используемого сырья, что обуславливает высокую стоимость готовой продукции. Все перечисленные предприятиями факторы ограничивают рост объемов производства рыбы горячего копчения низкой покупательской платежеспособностью населения Мурманска и области.

К числу наиболее освоенных технологий переработки гидробионтов предприятиями региона можно, безусловно, отнести традиционные технологии производства мороженой пищевой продукции. Более 42 % береговых предприятий

(42,86 % от общего числа обследованных) выпускают на своих производственных мощностях мороженую рыбу широкого ассортиментного перечня. Данные технологии, хотя и являются традиционными, могут быть охарактеризованы как наиболее передовые и в полной мере соответствующие высоким требованиям современного мирового рынка пищевых продуктов, очевидно, вследствие того, что основная доля продукции производится на экспорт и должна соответствовать требованиям международных систем менеджмента качества (например, ИСО 9000-2000).

Четвертое место по удельному весу в перечне освоенных технологий переработки гидробионтов на предприятиях Мурманской области - 35,71 % от общего числа обследованных предприятий - занимают технологии производства рыбных пресервов. Предпочтения производителей рыбной пищевой продукции, в данном случае, обусловлены рядом преимуществ этой группы технологий. К этим преимуществам предприятия относят:

- длительные сроки хранения готовой продукции;
- наличие разнообразной современной, красочно оформленной и доступной по цене, широкого массового и размерного ряда потребительской упаковки;
- использование преимущественно недорогого и традиционного для массового российского потребителя сырья – сельди атлантической, скумбрии атлантической;
- наличие новой технической документации (ТУ и ТИ) на технологии и готовую продукцию данной ассортиментной группы, в полной мере учитывающей актуальные вкусовые и другие потребительские предпочтения.

Все перечисленные выше особенности освоенных на предприятиях Мурманской области (ООО «Апогей», ООО «Катран-Кола», ООО «Мурман Фиш», ООО «Акватория» г. Североморск, ОАО «Мурманский рыбокомбинат», ИП «Колпаков», ООО «Дэма», ООО «Арарат», «Арктикпак+», ПКЦ «Кильдин» ОАО «Мурманский траловый флот») технологий производства пресервов, повышают конкурентоспособность производимой продукции, тем самым, положительно влияя на экономические показатели работы предприятий.

Пятый по величине сегмент рынка освоенных технологий переработки гидробионтов (32,14 % от общего числа обследованных предприятий) на предприятиях региона занимают технологии производства сушеной, вяленой продукции, в том числе производство клипфиска из трески на экспорт. Особенности данной группы технологий, выявленные в ходе анкетирования, по ряду позиций совпадают с особенностями технологий производства соленой и копченой рыбной продукции:

- длительные сроки хранения готовой продукции;
- использование преимущественно недорогого и традиционного для массового российского потребителя сырья – путассу, камбалы-ерша, леща, др.;
- преимущественное использование морально устаревшего и физически изношенного технологического оборудования для сушки рыбы (преимущественно неавтоматизированные камеры сушки, отсутствие современных КИП технологического процесса, что отрицательно сказывается на потребительских свойствах готовой продукции);
- высокая доля ручного труда.

Замыкает ряд наиболее освоенных технологий переработки гидробионтов региональными предприятиями группа технологий производства стерилизованных консервов из рыбы и морепродуктов (28,57 % от общего числа обследованных предприятий).

Основными производителями консервов на региональном рынке являются предприятия: ПКЦ «Кильдин» ОАО «Мурманский траловый флот», ООО «Верхнетуломский рыбозавод», ООО «Сампа», ООО «Дедал Фиш», ОАО

«Мурманский рыбокомбинат», ООО ПКФ «Норд-Вест» и др. Среди производимой продукции преобладают консервы, вырабатываемые по традиционным технологиям из рыбы - натуральные и натуральные с добавлением масла, консервы из бланшированной рыбы, консервы из печени трески. Инновационные технологии производства стерилизованных консервов представлены на текущий момент только на ПКЦ «Кильдин» - структурном подразделении ОАО «Мурманский траловый флот».

Все остальные группы освоенных технологий переработки гидробионтов являются традиционными и не могут быть отнесены к инновационным, представлены на предприятиях Мурманской области достаточно равномерно: технология производства икры (14,29 % от общего числа обследованных предприятий); производство охлажденной, кулинарной продукции, структурированных белковых продуктов (по 7,1 % от общего числа обследованных предприятий), и мороженого фарша (3,57 % от общего числа обследованных предприятий).

Анализ собранной информации позволяет сделать следующие выводы. Наиболее серьезными проблемами в настоящее время для подавляющего большинства предприятий являются:

- дефицит оборотных средств, в том числе на закупку сырья (составляет от 8 до 45 млн. руб. в месяц в зависимости от объема производства на предприятии);
- прогнозируемые коммерческие риски, связанные с последствиями мирового финансового кризиса (ожидаемый спад объемов производства, вызванный ожиданием спада потребительского спроса).

Ухудшение финансовой ситуации на подавляющем большинстве предприятий (более 86 % от общего числа обследованных) в октябре-декабре 2008 года выразился в критическом в целом отношении к вопросу внедрения инновационных технологий и расширению перечня перерабатываемого сырья.

Для выявления причин негативного отношения потенциальных потребителей к инновационным технологиям переработки гидробионтов респондентам был задан вопрос: «Какие факторы, по вашему мнению, тормозят разработку и внедрение новых технологий на предприятии?». Результаты обрабатывались методом ранжирования.

На первое место респонденты поставили недостаток финансовых средств и трудности в их привлечении – 67,86 % предприятий от общего числа обследованных, на второе (60,71 % предприятий от общего числа обследованных) – необоснованно жесткие требования контролирующих органов, с которыми предприятие неизбежно столкнется при внедрении новой технологии, на третье – жесткую конкуренцию на рынке (36,71 % предприятий от общего числа обследованных), на четвертое место – дороговизну процесса разработки новых продуктов (28,57 % предприятий от общего числа обследованных), на пятое место – отсутствие утвержденной технической и нормативной документации на новые виды продукции, что удорожает многократно процесс внедрения новых технологий (21,43 % предприятий от общего числа обследованных). Менее важным, по мнению предприятий, является такой фактор, препятствующий внедрению инновационных технологий, как фрагментированность рынка (10,71 % предприятий от общего числа обследованных) рыбной продукции. Кроме того, в качестве препятствующих внедрению инновационных технологий отдельные предприятия называли также отсутствие квалифицированных кадров, несовершенство существующего законодательства и недостаток новых идей.

При совершенно четко сформулированных руководителями предприятий требованиях государственной поддержки береговой рыбопереработки в связи с последствиями мирового финансового кризиса (недостаток оборотных средств, вплоть до реальной угрозы закрытия предприятий и увольнения работников – ООО «Дэма», ООО «Катран Кола» и др.) такая оценка вызывает сомнение. В случае оказания

государственной помощи предприятиям, совершенно очевидно, что средства будут потрачены на поддержание неэффективного с экономической точки зрения и морально устаревшего технологического процесса, малоадекватного современным тенденциям рынка и реализуемого в подавляющем большинстве случаев на предприятиях.

Более целесообразной представляется такая форма государственной поддержки предприятий, которая позволила бы не только сохранить производство, но и осуществить его модернизацию на основе внедрения инновационных технологий, с целью повышения конкурентоспособности производимой продукции и экономической эффективности предприятий.

В ходе анкетирования изучалось также состояние используемого на береговых рыбоперерабатывающих предприятиях технологического оборудования, уровень механизации и автоматизации производства, присутствующая в производстве доля ручного труда. Респондентам были заданы следующие вопросы «Какова доля нового технологического оборудования на предприятии? (от 0 до 100 %)» и «Какова доля ручного труда на предприятии?», если доля ручного труда высока, то респондентам было предложено оценить причины такого положения, выбрав один или несколько вариантов ответов из предложенных – «особенности технологии», «дешевизна рабочей силы», «недостаток средств для приобретения современного технологического оборудования». Было установлено, что треть обследованных предприятий региона, занимающихся переработкой гидробионтов, оснащена современным технологическим оборудованием не более чем на 10 % от общего количества, и не более 15 % от общего числа обследованных предприятий имеют на вооружении около 50 % современного высокопроизводительного технологического оборудования. Как выяснилось в ходе анкетирования, в эту узкую группу входят относительно благополучные до последнего времени предприятия, реализующие в производстве достаточно простые технологии замораживания сырья водного происхождения (филейщики, работающие на экспорт). Предприятия, занимающиеся выпуском соленой, копченой, вяленой и сушеной рыбной продукции, а также производящие рыбные консервы имеют в своем распоряжении от 0,0 до 10,0 % нового технологического оборудования. Внедрение на любом из этих предприятий инновационных технологий будет сопряжено с огромными капиталовложениями в обновление парка технологического оборудования предприятий.

Как показали исследования, на предприятиях недопустимо высока для современного производства доля ручного труда. Результаты анкетирования свидетельствуют о массовом использовании тяжелого физического труда рыбообработчиков вместо высокопроизводительного оборудования (более чем на 20 % предприятий от общего числа обследованных доля ручного труда составляет от 60 до 70 %).

Проанализировав все полученные в результате анкетирования данные, нами были сделаны следующие выводы:

1. В настоящее время, подавляющее большинство освоенных береговыми рыбоперерабатывающими предприятиями Мурманской области технологий не могут быть охарактеризованы как инновационные.

2. В спектре освоенных региональными предприятиями технологий переработки гидробионтов преобладают традиционные, малооперационные (за исключением технологий стерилизованных консервов) с применением морально устаревшего и физически изношенного технологического оборудования, высокой доли ручного труда.

3. Уровень автоматизации и механизации процесса переработки гидробионтов на рыбоперерабатывающих предприятиях Мурманской области (за исключением производства рыбного филе на экспорт и производства стерилизованных консервов) может

быть охарактеризован как весьма низкий, абсолютно не соответствующий современным требованиям.

4. Сырьевые предпочтения предприятий находятся в узком диапазоне традиционных промысловых объектов Северо-Восточной Атлантики – донных видов рыб, атлантической сельди, скумбрии, путассу.

На основании всего вышеизложенного можно сделать вывод о том, что у береговых рыбоперерабатывающих предприятий Мурманской области, как у крупных, так и у малых, отсутствуют серьезные предпосылки и мотивация для внедрения в производство инновационных технологий переработки гидробионтов.

Среди объективных причин такого положения можно назвать:

- недостаток финансовых средств и трудности в их привлечении, особенно в последнее время - в условиях мирового финансового кризиса;
- необоснованно жесткие требования контролирующих органов, с которыми предприятие неизбежно столкнется при внедрении новых технологий;
- жесткая конкуренция на рынке, которой способствует производство идентичных видов рыбной продукции подавляющим большинством предприятий региона, а также использование моносхем при сбыте продукции;
- завышенная стоимость процесса разработки новых технологий, в основном за счет необоснованно многочисленных, многоуровневых, зачастую дублирующих друг друга экспертиз в контролирующих органах, являющихся монополистами в сфере предоставления предприятиям подобных услуг;
- фрагментированность рынка рыбной продукции;
- отсутствие на производстве квалифицированных кадров.
- Основные рекомендации, таким образом, должны быть направлены на усиление мотивации предприятий к внедрению инновационных технологий переработки гидробионтов, а также создание благоприятных экономических условий для этого. На решение сформулированной задачи будут направлены такие обоснованные меры, как
- финансовая поддержка предприятий, внедряющих новые технологии (например, поддержка модернизаций производства)
- софинансирование со стороны государства необходимых для разработки и внедрения проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ, включая разработку технической и нормативной документации, профессиональной переподготовки и повышение квалификации производственных кадров на базе уже имеющихся в регионе мощных научных, исследовательских центров – ПИПРО, МГТУ, ММБИ, или на базе вновь созданного с целью комплексного решения данных задач Центра инновационных технологий, который бы позволил объединить усилия всех заинтересованных сторон (проект МГТУ), преимуществом второго варианта является возможность осуществления жесткого контроля процесса со стороны государства и минимальный риск распыления ценных ресурсов по многим организациям;
- постоянные усилия по совершенствованию законодательной базы, регулирующей процесс разработки, экспертизы и утверждения новой технической и нормативной документации на всех уровнях законотворческой деятельности – местном, региональном, государственном.

СОСТОЯНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ БЫСТРОГО ПИТАНИЯ В МУРМАНСКЕ

Несвященко О.А. (Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств, e-mail: nesjaschenkooa@mstu.edu.ru)

Abstract. The condition enterprise of quick feeding in Murmansk at period of the world financial crisis.

Сеть предприятий общественного питания Мурманска показывает наличие развитой инфраструктуры. В городе сегодня функционирует 312 предприятий общественного питания. Наибольшую долю занимают кафе, бары и закусочные. Вместе с тем во всех районах города не хватает магазинов-кулинарий, буфетов и предприятий сети быстрого питания (пирожковых, чебуречных, блинных).

Возрождение предприятий быстрого обслуживания является актуальной задачей для всей сферы общественного питания не только Мурманска, но и России, в преимущественном развитии быстрого и недорогого питания, доступного для многих.

Творчески используя передовую технологию массового обслуживания развитых стран типа «Макдональдс», реально соединение высокого комфорта и быстрого обслуживания с традициями национальных кухонь. Разработка технологии и рецептур блюд для предприятий «быстрого питания» на основе традиционной русской кухни расширит ассортимент блюд и привлечет покупателей в данные заведения. Решению этой проблемы в немалой степени способствует возрождение предприятий, занимающихся организацией централизованного производства и снабжения заготовочных предприятий мелкоштучными полуфабрикатами, полуфабрикатами высокой степени готовности в широком ассортименте, включая быстрозамороженные и консервированные, совершенствование технологии и использование современного оборудования.

Мировой финансовый кризис затронул практически все отрасли экономики, в том числе и общественное питание. Значительно уменьшился спрос со стороны покупателей. В отличие от ресторанов, кофеен, где сейчас проводят сокращение персонала и приостанавливают реализацию проектов по запуску новых точек, предприятия быстрого обслуживания не только не зафиксировали снижение оборота, а наоборот, почувствовали приток посетителей.

Рост популярности фаст-фуда связан с тем, что в нынешних условиях люди с более дорогих товаров и услуг переключаются на потребление более дешевых, с последних - на еще более дешевые и т.д. Поэтому фаст-фуд оптимально вписывается в концепцию "быстро и доступно". Быстрая еда - это удобно и вкусно. Питаться в «фаст-фудах» в Мурманске очень модно.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФИЛЬТРАЦИИ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ МОРСКОЙ ВОДЫ ЧЕРЕЗ СЛОЙ РЫБЫ В УНИВЕРСАЛЬНОЙ МОДЕЛИ РЫБООХЛАДИТЕЛЯ

Голубев Б.В., Шутов А.В. , Кобылянский И.Г. (*Мурманск, МГТУ, кафедра технологического и холодильного оборудования*)

Abstract. In clause the new design of model of a universal ship cold for a fish is described, in which the researches of hydrodynamical resistance to a filtration of cooling water through a layer of models a fish were carried out.

Аннотация. В статье описана новая конструкция модели универсального судового рыбоохладителя, в которой были проведены исследования гидродинамического сопротивления фильтрации охлаждающей воды через слой моделей рыбы.

1. Введение

На кафедре технологического оборудования и холодильных установок была разработана и изготовлена модель универсального судового рыбоохладителя с целью проведения гидродинамических исследований процесса фильтрации воды через слой рыбы разной толщины и при различных скоростях фильтрации.

Модель судового рыбоохладителя имеет две дополнительные вспомогательные вертикальные камеры, позволяющие легко осуществлять изменение направления движения воды в модели бункера (реверс), поэтому гидродинамические процессы фильтрации воды через слой рыбы можно проводить при подаче воды сверху или снизу. Гидродинамические сопротивления фильтрации при подаче воды сверху резко возрастают, а при подаче воды снизу под слой рыбы поток воды разрыхляет слой рыбы и гидродинамические сопротивления фильтрации уменьшаются.

В универсальной модели судового рыбоохладителя использован насос, позволяющий значительно увеличить скорость фильтрации воды через слои моделей рыбы. Принцип работы насоса основан на законе сообщающихся сосудов.

2. Результаты исследования процесса фильтрации воды через слой моделей рыбы в модели бункера рыбоохладителя.

До настоящего времени нет достоверных сведений о гидродинамических сопротивлениях фильтрации воды через слои рыбы разной толщины. В проведенных исследованиях использовались модели рыб из парафина и причем только одной формы.

В наших экспериментах использовались гибкие модели рыб из гибких пластмасс. Эти эластичные модели рыб изготавливались разных геометрических размеров (например – плоской широкой формы типа камбалы, ерша, палтуса и веретеной формы типа тресковых пород). Разработанная модель рыбоохладителя и модели рыб разных геометрических размеров, позволяют проводить исследования гидродинамического сопротивления фильтрации воды через слои рыбы разных геометрических размеров при разных скоростях фильтрации воды и при подаче ее или сверху или снизу.

Результаты проведенных исследований в настоящее время обрабатываются и будут представлены на конференцию.

3. Заключение

Проводимые исследования позволяют на модели рыбоохладителя получить данные, которые с помощью теории подобия можно распространить и на натуральные рыбоохладители.

Список литературы:

- 1) Голубев Б.В, Шутов А.В., Кобылянский И.Г. Исследование гидродинамики охлаждающей морской воды в судовых рыбоохладителях методом электрогидравлических аналогий. Материалы Международной научно-практической конференции "Техника и технологии переработки гидробионтов и сельскохозяйственного сырья ", посвященная памяти профессора Николая Нестеровича Рулева (24-25 апреля 2008 г.).
- 2) Голубев Б.В Анализ энергетических затрат на охлаждение рыбы в судовых рыбоохладителях // Холодильная техника. 1971. № 4.

НЕСТАЦИОНАРНЫЙ ТЕПЛООБМЕН ПРИ ОТКРЫВАНИИ-ЗАКРЫВАНИИ ДВЕРЕЙ ШКАФОВ-ВИТРИН ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК В СУПЕРМАРКЕТЕ ФИРМЫ ОАО "НОРД-ВЕСТ ФК"

Голубев Б.В. ¹, Кобылянский И.Г. ¹, Шутов А.В. ¹, Лискова Т.Ю. ²
(¹ Технологический факультет МГТУ, кафедра технологического и холодильного оборудования; ² Инженерно-экономический факультет СПбГУ ВК МФ, кафедра естественно-научных и математических дисциплин)

Abstract. In clause the ways of revealing of places and speed of outflow of cold air from refrigerating cases - show-windows are described at different frequency of opening of doors by the buyers, that will allow to simplify the decision of a task on non-stationary heat exchange between cold air being heat-carrier (carrier of a cold), air cold and special frozen fish in vacuum packing.

Аннотация. В статье описаны способы выявления мест и скорости утечек холодного воздуха из холодильных шкафов – витрин при разной частоте открывания дверей покупателями, что позволит упростить решение задачи о нестационарном теплообмене между холодным воздухом, являющимся теплоносителем (хладоносителем), воздухоохладителем и деликатесной мороженой рыбой в вакуумной упаковке.

1. Введение

Утечки охлажденного воздуха при открывании-закрывании дверей холодильного шкафа-витрины с помощью дыма возможно осуществлять с помощью подачи дыма в проемы между поверхностями полок и поверхностями имитаторов мороженой рыбной продукции и многократном открывании дверей с определенной частотой холодный задымленный воздух, выходя через открытые проемы дверей, визуализирует места выхода холодного воздуха.

2. Определение нестационарного теплообмена при открывании-закрывании дверей в шкафах-витринах холодильных установок

В 2005 году согласно хозяйственного договора 09-05, заключенного с ОАО "Норд-Вест ФК" в супермаркете этой фирмы были проведены исследования, связанные с температурными испытаниями и испытаниями на оттаивание двух шкафов-витрин фирмы КОХКА марок Z86-3 и Z86-4.

В результате этих испытаний в соответствии с ГОСТ 23833 – 95 было установлено, что температура холодного воздуха, являющегося теплоносителем (хладоносителем) для охлаждения и замораживания деликатесной мороженой рыбы в вакуум-ной упаковке из полиэтилена сильно зависит от частоты открывания дверей этих шкафов-витрин покупателями деликатесной продукции. Согласно ГОСТа 23833 – 95 теплотехнические испытания необходимо проводить на имитаторах мороженой рыбы – древесных брусках и пакетах с увлажненными опилками, что усложняет и удорожает проведение теплотехнических испытаний. Нами предлагается эти теплотехнические испытания проводить непосредственно на замороженной деликатесной рыбной продукции в вакуумной упаковке. Однако для расширения ГОСТа 23833 – 95, т.е. для проведения теплотехнических испытаний непосредственно на мороженой деликатесной продукции необходимо дать рекомендации о температурных режимах шкафов-витрин. В результате хронометража открывания

шкафов-витрин покупателями было установлено, что средняя температура воздуха в шкафах-витринах зависит от частоты открывания дверей покупателями. В результате открывания дверей шкафов-витрин покупателями холодный воздух, имеющий более высокую плотность вытекает из шкафов-витрин, а его место заполняет теплый воздух супермаркета, в результате чего более теплый воздух в смеси с холодным имеет более высокую температуру чем температура поверхностей охлаждения – воздухоохладителей и поверхности рыбы, поэтому воздух охлаждается и за счет рыбы, отепляя её и за счет воздухоохладителей шкафа-витрины. Возникает сложный нестационарный теплообмен в шкафах-витринах между воздухом и поверхностями воздухоохладителя, а также поверхностями рыбы. С целью выяснения нестационарного теплообмена в шкафах-витринах необходимо изучить утечки холодного воздуха при открывании дверей покупателями. Это проще всего проводить на модели шкафа-витрины, вернее на одной секции. Для этого была изготовлена из органического стекла модель одной секции шкафа-витрины фирмы КОХКА в масштабе 1:3,45, на которой с помощью устройства для подачи дыма в холодный воздух модели шкафа, заполненной имитаторами мороженой рыбы – пакетами с охлажденным водным раствором хлористого кальция до температуры $-18 \pm -25^{\circ}\text{C}$. При открывании дверки холодный воздух с дымом будет выходить через проемы открытой двери и места выхода задымленного холодного воздуха будут хорошо видны. Кроме того с помощью тонкого луча света, пробивающего проемы между поверхностями полок и поверхностями имитаторов мороженой рыбы улавливаются с помощью фотоэлемента с усилителем и микровольтметром, что позволяет установить количество ушедшего задымленного воздуха. Так как световой луч поглощается дымом, то фото-элемент фиксирует интенсивность светового луча и таким образом можно судить о количестве ушедшего холодного воздуха через проемы открытой двери. Этот метод мы использовали в 1970-1974гг, когда выполняли работу для Севрыбхолодфлота по защите трюмов от радиационных и конвективных утечек холодного воздуха через горловину открытого трюма на транспортном рефрижераторе “Алексей Венецианов”. На основании этих исследований получено на защитные шторы авторское свидетельство. Но способ задымления мы не публиковали. Теперь мы предлагаем такой способ и устройство.

3. Заключение

- 1) На примере нестационарного теплообмена в шкафах-витринах холодильных установок в магазине ОАО “Норд-Вест ФК” составляется критерий общей эффективности и оптимизации теплообмена;
- 2) Результаты работы, внедренные в практику приносят большой экономический эффект.
- 3) Все материалы исследования будут в ближайшее время представлены на научно-технической конференции.

Список литературы:

- 1) Голубев Б.В., Кобылянский И.Г., Шутов А.В., Лискова Т.Ю. Результаты хронометрирования частоты открывания-закрывания дверей шкафов-витрин в магазине ОАО “Норд-Вест ФК” и расчет его в теории вероятностей и математической статистике // Сб. докл. Международной научно-технической конференции “Наука и образование – 2008”. ФГОУ ВПО «МГТУ». Мурманск. 2008. НТЦ “Информрегистр” от 21.01.08.
- 2) Голубев Б. В., Кобылянский И. Г., Шутов А. В., Долматова Е. В. Экономический эффект от внедрения нового способа температурных испытаний и испытаний на оттаивание шкафов-витрин в магазинах, кулинарных магазинах, ресторанах,

кафе и столовых / Голубев Б. В., Кобылянский И. Г., Шутов А. В., Долматова Е. В. // Вестник МГТУ. – 2007. - Т.10, № 4. - С.577-580.

- 3) Луканин. М. Г. Теплотехника - М.: Высшая школа, 1999. -671с.
- 4) Стабников В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств/В.Н.Стабников, В.М.Лысянский, В.Д.Попов.-М.:Агропромиздат,1985.-503с.

СЕКЦИЯ
«ЭКОЛОГИЯ И ЗАЩИТА
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

Секция «Экология и защита окружающей среды»

Абдулаева А.С. Естественная радиоактивность природных вод Дагестана	482
Баширов Р.Р., Магомедалиев З.Г. Экологическая оценка почв предгорной зоны Дагестана по содержанию свинца	486
Болдырева К.Л. Исследование возможностей использования бурых водорослей-макрофитов в системе экологического мониторинга	489
Васильева Ж.В. Разработка энерго- и ресурсосберегающей технологии в области производства рыбных консервов	492
Воробьев А.Е., Чекушина Е.В. Метод оценки территорий горно-добывающих предприятий и прилегающих к ним населенных пунктов	495
Гасанова З.У., Исламгереева З.А. К оптимизации использования аридных пастбищ через заповедование и лесомелиорацию	498
Даувальтер В.А., Даувальтер М.В., Кашулин Н.А., Сандимиров С.С. Влияние атмосферных выбросов комбината «Североникель» на химический состав донных отложений озер	501
Егоркина Р.Ю. Экологическая оценка методов энергосбережения при вторичном использовании отходов	505
Завалко С.Е. Морфология субстрата прикрепления как регулятор внешнего обмена и качества массы фитообрастания	509
Иванёха Е.В., Магомачиев А.Р. Токсикологическая оценка состояния прибрежной зоны Каспийского моря в районе Махачкалы	513
Ищенко Н.А., Ищенко Н.С. Антропогенное воздействие на биосферу	517
Ищенко Н.С. Глобальные проблемы современности (экологические и международно-правовые аспекты)	521
Канищев А.А., Даувальтер В.А. Современное состояние экосистем озер Мурманской области в условиях разноуровневого промышленного загрязнения	525
Кудряшова М.Ю., Степанова Н.Л. Исследование возможности аэробной стабилизации активного ила ОАО «Протеин»	529
Кузнецова Н.В. Динамика основных биогенов в реке Яхрома	532
Насурлаева З.Ю. Состояние воздушной среды в городах и районах Дагестана	534
Салихов Ш.К., Магомедалиев А.З., Яхияев М.А. Характеристика почв Терско-Сулакской подзоны Дагестана по концентрации валового железа	537
Семенова В.В., Магомедалиев З.Г. Влияние экологических факторов на содержание некоторых тяжелых металлов в <i>Achillea Millefolium L.</i> , <i>A. Filipendulina</i>	541
Систер В.Г., Гриднева Е.С. Повышение экологической безопасности дизельного топлива с помощью ультразвука	544
Третьякова С.Ю., Завалко С.Е. Практическое применение гидроботанических технологий очистки сточных вод	547

Фофанова А.Ю. Влияние деятельности морских портов на экологию территории и акватории (на примере крупнейших зарубежных и отечественных портов).....	552
Шамсутдинова А.И., Мустафин С.К. Современное состояние обращения с отходами в Республике Башкортостан	555

ЕСТЕСТВЕННАЯ РАДИОАКТИВНОСТЬ ПРИРОДНЫХ ВОД ДАГЕСТАНА

Абдулаева А.С. (*Махачкала, ПИБР ДНЦ РАН, лаборатория биогеохимии, salichov72@mail.ru*)

Abstract. The results determine the natural radioactivity of river and spring waters of Dagestan, as well as the content of artificial radionuclides in soils, sediments and natural waters. It was found that the dose load received by the people through drinking water, significantly less than the hygienic standards for radiation safety.

Определяющую роль в радиоактивности гидросферы играют в настоящее время естественные радионуклиды, характер распределения, которых в атмосфере, водной толще и в водных отложениях определяются совокупностью геохимических и биогеохимических процессов, протекавших в гидросфере за время ее существования (1)

Естественная радиоактивность природных вод обусловлена, прежде всего, присутствием радона-222, радона-220 (торона), радия-226, радия-228, радия-224, урана-234, урана-238, калия-40, полония-210, свинца-210; техногенная – стронция-90 и цезия-137 (2–4).

Радионуклидный состав природных вод Дагестана (табл.1) варьирует в очень широком диапазоне и зависит: от типа вод (речные, грунтовые, подземные); литологопетрографического состава комплексов горных пород; характера циркуляции подземных вод в зонах интенсивного и затрудненного водообмена; композиции общей минерализации (ионно-солевого состава); водородного показателя и окислительно-восстановительного потенциала. Главной причиной, определяющей химический состав родниковых вод, является их связь с горными породами. Исключительное разнообразие состава вмещающих пород, разная интенсивность их растворения и выщелачивания, а также разная длительность контакта воды с ними в процессе выхода на дневную поверхность предопределяют пестроту радиохимического состава питьевых вод Дагестан.

Однако такое радиоэкологическое разнообразие дагестанских питьевых вод не является исключением. Как справедливо отмечают авторы (4, 6–8), говорить о каких-либо конкретных фоновых значениях радиоактивности природных вод затруднительно, поскольку «диапазон вариаций содержания одного конкретного радионуклида даже в водах одного типа в пределах единой климатической зоны может достигать одного порядка, а в разных климатических зонах – три и более порядка». В качестве подтверждения в табл.1 приведены радиохимические составы рек и подземных вод Европейской части России. Отмечается также, что в водах артезианских скважин и минеральных источников аридных областей содержание ^{238}U и ^{226}Ra может достигать несколько сот и даже несколько тысяч Бк/л.

Естественные радионуклиды переходят из пород и почв в воду, как правило, за счет растворения минералов и выщелачивания, техногенные – за счет глобальных выпадений. Однако в природных водах, из-за различия миграционных способностей радиоактивных элементов и их изотопов, происходит нарушение радиоактивного равновесия в рядах урана и тория, а потому соотношения между разными изотопами одного элемента могут отличаться от равновесных в десятки и сотни раз. Кроме того, состав природных вод Дагестана, подчиняясь явлениям климатической зональности и под влиянием физико-химических и микробиологических воздействий, претерпевает (за счет окисления, осаждения, сорбции, улетучивания) серьезные изменения при

переходе от зоны, где осадки преобладают над испарением (высокогорный Дагестан), к зоне, где испарение преобладает над осадками (равнинный Дагестан).

Таблица 1. Объемная активность некоторых радионуклидов в водах Дагестана, Бк/л.

№п/п	Река, родник	^{238}U	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$
Реки, радиохимический анализ						
1.	Терек	<2.4	<0.05	<0.3	<0.3	<0.02
2.	Шура-Озень	<2.4	<0.05	<0.3	<0.3	<0.02
3.	Сулак	<2.4	<0.05	<0.3	<0.3	<0.02
4.	Самур	<2.4	<0.05	<0.3	<0.3	<0.02
Реки, хромато-масс-спектральный анализ						
1.	Терек	0.0370	<0.0008	-	0.292	<0.02
2.	Шура-Озень	0.0154	<0.0008	-	0.234	<0.05
3.	Сулак	0.0104	<0.0008	-	0.352	<0.07
4.	Самур	0.0569	<0.0008	-	0.075	<0.01
Родники, хромато-масс-спектральный анализ						
1.	Гунибский	0.0323	<0.0004	н.о.	0.302	<0.01
2.	Гунибский	0.1505	<0.0004	н.о.	0.102	<0.02
3.	Гунибский	0.0373	<0.0004	н.о.	0.380	<0.01
4.	Гунибский	0.0273	<0.0004	н.о.	0.092	<0.01
5.	Гумбетовский	0.0012	<0.0004	н.о.	0.034	<0.03
6.	Гумбетовский	0.0150	<0.0004	н.о.	0.067	<0.03
7.	Гумбетовский	0.0024	<0.0004	н.о.	0.092	<0.02
8.	Гумбетовский	0.0111	<0.0004	н.о.	0.143	<0.04
9.	Ахтынский	0.4582	<0.0008	н.о.	0.185	<0.01
10.	Ахтынский	0.1061	<0.0008	н.о.	0.563	<0.01
11.	Ахтынский	0.0248	<0.0008	н.о.	0.145	<0.03
12.	Ахтынский	0.0336	<0.0008	н.о.	0.395	<0.03
Реки и подземные воды Европейской части России (min – max) (2, 3, 6, 9)						
Реки		0.005 – 1.85	$4 \cdot 10^{-5}$ – $4 \cdot 10^{-4}$	0.004 – 0.155	0.037 – 0.37	
Подземные воды		0.003 –123	$2 \cdot 10^{-4}$ – 1.80	0.004 – 18.5	1.11 –3.70	

Примечание: н.о. – не обнаружено, прочерк – не определялось, < – определение на пороге чувствительности метода. Уровни вмешательства для питьевых вод: ^{238}U – 3.0 Бк/кг; ^{232}Th – 0.6 Бк/кг; ^{226}Ra – 0.5 Бк/кг.

Вместе с тем, радиоактивность родниковых вод Дагестана достаточно отчетливо отражает строение геологических структур, в которых они формируются. Наименее радиоактивными являются (табл. 1) родниковые воды известнякового Дагестана (Гумбетовский район), наиболее радиоактивными – воды сланцевого Дагестана (Ахтынский район). Так, различие в содержании ^{238}U в этих водах достигает 20 и более раз, но не превышает уровня вмешательства для питьевой воды (3.0 Бк/кг). Промежуточное положение занимают воды, формирующиеся в глинистых сланцах с массивными пластами известняков и доломитов (Гунибский район).

Согласно литературным данным (3, 4, 6, 7), суммарная α -активность речных вод средней полосы Европейской части России изменяется в пределах 0.04–0.25 Бк/л, суммарная β -активность – в пределах 0.35–0.85 Бк/л, подземных вод соответственно в пределах 0.04–0.36 Бк/л и 1.2–4.2 Бк/л. Из табл.2 следует, что общая α - и β -активность природных вод Дагестана находится в пределах обычных природных вариаций.

Таблица 2. Общая α - и β -активность природных вод Дагестана, Бк/л

Река, родник	Общая α -активность	Общая β -активность
Терек	0.13±0.10	0.92±0.80
Шура-Озень	0.09±0.05	0.65±0.43
Сулак	0.06±0.06	1.33±0.88
Самур	0.27±0.19	0.31±0.32
Родник, Гунибский р-он	0.11±0.09	1.46±0.95
Родник, Гумбетовский р-он	0.03±0.03	0.64±0.51
Родник, Ахтынский р-он	0.19±0.15	0.72±0.47
По данным (3, 4, 6, 7)		
Реки (min – max)	0.04 – 0.25	0.35 – 0.85
Подземные воды (min – max)	0.04 – 0.36	1.2 – 4.2
Питьевые воды Москвы (min – ср– max)	0.03 – 0.17–1.43	0.02 – 0.36 – 0.98

В большинстве случаев именно эти ЕРН определяют реальные дозы облучения населения за счет потребления питьевой воды. Другие же α - и β -излучатели отнесены к категории низкой токсичности. Зарубежные исследователи (9, 10, 11) также рассматривают уровень суммарной α -активности 0.1 Бк/л не как предельно допустимый параметр, а как указание на необходимость проведения поэлементного радиохимического анализа воды

Однако 57.1% проб воды превышает гигиенический норматив общей альфа-активности (0.1 Бк/л) и 28.6% – гигиенический норматив по общей бета-активности (1.0 Бк/л). Для оценки реальной опасности таких питьевых вод для здоровья населения требуется проведение углубленного изучения их радионуклидного состава с отбором проб во все сезоны года. Высокая $\alpha\alpha$ исследованных нами родниковых вод, по-видимому, обусловлена большим подтоком обогащенных ураном и радием вод из зон затрудненного водообмена, а терской воды – попаданием в реку пластовых нефтяных вод, содержащих повышенные концентрации ЕРН, и развитием в бассейне горнорудной промышленности.

Другим нормируемым показателем радиационной безопасности воды является удельная активность природных изотопов радона – концентрация ^{222}Rn в воде не должна превышать 60 Бк/л, а в минеральных лечебных водах – 185 Бк/кг (12).

Содержание радона в воде зависит от источника водоснабжения, колеблется от 0 до 100млн. Бк/м³. Много радона может содержать вода из глубоких скважин или артезианских колодцев. Например, в подземных водах его концентрация может изменяться от 4 – 5 Бк/л. Т.е. в миллион раз. В водах озёр и рек концентрация радона редко превышает 0,5 Бк/л, а в водах морей и океанов – не более 0,05 Бк/л (13).

Специальные исследования по содержанию радона и дочерних продуктов его распада в природных водах Дагестана нами не проводились, но достаточно уверенно можно констатировать, во-первых, что удельная активность ^{222}Rn в речных водах будет (из-за сильной аэрации) существенно меньше, чем в родниковых и, во-вторых, что содержание радона, по меньшей мере, в 90% родниковых водах, определяющих дозовую нагрузку на население, будет (из-за небольшого содержания урана в почвах и породах) ниже нормативной величины.

Водная среда характеризуется низкими, по сравнению с почвами и породами, значениями торий-уранового отношения (табл. 2). Основная причина нарушения радиоактивного равновесия в водной фазе заключается в том, что уран в природных условиях существует в четырех U^{4+} и шести U^{6+} (в форме уранил-иона UO_2^{+2}) валентном состояниях, торий – только в шестивалентном состоянии Th^{6+} (ионы Th^{4+}

устойчивы в лишь кислых средах). Это обуславливает (14, 15) различную растворимость соединений тория и урана в воде (например, растворимость в воде $\text{Th}(\text{OH})_4$ составляет примерно 10^{-14} моль/л, $\text{U}(\text{OH})_4 \sim 10^{-12}$ моль/л, $\text{UO}_2(\text{OH})_2 \sim 10^{-9}$ моль/л), что и приводит к преобладанию содержания урана над торием. Такая закономерность (преобладание содержания урана над торием) характерна не только для воды, но и для растений и всего живого. В целом же выполнение неравенства $(^{232}\text{Th}/^{238}\text{U})_{\text{вода}} < (^{232}\text{Th}/^{238}\text{U})_{\text{дон. отл.}} < (^{232}\text{Th}/^{238}\text{U})_{\text{почвы}}$ указывает, что в ряду почвы → донные отложения → вода миграционная способность урана увеличивается в большей степени, чем миграционная способность тория. Уменьшение миграционной способности тория, возможно, связано также с образованием карбонатных и сульфатных комплексов в водной среде.

На основании полученных данных можно заключить, что содержание ЕРН в питьевых водах Дагестана находится в пределах естественных вариаций и отношение суммы концентрации ЕРН к их уровням вмешательства существенно меньше единицы, а потому они (во всяком случае, подавляющая часть родниковых вод) не нуждаются ни в оптимизации, ни в нормировании. Вместе с тем полученные нами значения суммарной альфа- и бета-активности указывают на необходимость определения поэлементного радиохимического состава некоторых речных и родниковых вод Дагестана.

Список литературы:

- 1) Сапожников Ю.А., Алиев ВР.А., Калмыков С.Н. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 286 с.
- 2) Бутаев А.М., Абдулаева А.С., Гуруев М.А. Естественные радионуклиды в почвах и породах Дагестана // Вестник Дагестанского научного центра. 2006. № 23. С. 59–65.
- 3) Токарев А.Н., Куцель Е.Н. Фоновые концентрации радиоактивных элементов в природных водах и методы их определения // Радиогидрогеологический метод поисков месторождений урана. М.: Недра, 1975.
- 4) Вода питьевая. Сборник государственных стандартов. М.: Изд-во стандартов, 1994.
- 5) Булатов В.И. Россия радиоактивная. Новосибирск: Изд-во ЦЭРИС, 1996. 283 с.
- 6) Баранов В.И., Титаева Н.А. Радиогеология. М.: Изд-во МГУ, 1973.
- 7) Титаева Н.А. Ядерная геохимия. М.: Изд-во МГУ, 1992.
- 8) Методические рекомендации по определению радиоактивного загрязнения водных объектов. М.: Гидрометеиздат, 1986.
- 9) Louis V. Kriege, Rolf M.A. Nahne. Ra-226 and Ra-228 in Iowa drinking water // Health Physics. 1982. V. 43. P. 543–559.
- 10) Stewart B.D., McKlveen J.W., Glinski R.L. Determination of uranium and radium concentration in the waters // J. Radional. and Nucl. Chem. 1988. N 6. P.
- 11) Castly R.G. Radioactivity in water supplies // J. Inst. Water Environ Makag. 1988. N 6. P. 275-282.
- 12) Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. М.: Минздрав РФ, 1999. 116 с.
- 13) Усманов С.М. Радиация. Справочные материалы. – М.: Гуманит. Изд. центр ВЛАДОС, 2001. – 176 с.
- 14) Искра А.А., Бухаров В.Г. Естественные радионуклиды в биосфере. М.: Энергоиздат, 1981.
- 15) Смыслов А.А. Уран и торий в земной коре. Л., Недра, 1974.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ ДАГЕСТАНА ПО СОДЕРЖАНИЮ СВИНЦА

Баширов Р.Р., Магомедалиев З.Г. (*Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН, pibrdncran@iwt.ru*)

Abstract. The total maintenance and the mobile form of lead in soils of a foothill zone of Daghestan in the depending of various factors is studied. The ecological estimation of degree of impurity of soils is given by lead.

Актуальность исследований тяжелого элемента – свинца в почвах обусловлена его экологическим влиянием на растительный и животный организмы.

По токсичности, распространенности и способности накапливаться в пищевых продуктах, свинец признан одним из приоритетных загрязнителей биосферы и поэтому подлежит первоочередному контролю в объектах окружающей среды.

Почва является важным звеном в миграции и трансформации загрязняющих веществ в ландшафтах. Она играет особую экологическую роль в силу способности аккумулировать загрязняющие вещества, и в частности, тяжелые металлы. Из природных факторов, обуславливающих уровень валового содержания тяжелых металлов в почве, на первое место следует поставить фактор почвообразующей породы, от которой почва наследует свой минералогический состав, а следовательно, и естественное содержание тяжелых металлов. Не менее важным природным фактором, определяющим содержание тяжелых металлов в почве, является тип почвообразования, приводящий к перераспределению металлов по профилю почв, их биогенной аккумуляции в гумусовых горизонтах. Свинец действует на почву неоднозначно: в небольшом количестве (менее ПДК) способствует повышению урожайности на 5%, а в большом количестве отрицательно влияет на развитие растений, животных и микроорганизмы придорожной территории, уменьшая их численность (2).

В естественных условиях свинец накапливается в верхних слоях почвы глубиной до 10 см, а в пахотном слое – на всю глубину пахоты. Это обусловлено высокой адсорбционной способностью гумусового горизонта почв по отношению к свинцу. С другой стороны, отмечается возможность незначительной миграции свинца в дерново-подзолистых почвах и транзитный перенос его из верхних горизонтов в нижние. Адсорбция свинца гумусом и устойчивость свинцово-гумусных связей увеличивается при подщелачивании среды. Кроме гумуса в фиксации свинца почвой, хотя и в меньшей степени, участвуют глинистые минералы. Механизм их фиксации зависит от кислотности среды. В целом же свинец достаточно прочно удерживается почвой. (1).

В этой работе ставилась цель – исследовать содержание и распределение свинца в почвах предгорной зоны Дагестана в зависимости от экологических факторов, определить фоновые уровни и дать экологическую оценку загрязненности почв свинцом.

Предгорная зона Дагестана занимает 0,84 млн. га или 15,8 % всей площади республики и приурочена к абсолютным отметкам 150 (200) - 850 (1000) м. над уровнем моря. Регион играет важную роль в социально-экономическом развитии Дагестана. Здесь возделываются зерновые и овощные культуры, развито садоводство и виноградарство.

Особенности почвообразования в предгорной зоне определяются сложным геологическим строением, разнообразием рельефа и климата. Почвообразующими

породами являются песчано-глинистые отложения третичного периода. Ближе к горам залегают юрские и меловые отложения (сланцы и известняки).

Широко распространенными типами почв в исследуемом регионе являются: темно-каштановые, коричневые, бурые лесные, горно-каштановые и горно-луговые. Половину общей площади почвенного покрова предгорий составляют коричневые и бурые лесные почвы.

Объектом нашего исследования были основные типы почв Буйнакского Новолакского и Казбековского административных районов предгорной зоны Республики Дагестан.

Определение валового содержания свинца в почвенных образцах проводилось рентгено-флуоресцентным методом, подвижного в ацетатно-аммонийной вытяжке на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Hitachi 170-70».

Исследованиями установлено, что содержание валового свинца в почвах (табл.) исследуемого региона незначительно превышает его кларк в литосфере и колеблется в горизонте А от 12, 70 мг/кг (горно-каштановая) до 17,68 мг/кг (горно-луговая). Валовое содержание свинца в темно-каштановых и коричневых почвах незначительно повышается от горизонта А к горизонту С, что связано с типом почвообразующей породы. В основном почвообразующие породы этих почв глинистые и в них больше содержится свинец. Бурые лесные, горно-каштановые и горно-луговые почвы в основном формируются на известняках, в которых содержится мало свинца.

Таблица. Содержание свинца в генетических горизонтах почв предгорной зоны Дагестана

Тип почв	Горизонт	Свинец, мг/кг		
		валовой	подвижный	% от валового
Коричневая	А	14,01	1,56	11,13
	В	16,50	1,62	9,81
	С	17,54	1,60	9,12
Темно-каштановая	А	15,77	1,61	10,21
	В	15,42	1,30	8,43
	С	16,17	1,52	9,40
Бурая лесная	А	16,50	1,36	8,24
	В	15,31	1,05	6,86
	С	14,98	0,94	6,28
Горно-каштановая	А	12,70	0,74	5,83
	В	12,64	0,72	5,70
	С	10,95	0,67	6,12
Горно-луговая	А	17,68	0,63	3,56
	В	14,62	0,75	5,13
	С	13,63	0,63	4,62

Почвы предгорной зоны по содержанию свинца существенно не отличаются от почв равнинной зоны Дагестана. По предыдущим нашим исследованиям (3) количество валового свинца в почвах равнинной зоны колебалось от 10,8 (светло-каштановые) до 18, 0 (солончаки) мг/кг.

Между содержанием гумуса и валового свинца в горизонте А всех исследуемых почв отмечена отрицательная корреляция ($r = -0,33$), а для горизонта В корреляция не выражена. Имеются данные, свидетельствующие о высокой биогенной аккумуляции свинца в гумусовом горизонте (5). По нашим исследованиям для одних

типов почв характерна аккумуляция, а для других нет, и это зависит в основном от конкретного места закладки почвенного разреза.

Между показателями рН и валовым содержанием свинца выявлена отрицательная корреляция. Для темно-каштановых и горно-луговых почв выявлена корреляция сильной степени ($r > -0,60$), а для коричневых и горно-каштановых почв – средней степени ($r = -0,30-0,50$). Для бурых лесных почв корреляция не выражена.

Для понимания экологической опасности загрязнения почв важно знать содержание не только валовых форм, но и подвижных форм соединений тяжелых металлов и их соотношение с валовыми. Количество подвижного свинца в горизонте А исследуемых почв значительно меньше ПДК (6 мг/кг) и колеблется от 0,63 до 1,61 мг/кг. По этим показателям исследуемые почвы можно отнести к группе со средним содержанием свинца, а к загрязненным почвам по литературным данным (4.) относятся почвы, содержащие более 5 мг/кг подвижного свинца.

Пахотные горизонты почв, где возделываются плодовые культуры (Буйнакская опытная станция плодово-ягодных культур) характеризуются повышенным содержанием валового свинца (19,4 мг/кг) по сравнению с естественными почвами, но не превышает ПДК (32 мг/кг). Показатели подвижной формы в этих почвах также не значительно выше, чем в естественных почвах. Это, видимо, связано с широким использованием в садах удобрений и пестицидов, за счет которых происходит незначительное повышение свинца в почвах.

Из приведенных данных видно, что содержание подвижных форм свинца уменьшается от горизонта А к горизонту С и это характерно для всех типов почв, причем в горно-каштановых и горно-луговых почвах подвижного свинца содержится в два раза меньше, чем в остальных типах почв. Максимальное количество (10-11%) от валового содержания приходится на коричневые и темно-каштановые почвы, а минимальное (3,56%) на горно-луговые почвы.

Для прогноза оценки последующего загрязнения почв ТМ необходимо знать точку отсчета, т.е. фоновое содержание. Исследователи приводят разные данные по фоновому содержанию ТМ. Для разных почв показатели колеблются от 6 до 20 мг/кг. Фоновыми показателями свинца для естественных почв предгорной зоны по нашим данным можно считать 15-20 мг/кг.

Полученные результаты показали, что по уровню концентрации валовой и подвижной форм свинца естественные и антропогенные почвы исследуемой территории не имеют значительного техногенного загрязнения.

Содержание свинца в почвах предгорной зоны определяется, в основном, типом и составом почвообразующих пород и физико-географическими условиями формирования почвенного профиля.

Список литературы:

- 1) Беккер А.А., Агаев Т.Б. Охрана и контроль загрязнения природной среды. Ленинград. Гидрометеиздат., 1989 г.
- 2) Иванов В.Н., Ерохов В.И. Проблемы больших городов: обзорная информация. М: МГЦНТИ, 1982. Вып.14, 25 с.
- 3) Мирзоев Э.М-Р, Магомедалиев З.Г. Содержание тяжелых металлов в почвах и грунтовых водах Северо-Западного Прикаспия //Экологические проблемы Прикаспийской низменности. Махачкала, 1991. С.59-65.
- 4) Орлов А.С., Безуглова О.С. Биогеохимия. Ростов-на-Дону, 2000. С. 226-273.
- 5) Приходько Н.Н. Ванадий, хром, никель и свинец в почвах Притиссенской низменности и предгорий Закарпатья. //Агрохимия, 6, 1977. С.44-49.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ-МАКРОФИТОВ В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Болдырева К.Л. (Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и ЗОС, boldyreva_xenia@mail.ru)

Проблема организации системы экологического мониторинга состояния прибрежных морских экосистем приобретает особое значение в условиях стремительно нарастающего загрязнения прибрежной зоны моря. Современные подходы к оценке состояния водных экосистем базируются, преимущественно, на гидрохимической оценке, основанной на сравнении концентраций вредных веществ в воде с величинами ПДК. Однако, водная среда динамична, следовательно, для получения представительной и надежной информации о состоянии водного объекта необходимо увеличение количества измеряемых параметров, а также повышение частоты отбора проб, что в свою очередь значительно увеличивает затраты на проведение мониторинга. В связи с этим, на настоящий момент актуальным представляется разработка новых вариантов экологического мониторинга, позволивших бы удешевить стоимость проведения мониторинговых исследований, увеличить их частоту и представительность данных. Методы биоиндикации в значительной степени позволяют дополнить систему гидрохимических оценок и повысить достоверность и представительность получаемых данных, и, как результат, дать более информативный ответ на вопрос о состоянии экосистемы.

Целью настоящего исследования является изучение возможностей использования бурых водорослей-макрофитов в качестве биоиндикаторов в системе экологического мониторинга загрязнения морских вод.

Материалы и методы исследования

Полевые исследования проводились на литорали Кольского залива весной 2008 г. в районе поселков Белокаменка, Абрам-мыс и в районе Морвокзала.

Объект исследования - фукус пузырчатый, является одним из доминантных видов на Мурманском побережье, обладает большой экологической пластичностью, а также проявляет высокую способность к аккумуляции тяжелых металлов (Камнев, 1989; Макаров, Шошина, 1993; Воскобойников, 2001).

Биохимические исследования включали в себя определение общего азота и цинка в биомассе водорослей. Содержание общего азота определяли методом мокрого сжигания с дальнейшим определением с реактивом Несслера. Содержание цинка в биомассе водорослей определяли методом пламенной атомно-абсорбционной спектрофотометрии (ААС) на спектрофотометре АА-6800 фирмы «SHIMADZU» (Япония). Подготовку проб для анализа проводили способом сырого озоления на микроволновой установке пробоподготовки МС-6 фирмы «Вольта».

Популяционные исследования включали в себя определение общей численности (N_e) и сырой биомассы (W_t сыр) слоевищ на учетных площадках размером $0,25 \text{ м}^2$, отобранных на трех участках литорали Кольского залива.

Результаты и обсуждение

Гидрохимические исследования показали, что определить уровень загрязнения водоема по гидрохимической оценке не всегда представляется возможным вследствие динамичности и подвижности водной среды. Обращение к биохимическим анализам

водорослей позволяет получить более представительные данные, интегрированные за продолжительный период.

В работе было проанализировано содержание общего азота в водорослях с трех контрольных точек. Обнаружено закономерное увеличение содержания общего азота в тканях фукусов по направлению от Белокаменки к Морвокзалу (рис. 1). Повышенное накопление азотистых веществ водорослями свидетельствует об увеличении их содержания в воде вследствие загрязнения. Таким образом, можно говорить о значительном возрастании загрязнения экосистемы залива в направлении к его южной кутовой части.

Живые организмы аккумулируют металлы пропорционально их содержанию в среде. Именно это их свойство позволяет использовать наиболее распространенные виды фукоидов для биомониторинга загрязнения среды тяжелыми металлами.

Для исследования накопления фукоидами тяжелых металлов был выбран цинк как индикатор антропогенной освоенности территории. Максимальное содержание цинка характерно для водорослей, обитающих в районе Морвокзала, в районе Белокаменки концентрация цинка в биомассе фукоидов наименьшая (рис. 1). Вне зависимости от исследуемого района, наибольшее содержание цинка получено для молодых водорослей. Обладая большей удельной поверхностью по сравнению со взрослыми, они проявляют наилучшую способность к накоплению данного элемента.

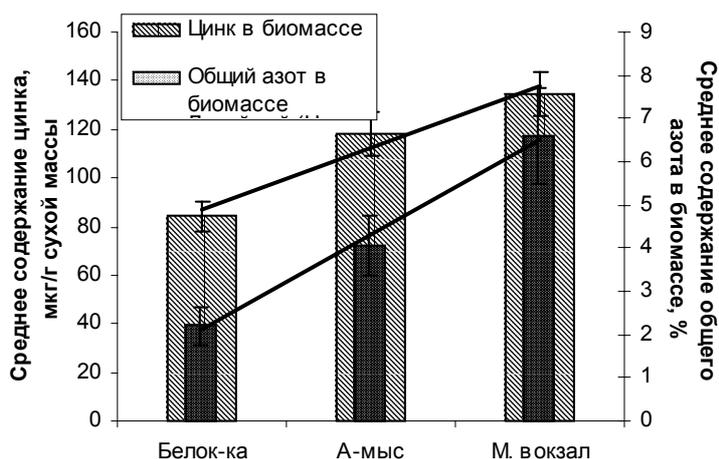


Рис. 1. Средние значения содержания цинка и общего азота в биомассе фукуса пузырчатого из различных местообитаний.

Согласно литературным данным, общепризнанным объектом мониторинга являются донные отложения, но водоросли имеют ряд преимуществ перед ними (Коженкова и др, 2000):

1. накапливают только биодоступные формы элементов, которые передаются по пищевой цепи;
2. концентрация микроэлементов в тканях макрофитов не подвержена кратковременным флуктуациям, является усредненным интегральным показателем относительной биологической доступности металлов в конкретных условиях.

Оценка степени загрязнения водоема по состоянию популяций сводится к выявлению аномалий в их размерно-возрастной структуре. Популяционные исследования показали увеличение общей численности фукусов на учетной площадке при нарастании загрязнения среды от Белокаменки к Морвокзалу. Однако, происходит это за счет увеличения доли молодых возрастных групп и вытеснения старших. Так, для белокаменской популяции доля молодых водорослей в общей численности составляет примерно 64%, для популяции с литорали Абрам-мыса – 73,3 %, для популяции с литорали порта г. Мурманска – 80,2%. Необходимо отметить, что молодые

особи обладают более интенсивным обменом со средой (Хайлов с соавт., 1992). Поэтому можно заключить, что такая реакция сообщества является показателем приспособления к увеличению влияния химического градиента в среде.

При анализе распределения биомассы по возрастным группам получены аналогичные результаты: при увеличении загрязнения среды все большую роль в формировании биомассы начинают играть молодые водоросли. Для Белокаменки этот возраст начинается в 7,5 лет, для Абрам-мыса и порта соответственно 6 и 5,5 лет.

По результатам проведенных исследования можно сделать следующие выводы:

1. Биохимические исследования биомассы фукусов подтвердили наличие выраженного градиента химического загрязнения Кольского залива.
2. Загрязнения морской среды приводит к изменению размерно-возрастной структуры популяций фукусов, а именно – к ее омоложению и измельчению.
3. Наибольшую способность к накоплению загрязняющих веществ проявляют молодые слоевища водорослей, что позволяет их использовать для экспресс-оценки состояния морской экосистемы.
4. Фукусковые водоросли являются адекватным биоиндикатором и рекомендуются к использованию в системе экомониторинга состояния морских прибрежных экосистем.

Список литературы:

- 1) Воскобойников, Г.М. Об устойчивости фукуса пузырчатого к факторам внешней среды / Г.М. Воскобойников // Биологические основы устойчивого развития прибрежных морских экосистем: тезисы докладов международной конференции: Мурманск, 25-28 апр. 2001. – Апатиты, 2001. С. 53-54.
- 2) Коженкова, С.И. Долговременный мониторинг загрязнения морских вод северного Приморья тяжелыми металлами с помощью бурых водорослей // С.И. Коженкова, Н.К. Христофорова, Е.Н. Чернова. – Экология, №3, 2000.
- 3) Камнев, А.Н. Структура и функции бурых водорослей, учебное издание / зав. редакцией Н.М. Глазкова. – М.: Изд. Московского университета, 1989. – 200 с.
- 4) Макаров, В.Н., Шошина, Е.В. Рациональное использование водорослей-макрофитов прибрежья Кольского полуострова. РАН, КНЦ ММБИ: Апатиты, 1993.- 54 с.
- 5) Хайлов К.М., Празукин А.В., Ковардаков С.А. Функциональная морфология морских многоклеточных водорослей. - Киев: Наук. Думка, 1992. - 280 с.

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВА РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ

Васильева Ж.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды, kuchugura@mail.ru)

Стратегия работ в области защиты окружающей среды сегодня направлена, главным образом, на предотвращение загрязнения, создание новых, так называемых чистых энерго- и ресурсосберегающих технологий и производств (2,5). Передовые мировые технологии обеспечивают производство продукции с минимально возможными энергетическими и материальными затратами, основываясь на том, что величина энерго- и материалопотребления связана с уровнем загрязнения окружающей среды прямой зависимостью (3).

В настоящее время существует значительный резерв экономии энергоресурсов на уровне технологий производства рыбных консервов. Как известно, производство рыбных консервов является одним из наиболее энергоемких производств в пищевой промышленности, причем основная доля энергопотребления приходится на процесс стерилизации (1).

Классическим решением взаимоисключающих требований к технологии стерилизации консервов – обеспечить микробиологическую безопасность продукта с учетом сохранения его качества и снизить энерго- и материалоемкость производства, является разработка технологии термостабилизированных консервов. Примеры реализации этой энерго- и ресурсосберегающей технологии теплового консервирования имеются в ряде зарубежных стран (Японии, США, Австрии, Швеции, Германии и многих других), где технологии термостабилизированных продуктов широко внедрены в промышленное производство. Кроме задачи снижения нагрузки на окружающую среду посредством снижения ресурсопотребления, данная технология обеспечивает получение продукта, сохраняющего уникальные питательные и лечебно-профилактические свойства рыбы и рыбопродуктов за счет снижения жесткости тепловой нагрузки на биологически ценные лабильные компоненты рыбного сырья (4).

Технология термостабилизированных консервов предусматривает снижение продолжительности тепловой обработки до минимально допустимой микробиологической эффективности, рассчитанной в отношении гибели клеток и спор возбудителей ботулизма и возможности длительного хранения продукта при обычной температуре.

Действующие в нашей стране режимы стерилизации рыбных консервов диктуют продолжительность стерилизации, в 2-5 раз превышающую минимальный микробиологический норматив и соответственно сопоставимые затраты энергоносителей. В этих условиях обоснование и разработка ресурсосберегающих режимов термостабилизации является прогрессивным направлением экологизации технологий производства рыбных консервов.

Анализ теоретических аспектов технологии производства консервов показал, что научные основы ресурсосберегающего процесса теплового консервирования сводятся к решению математической модели, описывающей необходимость устранения или снижения влияния факторов, обуславливающих превышение фактической эффективности процесса тепловой стерилизации по отношению к требуемому нормативному значению летальности (рис.1).

$$\begin{array}{ccc}
 \min \leftarrow V & \left| \begin{array}{c} L_T^Z = F_T^Z \end{array} \right| & D \rightarrow \min \\
 \min \leftarrow f_h & & n \rightarrow \min
 \end{array}$$

$$L_T^Z = \int K_F \times d\tau; \quad F_T^Z = n \times D_{121,1C} = 12 \times 0,21 \approx 3,0 \text{ усл. мин.}$$

$$L_T^Z = \int \int \frac{1}{BTG} \times d\tau \times dV \quad F_N^Z = D_{121,1C} \times \left(\lg \frac{Co \times V \times 10}{S} + x \right) = 12 \times 0,7 = 8,4 \text{ усл. мин.}$$

Рис. 1. Условия оптимизации процесса стерилизации консервов.

Задача создания энерго- и ресурсосберегающей технологии производств рыбных консервов решалась путем оптимизации микробиологической и теплофизической составляющих процесса стерилизации (4).

Анализ микробиологической составляющей позволил научно обосновать параметры режимов термостабилизации рыбных консервов с использованием констант термоустойчивости тест-культуры *Cl.botulinum* в их суспензиях, обеспечившие полную гибель клеток и спор наиболее термоустойчивых патогенных микроорганизмов и безопасность потребления продукта в пищу. Замена непатогенного тест-микроорганизма *Cl.sporogenes-25*, используемого в настоящее время для расчетов режимов стерилизации рыбных консервов на менее термоустойчивый, но патогенный для человека, *S.botulinum B-364* позволяет в 2-5 раз снизить энергонагрузку процесса тепловой обработки, повысить качество, пищевую ценность готового продукта и улучшить эколого-экономическую составляющую процесса.

Анализ теплофизической составляющей позволил установить константы термической инерции продукта f_h , характеризующие скорость его прогрева в процессе термостабилизации консервов, значения которых определены в пределах от 17 до 45 мин в соответствии с их массой (100 - 350г). Рассчитанные на их основе более точные уровни требуемой летальности режимов на 5-7% отличались от результатов традиционных расчетов по микробиологическим константам термоустойчивости тест-культуры *S.sporogenes-25*, что позволяет использовать их для оперативного определения параметров (время – температура) минимально необходимой тепловой обработки.

Экспериментально подтверждена эффективность использования для расчета фактической летальности режимов аналитического метода в модификации Ч.Стамбо (Массачусетский университет, США) (6). Метод позволил на 13 -15% полнее определить стерилизующее действие режимов термостабилизации.

Проведена корректировка и апробация ряда действующих промышленных режимов за счет сокращения периода тепловой нагрузки при стерилизации с учетом микробиологических требований обеспечения промышленной стерильности консервов в отношении *S.sporogenes-25*, а также безопасности продукта в отношении возбудителя ботулизма. Действующие режимы стерилизации консервов, фасованных в банки № 6, 8 сокращены на 15 –20 минут, в банке № 1 на 5-10 минут. Фактическая летальность скорректированных режимов не превышает 4 усл. мин., что соответствует требованию концепции «12D», установленной ФАО/ВОЗ.

Полученные результаты имеют ресурсосберегающий эффект, который будет получен при промышленном освоении новых технологий термостабилизации рыбных консервов, гарантирующих снижение затрат на проведение процесса стерилизации и сохранение в готовом продукте незаменимых пищевых компонентов.

Список литературы:

- 1) Анализ хозяйственной деятельности предприятия / Под общ. ред. Л.Л. Ермолович. - М.: Интерпрессервис, 2001.- 576 с.
- 2) Безруких П.П., Арбузов Ю. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии. С.-Пб. Наука. 2002
- 3) Гридэл Т.Е. Алленби Б.Р. Промышленная экология.- М.:ЮНИТИ, 2004
- 4) Кучугура Ж.В. Изыскание научно обоснованных параметров процесса термостабилизации рыбных консервов: Автореф. дис. канд.техн.наук. - Калининград., 2002.- 27 с.
- 5) Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Технология энергосбережения. Учебник. .М.: Форум-Инфра-М. 2006. -224 с.
- 6) Stumbo G.R. and Longley R.E. New Parameters for Process Calculation// Food Technologi, vol.20, №3, 1976, 109 -114

МЕТОД ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИЙ ГОРНО-ДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ПРИЛЕГАЮЩИХ К НИМ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Воробьев А.Е., Чекушина Е.В. (Москва, РУДН, кафедра нефтепромысловой геологии, горного и нефтегазового дела, fogel_al@mail.ru)

В результате интенсивного освоения во второй половине XX века урановых месторождений, в зонах разработки отдельных месторождений и в прилегающих к ним значительных по своим размерам районах сложились экологически опасные ситуации регионального масштаба с проблемами трансграничного характера. В частности, указанные экологические условия в свое время сложились в зонах разработки урановых месторождений.

К числу наиболее важных проблем, решение которых требует принятия неотложных мер (как на национальном, так и на международном уровне) относится критическое состояние хвостохранилищ радиоактивных и токсичных отходов горнорудного производства.

Таким образом, верхняя часть почвенного слоя на всех месторождениях загрязнена. Наиболее интенсивное загрязнение наблюдается в непосредственной близости к местам расположения отходов горнодобывающей промышленности, а по мере удаления от загрязняющих объектов, постепенно уменьшается.

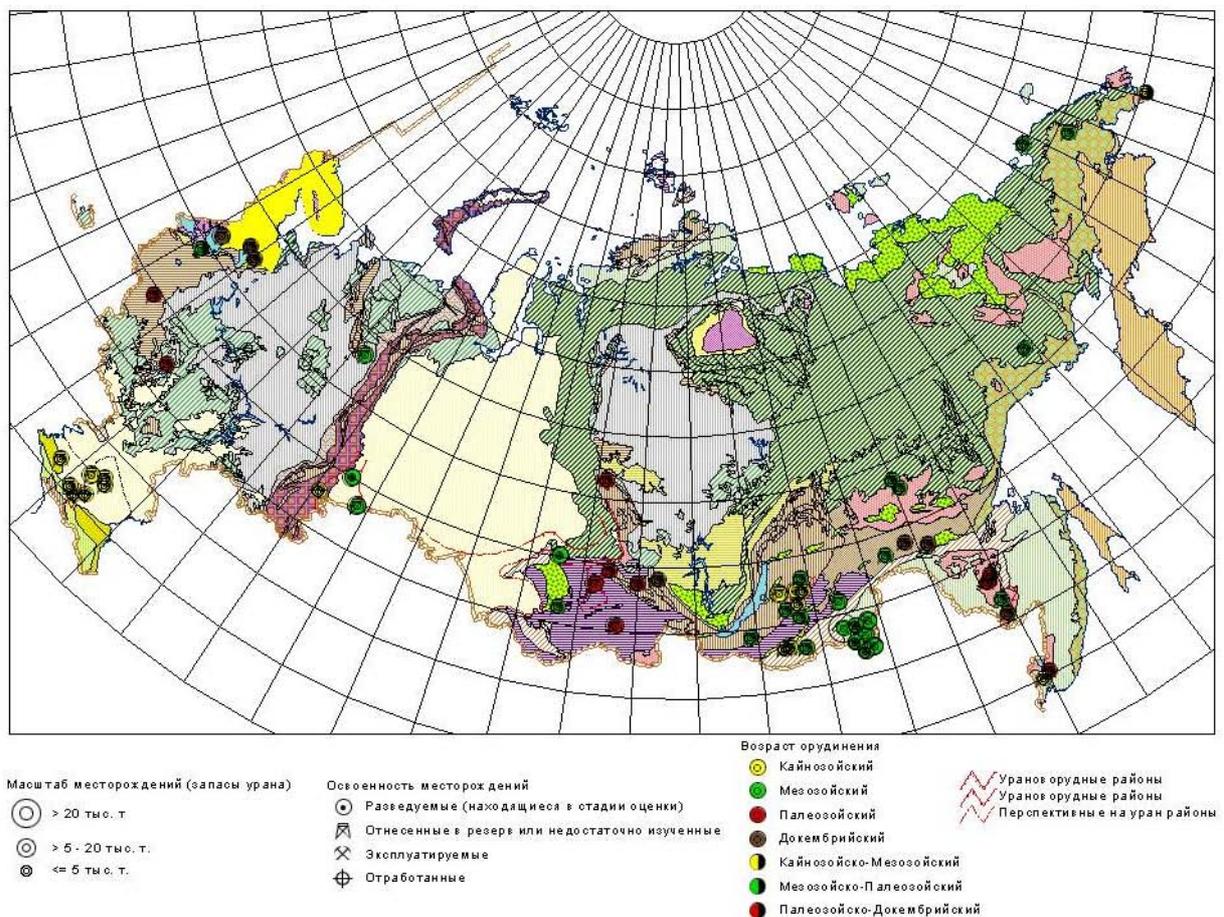


Рис. 1. Карта урановых месторождений России

Новые общественно-экономические условия требуют от региональных органов власти нетрадиционных подходов к системе управления экологической безопасностью. Основными направлениями охраны окружающей среды должны являться:

- экологически обоснованное размещение производительных сил;
- предупреждение возникновения противоречий в экологически неблагоприятных регионах Кыргызстана и сохранение экологического равновесия;
- предупреждение возникновения чрезвычайных ситуаций;
- совершенствование управления охранной окружающей среды и природопользованием;
- обеспечение естественного развития экосистем, сохранение и восстановление уникальных природных комплексов при решении территориальных экономических проблем.

Экологически разрушительные действия, производимые в процессе освоения природных ресурсов, особенно недр, были известны давно. Известно, что ни одна отрасль промышленности не подвергает окружающую среду таким глубоким и серьезным нарушениям как горнодобывающая, и в первую очередь открытые горные разработки. Ежегодно большие площади сельскохозяйственных и лесных угодий разрушаются карьерами, засыпаются отвалами, терриконниками, образующимися в результате деятельности горнодобывающих предприятий, загрязняются отходами производства. На месте ценных угодий создаются бесплодные, так называемые "индустриальные пустыни". Эти земли становятся очагами эрозии, источниками загрязнения атмосферы, воды и почв окружающих территорий. Все это наносит большой ущерб природному ландшафту, резко сокращает земельные ресурсы, приводит к значительному ухудшению санитарно-гигиенических условий жизни человека в промышленных районах.

В последние десятилетия 20 века в мире приобрела популярность концепция сохранения устойчивого природного равновесия, т.е. такого развития производительных сил, которое удовлетворяло бы современные потребности и не ставило под угрозу будущие поколения в удовлетворении их нормального существования. До недавнего времени решение проблем об освоении недр вовлекало только две стороны - горнодобывающую промышленность и потребителя. В настоящее время назрела острая необходимость постепенного включения во все модели освоения недр интересов третьей стороны - окружающей среды.

Главными элементами-загрязнителями, оказывающими влияние на все компоненты окружающей среды, являются селен, уран, хром, мышьяк, молибден, свинец, цинк, кадмий, сурьма.

Загрязнителями являются "сопутствующие" металлы, выявленные в отходах горнорудного производства и в природных компонентах (почвы, вода, биота).

Комплекс сопутствующих металлов как техногенный загрязнитель, воздействует на окружающую среду, отражая тем самым экологическую ситуацию.

Миграция значительных объемов тяжелых металлов (превышающие ПДК в десятки и сотни раз) в почвенный слой, связана с двумя типами переноса: механическим (в связи с разрушением и переносом хвостового материала из хвостохранилищ) и миграцией элементов в растворах.

Эрозионные процессы разрушают защитное покрытие этих сооружений, в связи с чем, местное население получает свободный доступ к радиоактивному песку, и использует его для бытовых нужд (в том числе для строительства жилья). Данное явление характерно для жителей всех обследованных экологически-неблагополучных поселков, расположенных вблизи хвостохранилищ и отвалов пород. Вода с повышенным уровнем содержания токсичных элементов используется для водопоя

домашнего скота, для полива приусадебных участков и огородов. Результаты обследования показывают, что в 50% домов имеется высокий уровень концентрации радона, а в более чем 50% домов - высокая гамма-радиация.

Анализ распределения геохимических показателей и суммарных коэффициентов, как по воде, так и по почве, на изученных месторождениях позволил выделить зоны различной категории опасности на самих хвостохранилищах, отвалах и на прилегающих к ним территориях, включая населенные пункты, и определить пространственный ареал загрязнения территорий и водных бассейнов с наибольшим риском для здоровья населения.

Метод оценки территорий горно-добывающих предприятий и прилегающих к ним населенных пунктов, основанный на комплексном анализе количественных геохимических характеристик загрязнения природных компонентов и человеческого биосубстрата позволяет эффективно использовать их для оценки рисков и выявления неблагоприятных зон, соответствующих различным категориям опасности загрязнения тяжелыми металлами.

Концепция санирования каждого из потенциально опасных объектов должна строиться с учетом реальных инженерно-геологических, гидрометеорологических условий в районе размещения отходов, состояния их основных сооружений, близости жилых объектов и с учетом имеющегося опыта.

Для отвалов некондиционных руд и вскрышных пород необходимо выполнить рекультивационные работы по имеющимся проектам, но при этом учитывая изменения геологических и геодинамических условий. Во-первых, при рекультивации отвалов необходимо обеспечить устойчивость защитного покрытия на их откосах для предотвращения оползания защитного слоя под воздействием атмосферных осадков. Во-вторых, на ряде отвалов, размещенных в русле ручьев и рек, необходимо исключить их размывание, т. е. постоянный контакт с водами этих водотоков за счет их канализации или других мер.

Рассматривая план действий, следует иметь в виду, что стабильным захоронение может считаться только в том случае, если защитные свойства его конструкции (ложе, борта, дамба, защитный экран и т.д.):

- могут оставаться достаточно надежными в течение длительного периода времени (до 1000 лет);
- способны противостоять воздействию окружающей среды;
- не требуют постоянного ухода или капитального ремонта (за исключением систем мониторинга);
- способны предотвратить сверхнормативную утечку вредных веществ в воду, атмосферу, почву и растительный покров.

К ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АРИДНЫХ ПАСТБИЩ ЧЕРЕЗ ЗАПОВЕДОВАНИЕ И ЛЕСОМЕЛИОРАЦИЮ

Гасанова З.У., Исламгереева З.А. (Махачкала, ДНЦ РАН Прикаспийский институт биологических ресурсов, claud65@mail.ru)

Abstract. The short-term pasture using without grazing of cattle promotes arid pastures optimization. The cultivation of wood massifs within 10-12 years allows considerably transforming a landscape down to creation of new landscape units.

Характерной особенностью пастбищ сухостепных регионов, таких как Западный Прикаспий является негативная трансформация почвенно-растительного покрова под влиянием антропогенного прессинга. В условиях пустынь и сухих степей, по сравнению с другими природными зонами, более упрощенный растительный покров, ниже приспособительные возможности к смене погоды, слабее воспроизводство, более узкий диапазон использования среды обитания, ниже продуктивность и питательность, выше ранимость и степень изменчивости при выпасе. Такое положение характерно для большинства аридных регионов, практикующих пастбищное скотоводство. В доиндустриальную эпоху выпас скота проводился в щадящем режиме с опорой на эмпирический опыт, накопленный предыдущими поколениями, интуитивно использующих режим заповедования для восстановления стравливаемых территорий. На сегодняшний день перевыпас стал одним из заметных факторов негативного преобразования почвенно-растительного покрова ряда регионов. Перевыпас способствует ухудшению физико-химических свойств почв, деградации растительности (Керимханов, 1972; Залибеков, Мурзаев, 1975; Салманов, 1978; Гарунов, 1988; Залибеков и др., 1989; Баламирзоев, Лепехина, 1989; Султанов, 1989; Можарова и др., 1993; Котенко, 1993; Гуруев, 1994; Гасанова, 2007; Гасанова, Желновакова, 2005).

В северо-восточной части Терско-Кумской низменности вследствие многолетнего интенсивного выпаса сформированы антропогенные почвенно-растительные комплексы с долей выбитых участков до 60%.

Антропогенной деградации региона способствуют природные условия: выраженный континентальный климат с температурами, достигающими +40°C в летние месяцы и -35°C в зимние месяцы, значительное превышение испаряемости (1000 и более мм/год) над количеством выпадающих осадков (200-300 мм/год), активный ветровой режим, отсутствие явных орографических препятствий для проникновения воздушных масс, довольно высокая среднегодовая скорость ветра - 5-6 м/сек. (Физическая география Дагестана, 1996).

Для восстановления деградированных аридных пастбищ в настоящее время используется подсев кормовых культур, умеренный выпас, лесомелиорация, периодический режим заповедования пастбищных территорий.

Цель настоящего исследования дать обобщенную характеристику воздействия режимов заповедования на фоне выпаса на почвенно-растительный покров светло-каштановых почв Терско-Кумской низменности, являющихся основным пастбищным фондом региона. Эксперименты проводились на трех ключевых участках с 1987 по 2006 годы в рамках научно-исследовательской деятельности Прикаспийского института биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН. На трех ключевых участках сравнивались режим выпаса, режим заповедования и режим заповедования в условиях лесополосы. Первый ключевой участок расположен в центральной части Терско-Кумской низменности: выпас 2-3 овцы/га (в1),

заповедование в течение 3 лет (з1). Почвы супесчаные солончаковатые маломощные. Растительность представляет собой остепненный свиной луг. Второй участок расположен в восточной части низменности. Режимы выпаса и заповедования изучались в двух повторностях: выпас 3 овцы/га (в2а) и заповедование в течение 4 лет (з2а). Почвы легкосуглинистые солончаковатые среднемощные. Выпас 4 овцы/га (в2б) и заповедование в течение 2 лет (з2б). Почвы легкосуглинистые солончаковые маломощные. Почвы второго участка формируются под злаково-полынными группировками. Третий участок расположен в северо-восточной части низменности. Выпас 2-3 овцы/га (в3). Режим заповедования под искусственно внедренным орошаемым артезианской водой лесным массивом из вяза, акации, лоха в течение 12 лет (з3). Почвы супесчаные солончаковые маломощные. Растительность представлена злаково-полынной группировкой. Образцы для ключевых участков отбирались в следующем порядке: 1 – август 1987 г., 2 – июль 1992 г., 3 – май 2006 г.

Введенные режимы заповедования способствовали изменению основных физико-химических свойств почвенных профилей. Понижилась температура в верхней части профиля на 1.5-2°C (з2а, з3); разуплотнились верхние горизонты: объемный вес в режиме заповедования снизился - 1.35, 1.37 г/см³ (з3, з2а) по сравнению с режимом выпаса 1.47, 1.5 г/см³ (в3, в2а), уменьшилась относительная влажность - 3.6% (з3) против режима выпаса - 5.5% (в3), ослабилась дефлируемость почвенного покрова в 2-4 раза (з2б, з3). Режимы заповедования способствовали рассолению почвенных профилей. Запасы солей метровых толщ супесчаных почв составляют 28, 37 т/га (з1, з3) против 33, 72 т/га (в1, в3) режимов выпаса. За счет промывания всей метровой толщи снижается контрастность почвенного профиля по степени засоления. На почвах с более тяжелым гранулометрическим составом (легкий суглинок) промывается только верхняя 30 и 70 см толщина. При этом соли аккумулируются в нижележащих горизонтах, за счет чего повышается контрастность почвенных профилей по степени засоления. Запасы солей в пересчете на метровые толщи как в режимах заповедования, так и в режимах выпаса остаются практически теми же: 113, 116 т/га (в2а, з2а); 135, 143 т/га (в2б, з2б).

Существенным изменениям подверглась растительность заповедных территорий, ее наземная, подземная фитомасса, проективное покрытие. В условиях лесополосы за 12 лет уже сформированы черты лесного ландшафта: нижний травяной ярус из злакового разнотравья, имеется лесная подстилка из травяного и листового опада. Претерпела изменения и фауна – почти исчезли ящерицы, увеличилось количество жуков, на деревьях появились гнездовья ворон. Т.о., речь уже идет об искусственно внедренной фации. В центральной части региона (первый участок) режим заповедования способствовал увеличению проективного покрытия растительности от 40-50% (в1) на пастбище до 90-100% (з1). Корневая масса также претерпела изменения. В режиме заповедования в толще 0-60 см уменьшилась общая масса корней до 154 ц/га (з2а) по отношению к режиму выпаса (в2а) – 242 ц/га (август 1990), при этом изменилась и структура подземной фитомассы - снизилась доля стержневых корней (>3 мм), в верхней 0-20 см толще корни диаметром >3 мм отсутствуют. Т.о., с уменьшением доли и массы стержневых корней (>3 мм) ослабилась подтяжка корнями грунтовых вод – десукция, а, следовательно, уменьшились запасы солей в почвах, и снизилось содержание относительной влажности.

Анализ растительности и почвенных профилей светло-каштановых почв Терско-Кумской низменности показал следующее; что кратковременные режимы заповедования положительно влияют на течение почвенных процессов; рассолению верхних почвенных толщ, изменению контрастности по степени засоления профилей почв, снижению дефлируемости поверхности, понижению температуры, снижению содержания относительной влаги вследствие ослабления десукции, уменьшению

количества корневой массы, повышению проективного покрытия растительного покрова, изменению видового состава растительности, структуры как наземной, так и подземной фитомассы. В целом, для светло-каштановых почвах режимы заповедования способствуют оптимизации почвенных процессов, восстановлению продуктивности пастбищ. Культивирование лесных массивов помимо всего позволяет радикально преобразовать ландшафт в положительную сторону вплоть до создания новой ландшафтной фации с повышенной автономностью к негативным внешним воздействиям.

Список литературы:

- 1) Баламирзоев М.А., Лепехина А.А. Почвенное районирование дельты Самура и Гюльгерычая в целях природоохранного землепользования // Тез. докл. X научно-практич. конф-ции по охране природы. - Махачкала: 1989. - С. 67-69.
- 2) Гарунов А.А. Изучение гидрофизических свойств почвы пастбищ дельты Терека, функционирующих в разных режимах // Проблемы биологической продуктивности дельтовых экосистем. - Махачкала: 1988. С. 34-40.
- 3) Гасанова З.У., Желновакова В.А., Бийбулатова З.Д., Абдурашидова П.А., Батырмурзаева П.А., Загидова Р.М. Ветровая эрозия и органическое вещество светло-каштановых почв Терско-Кумской низменности / Материалы Всероссийской научной конференции ПИБР ДНЦ РАН. М. :2007. С.79-82.
- 4) Гасанова З.У., Желновакова В.А. К вопросу о дефляции и физической эрозии гумуса // Успехи современного естествознания», № 4., 2005. С. 27.
- 5) Гуруев М.А. Агрофизическая характеристика почв пастбищных экосистем Терско-Кумской дельтовой равнины при различном режиме их использования // Автореф. дис... канд. биол. наук. - М. 1994. 20 с.
- 6) Залибеков З.Г., Мурзаев К.А. Земельные угодья Дагестана и принципы прогноза качественной структуры // Земельные и растительные ресурсы Дагестана и пути их рационального использования. - Махачкала: 1975. - Ч.2. - С. 15-24
- 7) Залибеков З.Г., Гарунов А.А., Бийбулатова З.Д. Пастбищная дигрессия и деградация засоленных почв дельты Терека // Почвоведение. - 1989. - № 9. - С. 127-134.
- 8) Керимханов С.У. Почвенно-эрозионное районирование территории Дагестанской АССР // Вопросы рационального использования и повышения плодородия почв Дагестана. – Махачкала: 1972. – С. 18-33.
- 9) Котенко М.Е. Некоторые изменения светло-каштановых почв Терско-Кумской низменности при различных пастбищных нагрузках // Почвоведение. 1993. № 6. С. 108-111.
- 10) Можарова Н.В., Гельцер Ю.Г., Залибеков З.Г., Гасанова З.У. Антропогенная динамика структуры почвенного покрова пастбищных экосистем // Структура почвенного покрова. - М.: 1993. - С. 274-276.
- 11) Салманов А.Б. Почвенно-растительные ресурсы равнинного Дагестана, пути их рационального использования // Биологическая продуктивность дельтовых экосистем Прикаспийской низменности Кавказа. - Махачкала: Изд-во Даг. ФАН СССР, 1978. - С. 18-23.
- 12) Султанов А.С. Приостановить катастрофическое ухудшение пастбищ // Тез. докладов X научно-практич. конф-ции по охране природы. - Махачкала: 1989. - С. 103-104.
- 13) Физическая география Дагестана /Отв. ред. Акаев Б.А. М.:“Школа”, 1996. 382 с.

ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ КОМБИНАТА «СЕВЕРОНИКЕЛЬ» НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР

Даувальтер В.А.^{1,2}, Даувальтер М.В.^{1,3}, Кашулин Н.А.², Сандимиров С.С.²
(Апатиты,¹ Апатитский филиал МГТУ, кафедра геоэкологии;
² Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН,
³ ОАО "Кольский геологический информационно-лабораторный центр";
vladimir@inep.ksc.ru)

Abstract. Results of researches of a chemical composition of sediments of three lakes in a zone of influence of atmospheric emissions of the copper-nickel "Severonickel" Company, Monchegorsk, Murmansk Region, are presented. Long-term (almost 70-years) activity of the Company has led to pollution of lake watersheds, surface waters and increase of concentrations in surface layers of sediments of such elements, as heavy metals (Ni, Cu, Co, Hg, Cd and Pb) and As.

Водоемы служат коллекторами всех видов загрязнения. Донные отложения (ДО) водоемов накапливают сведения о потоках элементов в биосфере в историческом срезе [7, 9]. Они являются важным источником информации о прошлых климатических, геохимических, экологических условиях, существующих на водосборе и в самом водоеме, позволяют оценить современное экологическое состояние воздушной и водной сред. Исследования химического состава ДО озер в зоне влияния атмосферных выбросов комбината «Североникель» (КСН) Кольской горно-металлургической компании проводились в пределах опорного Мончегорского полигона (рис. 1 в [4]) Мурманской области. Химический состав атмосферных выпадений и поверхностных вод в пределах полигона описан ранее [3, 4]. Целью работы является оценка загрязнения озер в зоне интенсивного атмосферного загрязнения выбросами КСН по результатам исследования химического состава ДО.

Для оценки загрязнения водных объектов Мончегорского полигона и влияния выбросов КСН отбирались ДО озер Мончезеро, Малевое и Пагель. Станции отбора проб ДО находятся соответственно на расстоянии 7.5, 9 и 12 км от КСН. Подробно методика отбора и анализа проб ДО описана в [6]. Методом атомно-адсорбционной спектrophотометрии в пробах ДО определялись концентрации элементов (Ni, Cu, Co, Zn, Pb, Cd, Hg и As), которые являются одними из основных загрязняющих веществ в атмосферных выбросах КСН. Также определялись концентрации Fe и Mn, играющих важную роль в процессах сорбции тяжелых металлов (ТМ) в ДО. Для оценки загрязнения пресноводных экосистем использовалась методика определения коэффициента и степени загрязнения Л. Хокансона [8], адаптированная для условий Европейской субарктики [1]. Коэффициент загрязнения (C_f) подсчитывался как частное от деления концентрации элемента в поверхностном слое ДО (0-1 см) к фоновому значению в самой глубокой части колонки. Степень загрязнения (C_d) определялась как сумма всех C_f для данного озера. Морфология, ДО, питание, гидрофизика, гидрохимия и гидробиология озер Мончегорского района впервые детально были исследованы в ходе Мончезерской лимнологической экспедиции 1933 г. [5].

Судя по материалам изучения химического состава ДО, исследуемые озера испытывают серьезное антропогенное воздействие, связанное, главным образом, с атмосферными выбросами КСН. Это воздействие сказывается в повышении концентраций в поверхностных слоях ДО Ni, Cu, Co, Hg, Cd, Pb и As (рис.).

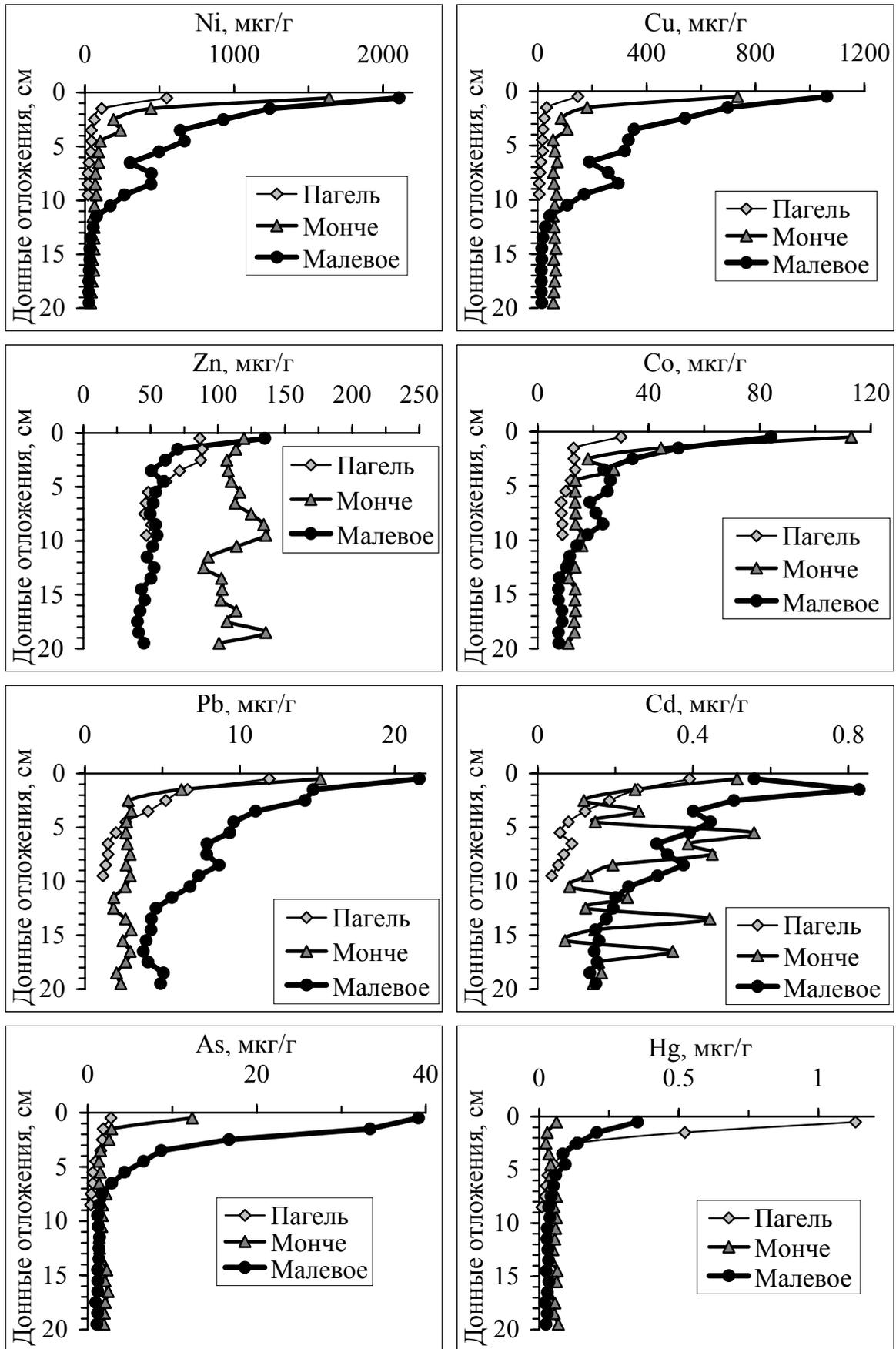


Рис. Вертикальное распределение концентраций (в мкг/г сухого веса) приоритетных загрязняющих микроэлементов в колонках ДО исследуемых озер.

Таблица. Концентрации элементов (в мкг/г сух. веса) и потери веса при прокаливании (ППП, %) в поверхностных слоях (0-1 см) и фоновые содержания в ДО исследуемых озер. C_f – коэффициент загрязнения, C_d – степень загрязнения (значения рассчитаны для 8 элементов: Cu, Ni, Zn, Co, Cd, Pb, As и Hg)

Озеро глубина, м	Слой ДО, см	Fe	Mn	Cu	Ni	Zn	Co	Cd	Pb	As	Hg	C_d
Пагель гл. 5 м	0-1	16529	511	148	549	87	30.1	0.39	11.9	2.73	1.13	
	9-10	12603	106	6	20	51	8.8	0.04	1.2	0.42	0.026	
	C_f	1.3	4.8	24.4	27.1	1.7	3.4	10.7	10.3	6.5	43.3	127.4
Мончезеро гл. 8 м	0-1	85448	5025	734	1638	119	113	0.51	15.2	12.4	0.062	
	19-20	17553	93	58	38	101	11	0.14	2.3	1.91	0.069	
	C_f	4.9	54.1	12.7	43.3	1.2	10.2	3.6	6.6	6.5	0.9	84.9
Малевое гл. 4 м	0-1	14759	134	1063	2109	135	84	0.56	21.6	39.1	0.353	
	19-20	7875	200	16	27	45	8	0.15	4.9	1.10	0.024	
	C_f	1.9	0.7	66.0	78.6	3.0	11.0	3.7	4.4	35.6	14.6	216.9

Халькофильные элементы Hg, Cd, Pb и As относятся учеными-экологами к одним из глобальных загрязняющих элементов, особенно в арктической и субарктической зонах Северного полушария [10]. Значения C_f по этим элементам достигают 43.3 (оз. Пагель), 10.7 (оз. Пагель), 10.7 (оз. Пагель) и 35.6 (оз. Малевое) соответственно (табл.). Эти элементы обладают чрезвычайной токсичностью для водных организмов, поэтому высокое загрязнение ДО и поверхностных вод этими элементами представляет серьезную опасность водным экосистемам и населению Мончегорского района.

Наибольшая величина C_d , рассчитанная как сумма C_f 8 элементов (Ni, Cu, Zn, Co, Cd, Pb, Hg и As), отмечена в оз. Малевое (табл.). Это озеро расположено ближе остальных исследуемых озер к КСН, поэтому и испытывает большую антропогенную нагрузку. Затем по величине C_d следует оз. Пагель, расположенное дальше и немного в стороне от направления преобладающих ветров. Основная территория водосбора оз. Мончезеро расположена на довольно значительном удалении от КСН, поэтому это озеро имеет наименьшее значение C_d , хотя оно относится к высокому [8].

По направлению к поверхности ДО исследуемых озер происходит увеличение концентраций Fe и Mn (табл.). Значения C_f и содержание Fe и Mn максимальны в самом глубоком и большом озере Мончезеро. Повышенное содержание Fe и Mn в поверхностных слоях ДО связано с хорошим снабжением O_2 , где эти металлы переходят в окисную плохо-растворимую форму. В более глубоких слоях ДО содержание O_2 резко снижается из-за потребления на разложение органического материала. В этих условиях Fe и Mn существуют в растворимой закисной форме и мигрируют в поверхностные слои, где переходят в окисную форму и дополняют запасы Fe и Mn. Таким образом, образуются максимальные содержания Fe и Mn в поверхностных слоях ДО многих олиготрофных озер севера [2]. Поэтому увеличение концентраций Mn и Fe может быть напрямую не связано с загрязнением водосборов исследуемых озер. В пользу этого вывода говорит также обнаружение в 1933 г. (до ввода в строй КСН в 1938 г.) бурых илов и озерной руды в виде корочек в ДО озер Пагель и Мончезеро [5]. Содержание Fe в этих илах доходило до 8.9% в оз. Пагель и до 31.6% (очевидно, железная руда) в Мончезере, а содержание Mn до 7.2% в оз. Пагель и до 11.6% в Мончезере [2]. Подобное содержание Fe (30.5%) и Mn (8.17%) было обнаружено в оз. Имандра в железо-марганцевой рудной корке коричневого цвета толщиной до 10 мм, которая была локализована в 0-4 мм от поверхности ДО, на глубине озера 14.5 м [2]. Корочковая руда покрывает 22.7% площади оз. Пагель и

19.8% площади Мончезера [5]. Руда встречена преимущественно на бурых илах, хотя она встречается и на зеленых илах.

Самой большой скоростью осадконакопления и наибольшими концентрациями ТМ в верхних слоях ДО среди исследуемых озер обладает Малевое. Учитывая мощность слоя накопленных загрязненных ДО (середина слоя 125 мм) и продолжительность деятельности КСН к моменту отбора колонок ДО (66 лет), можно подсчитать, что средняя скорость осадконакопления за это время равна 1.9 мм/год. Снижение содержания Ni, Cu и Co в слое 6-7 см связано с началом утилизации серы и улавливания вышеназванных металлов в 1967 г. Начиная с этого времени скорость осадконакопления в оз. Малевое в среднем равна 1.8 мм/год, что согласуется с ранее определенной скоростью. В Мончезере эти два события зафиксированы на глубине 6.5 и 2.5 см соответственно. Средняя скорость осадконакопления в Мончезере оценивается равной примерно 1 мм/год за последние семь десятилетий и 0.7 мм/год за последние четыре десятка лет. В оз. Пагель отмечено увеличение концентраций тяжелых металлов в слое 2-3 см, связанное с началом деятельности КСН. Поэтому скорость осадконакопления в этом озере можно оценить равной в среднем 0.4 мм/год. Оз. Малевое из всех исследуемых озер имеет самые малые размеры и глубину, характеризуется самой малой площадью водосбора, и соответственно наибольшим удельным количеством сносимого аллохтонного минерального и органического материала, идущего на образование ДО. Поэтому скорость осадконакопления в оз. Малевое самая высокая. Мончезеро – самое крупное и глубокое из исследуемых озер, площадь водосбора 1583.5 км², площадь озера – 38.6 км². Поэтому скорость осадконакопления в этом озере в 2 раза меньше, чем в оз. Малевом.

Список литературы:

- 1) Даувальтер В.А. Закономерности осадконакопления в водных объектах Европейской субарктики (природоохранные аспекты проблемы) // Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. докт. геогр. наук. Апатиты: изд-во КНЦ РАН. 1999. 52 с.
- 2) Даувальтер В.А., Ильяшук Б.П. Условия образования железо-марганцевых конкреций в донных отложениях озер в пределах Балтийского кристаллического щита // Геохимия. – 2007. № 6. С. 680-684.
- 3) Даувальтер В.А., Даувальтер М.В., Салтан Н.В., Семенов Е.Н. Химический состав атмосферных выпадений в зоне влияния комбината «Североникель» // Геохимия. 2008. № 10. С. 1131–1136
- 4) Даувальтер В.А., Даувальтер М.В., Салтан Н.В., Семенов Е.Н. Химический состав поверхностных вод в зоне влияния комбината «Североникель» // Геохимия. 2009. № 4. С. 1-19.
- 5) Материалы Мончезерской лимнологической экспедиции 1933 г. Л.: Гидрометеиздат. 1935. 224 с.
- 6) Dauvalter V. Heavy metals in lake sediments of the Kola peninsula, Russia // Sci. Total Environ. 1994. V. 158. P. 51-61.
- 7) Förstner U., Wittmann G.T.W. Metal Pollution in the Aquatic Environment. N.Y.: Springer-Verlag, 2nd revised edition, 1981. 486 p.
- 8) Håkanson L. An ecological risk index for aquatic pollution control - a sedimentological approach // Water Res. 1980. V. 14. P. 975-1001.
- 9) Melnikov S.A. Report on heavy metals // State of the Arctic Environment. Rovaniemi: Arctic Centre Publications, 1991. P. 82-153.
- 10) Pacyna J.M., Pacyna E.G. An assessment of global and regional emissions of trace elements to the atmosphere from anthropogenic sources worldwide // Environment Review. 2001. V. 4. P. 269-298.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ВТОРИЧНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОТХОДОВ

Егоркина Р.Ю. (Москва, г Зеленоград, МИЭТ (ту), кафедра промышленной экологии, regina.egorkina@bk.ru)

Abstract. Process of thermal treatment of combustible waste with vapour-air mix oxidant has several disadvantages that are absent in filtrational combustion technique. In this work the analysis of nitrogen oxides formation at different temperatures has been taken.

Проведен анализ основных способов утилизации жидких и твердых отходов производства и потребления, в том числе отходов микроэлектроники. В ходе анализа были выявлены недостатки метода прямого сжигания органических отходов микроэлектроники. И подобран метод, наиболее отвечающий современным экологическим требованиям. Внедрение изученного метода позволит использовать полученную в результате сгорания отходов энергию для получения полезной тепловой или электрической энергии. Рассматриваемая технология разработана в Институте проблем химической физики РАН и названа авторами «сверхадиабатическое горение». По данной технологии термическое обезвреживание отходов происходит без теплообмена с окружающей средой и с высоким КПД.

Предлагаемые технологии термической переработки основаны на двухстадийной схеме. На первой стадии перерабатываемый материал подвергается паровоздушной газификации в сверхадиабатическом режиме горения. Получаемый при этом энергетический продукт-газ, содержащий водород H_2 , окись углерода CO и в ряде случаев углеводороды или другие органические соединения, сжигается на второй стадии в обычных устройствах (например, паровых или водогрейных котлах) с получением тепловой и электрической энергии.

Итак, для большинства методов термической обработки отходов микроэлектроники характерно использование в качестве окислителя паровоздушной смеси. Но в результате такой переработки замечено значительное образование окислов азота. Данный газ является парниковым, поэтому следует не допускать его образование. Для этого следует изучить процесс его образования.

При сжигании органических отходов микроэлектроники в реакторе сверхадиабатического горения азот, содержащийся в топливе (отходе) и воздухе, окисляется, образуя оксиды $NO_x = NO + NO_2$. Основная доля образовавшихся в реакторе NO_x , а именно 95 – 100%, приходится на оксиды азота NO , а остальная часть - на диоксид NO_2 .

Существуют два различных источника образования NO . Это окисление атмосферного (молекулярного) азота воздуха, используемого в качестве окислителя при горении, и окисление азотосодержащих составляющих топлива. В первом случае образуются термические (или воздушные) и «быстрые» окислы азота, а во втором – топливные NO . Соотношение концентрации термических, быстрых и топливных оксидов азота в общем выбросе NO_x в каждом отдельном случае зависит от содержания связанного азота в топливе, температурного уровня в реакторе, способа организации топочного процесса.

Термические оксиды азота

Термические оксиды азота образуются при горении любых топлив в области высоких температур ($T \geq 1800\text{K}$), если в качестве окислителя используется паровоздушная смесь. Окисление молекулярного азота воздуха объясняется термической теорией Я.Б.Зельдовича и происходит по цепному механизму:

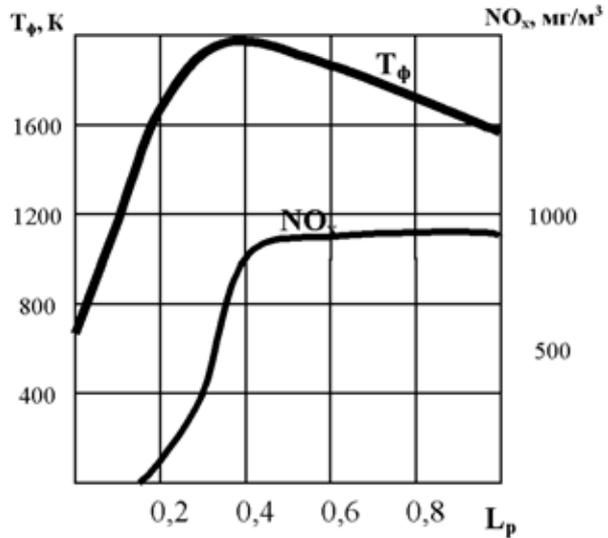
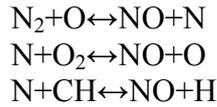


Рис.4 Динамика образования термических NOx в реакторе

Концентрация термического NO интенсивно возрастает от начала зоны горения, достигая наибольшего значения непосредственно за зоной максимальных температур.

В дальнейшем содержание NO не меняется по длине реактора (L_p), не достигая, однако, равновесных концентраций $[NO]_p$.

Быстрые оксиды азота

При сжигании углеводородных топлив замеренная скорость образования NO в зоне горения существенно выше скорости образования термических оксидов азота в средней зоне реактора, оцененной по реакциям:

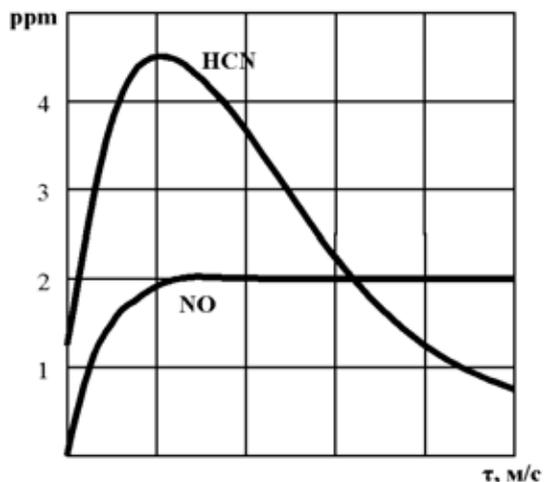
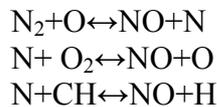
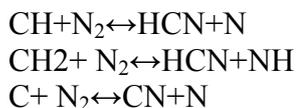


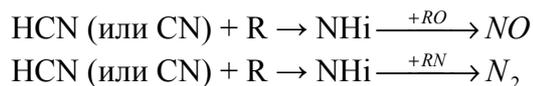
Рис.5 концентрация HCN и NO в пламени этиленовоздушной смеси

При этом, вблизи зоны горения наблюдались значительные количества цианида водорода HCN

Такое ускоренное образование NO в зоне горения при температурах начиная с $T \geq 1400-1600\text{K}$ было названо «быстрым» и объясняется реагированием молекулярного азота с углеводородными радикалами, образующимися в промежуточных реакциях горения:



Реагирование цианистых соединений (HCN, CN) далее протекает по следующей схеме с образованием как оксида азота, так и молекулярного азота:



Содержание быстрых оксидов азота в продуктах сгорания углеводородных топлив колеблется от 40 до 200 мг/м³, что, как правило, не превышает 10-20% от суммарного выброса NO_x. Причем максимальные значения быстрых NO_x наблюдается при горении богатых смесей ($\alpha_{\text{кр}} = 0,7-0,9$) и увеличивается с ростом температуры в зоне реагирования.

Топливные оксиды азота

Следует отметить, что в процессе фильтрационного горения максимальная температура в зоне газификации составляет 1200^oC. Данный факт позволяет избежать образования быстрых и термических оксидов. Тогда при применении указанного метода горения основная доля образования окислов оксида приходится на топливные оксиды. Что, тем не менее, позволяет существенно снизить количество образуемых окислов азота.

Отходы микроэлектроники, как правило, содержат 20% связанного азота ($N_r = 20\%$). Превращение азотсодержащих соединений твердых топлив в оксиды азота происходит при наличии в зоне реакции достаточного количества кислорода уже при температурах 850-1100K. Этот процесс можно описать таким образом.

При нагревании поступивших в топочную камеру частиц отхода на начальном участке реактора в результате пиролиза топлива и возгонки летучих вокруг частиц топлива образуется газовый объем. Соответственно происходит разделение топливного азота между газовой фазой и коксовым осадком. Большая его часть переходит в газовую фазу в виде аминов и цианидов (в основном NH₃ и HCN).

Последние затем реагируют в гомогенных реакциях, образуя в результате оксиды азота и молекулярный азот. Топливный азот, оставшийся в коксе, при догорании коксового остатка также переходит в NO и N₂, а частично остается в уносе.

Эффективность перехода связанного азота из коксового остатка в NO существенно ниже конверсии газообразных азотсодержащих веществ (типа NH₃, HCN) в оксиды азота. Поэтому для топлив с приблизительно одинаковым содержанием азота в топливе образование топливных NO тем больше, чем выше выход летучих.

Коэффициент превращения (или степень конверсии) азотсодержащих компонентов топлива в оксиды азота изменяется в зависимости от содержания связанного азота в топливе N_r . При очень низком содержании N_r имеет место почти полная конверсия в NO. Рост содержания N_r до 1-1,3% снижает конверсию до 20-25% в зависимости от температуры и вида топлива.

Таким образом, происходит образование окислов азота при термическом обезвреживании отходов. Наличие данного газа не желательно в выбросах в атмосферу, так как этот газ является парниковым и превышение его доли в общей массе выбросов

производств России является нарушением международных конвенций, касающихся вопросов стабильного экологического развития планеты и общества.

Методы термической переработки более эффективны в сравнении с захоронениями на полигонах. Однако применение таких способов утилизации приводит к образованию токсичного шлама, золы, которую нельзя применять в качестве удобрения на сельскохозяйственных полях. Образующиеся выбросы содержат диоксины, способные вызывать раковые заболевания. Метод сверхadiaбатического фильтрационного горения отходов наиболее экологически чистый. Это объясняется применяемым фильтрационным горением, газификацией отходов и дожигание продукта-газа с получением тепловой и электрической энергии.

В настоящее время в РФ эксплуатируются отходоперерабатывающие заводы с выдачей энергии, в том числе внешним потребителям: технология термической переработки осадков сточных вод с выдачей тепловой энергии, сжигание ТБО с выдачей тепловой и электрической энергии.

Данная технология открывает широкие перспективы применения термической переработки органических отходов микроэлектроники с использованием фильтрационного горения. Которое способствует снижению парниковых газов в общей массе выбросов.

Сжигание отходов производства и потребления, помимо снижения их объема и массы, позволяет получать дополнительные энергетические ресурсы, которые могут быть использованы для централизованного отопления и производства электроэнергии. В настоящее время топливо из отходов рассматривается Европейским сообществом в качестве возобновляемого альтернативного источника энергии.

Список литературы:

- 1) Канторович Б.В. «Введение в теорию горения и газификации твердого топлива» //М.: Metallurgizdat. 1960.
- 2) Г.Б. Манелис -«Способ переработки горючих отходов, основанный на газификации сверхadiaбатическом режиме” //доклад на "Всероссийском симпозиуме по горению и взрыву" , Черноголовка, 2000г.
- 3) Егоркина Р.Ю. «Процесс горения в сверхadiaбатическом режиме как способ утилизации углеродсодержащих отходов» Международная научно-техническая конференция «Наука и образование - 2008» . Мурманск: МГТУ, 2008. – С.364-367
- 4) Систер В. Г. «Химико-термические технологии переработки твердых бытовых отходов». Монография. - М.: ФГУП "ВИМИ", 2003.

МОРФОЛОГИЯ СУБСТРАТА ПРИКРЕПЛЕНИЯ КАК РЕГУЛЯТОР ВНЕШНЕГО ОБМЕНА И КАЧЕСТВА МАССЫ ФИТООБРАСТАНИЯ

Завалко С.Е. (Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды, szavalko@mail.ru)

Abstract. Influence of substrate particles dimensions on the size structure of the algal biofouling was investigated. Definite correlation between size of the substrate particles and algal community specific surface area was discovered. Findings can be applied for environmental engineering aims in natural water ecosystem purification technology based on the artificial reefs usage.

Задача организации очистки естественных водоемов от антропогенного химического загрязнения предполагает поиск оптимальных технологий, позволяющих собрать компоненты загрязнения из разбавленного состояния и изъять их из водоема. Применение различных конструкций с фитообрастанием в качестве основного очищающего элемента может быть эффективным вариантом решения этой задачи. Известны перспективные разработки в этом направлении (Акватории, 1999; Хайлов с соавт., 1992; Хайлов, 1984). В данной технологии используются свойства водных растений накапливать различные компоненты загрязнения в фитомассе в процессе ее роста. Таким образом, для определения наиболее эффективного режима применения данной технологии необходимо исследование регуляторов, влияющих на параметры внешнего массообмена водорослей, роста их массы, качества массы. Первичные оценки очищающих возможностей природных зарослей водорослей показали их значительные потенциалы, реализация которых требует применения дополнительных субстратов обрастания (Завалко, 1989; Хайлов с соавт., 1984).

Одним из сильнодействующих регуляторов целевых функций и оценочных параметров фитообрастания может быть морфологические параметры обрастаемых субстратов, такие, например, как величина удельной поверхности. Проведенные обобщенные исследования наших и литературных (Хайлов с соавт., 1992) данных показали, что удельная поверхность субстрата обрастания может существенно влиять на размерную структуру фитообрастания (рис. 1).

Как видно из рисунка, гранулометрический состав грунтов оказывает значительное воздействие на размерный спектр фитообрастания, каждая из размерных группировок которого имеет свой оптимальный размер субстратных частиц.

Дальнейший обсчет данного обобщенного графика позволяет вычленить зависимость удельной поверхности фитообрастания от удельной поверхности субстрата (рис. 2). Полученная зависимость может быть теоретической основой для практических разработок в области экологического инженеринга очистки природных вод с использованием конструкций с фитообрастанием, если учесть, что величина удельной поверхности водорослей является сильным регулятором параметров их внешнего обмена, роста и качества массы.

Прежде всего необходимо учесть влияние удельной поверхности водорослей на интенсивность их фотосинтеза и интенсивности роста массы (рис. 3), которая выражается степенной регрессией вида:

$$Y = a * X^b, \quad \text{где } b \rightarrow 1$$

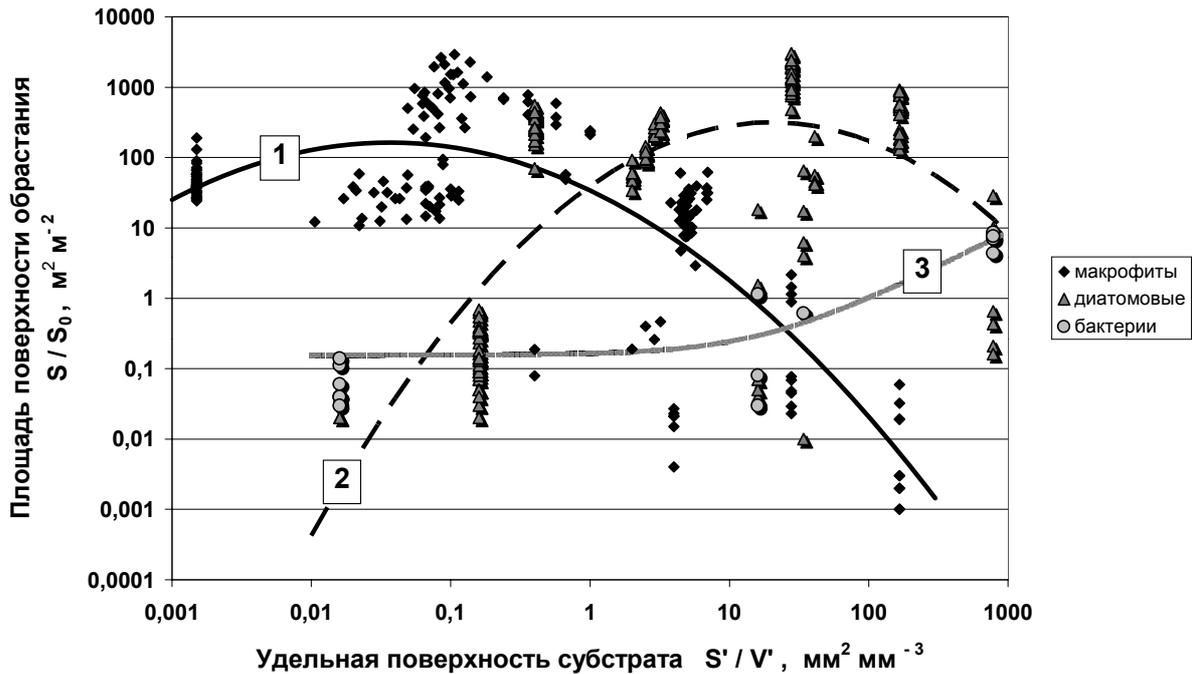


Рис. 1. Величина площади поверхности биообрастания различных естественных субстратов.

1 – многоклеточные водоросли – макрофиты, 2 – бентосные диатомовые, 3 – бактерии

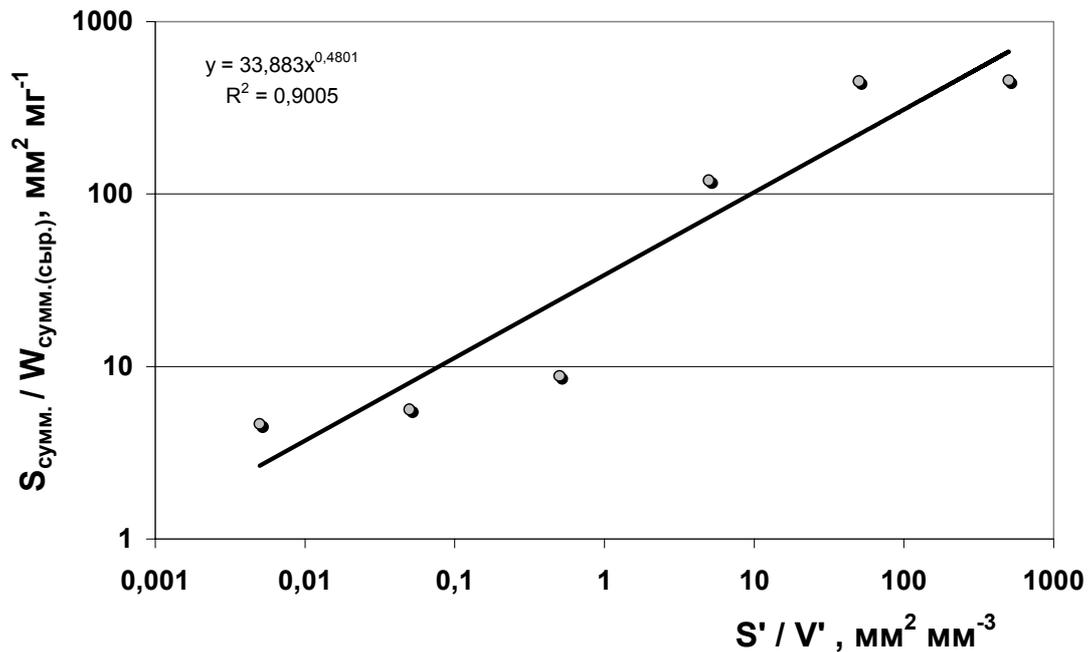


Рис. 2. Зависимость удельной поверхности сообщества фитообрастания от удельной поверхности частиц субстрата прикрепления.

Соответственно, можно полагать, что для достижения у фитообрастания более выраженных функций биопродукции и поглощения компонент загрязнения необходимо применять более тонкодисперсные субстраты.

Однако, качество массы - величина концентрации сухих веществ в биомассе у водорослей находится в обратной пропорции с величиной их удельной поверхности (рис. 4)

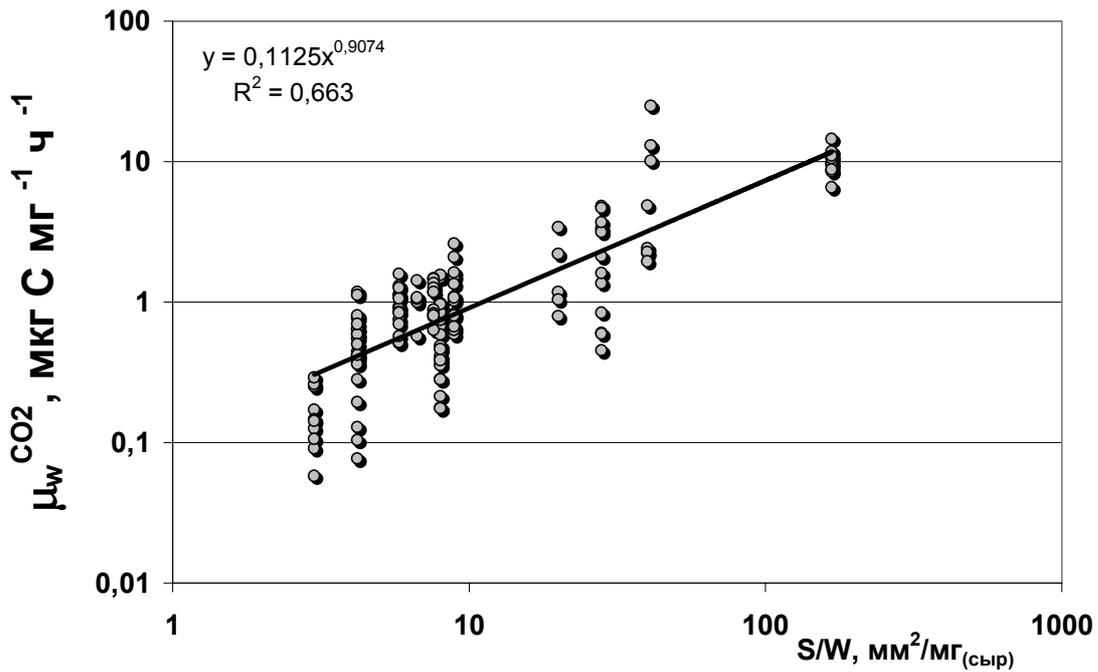


Рис. 3. Зависимость интенсивности фотосинтеза водорослей фитообрастаения от их удельной поверхности.

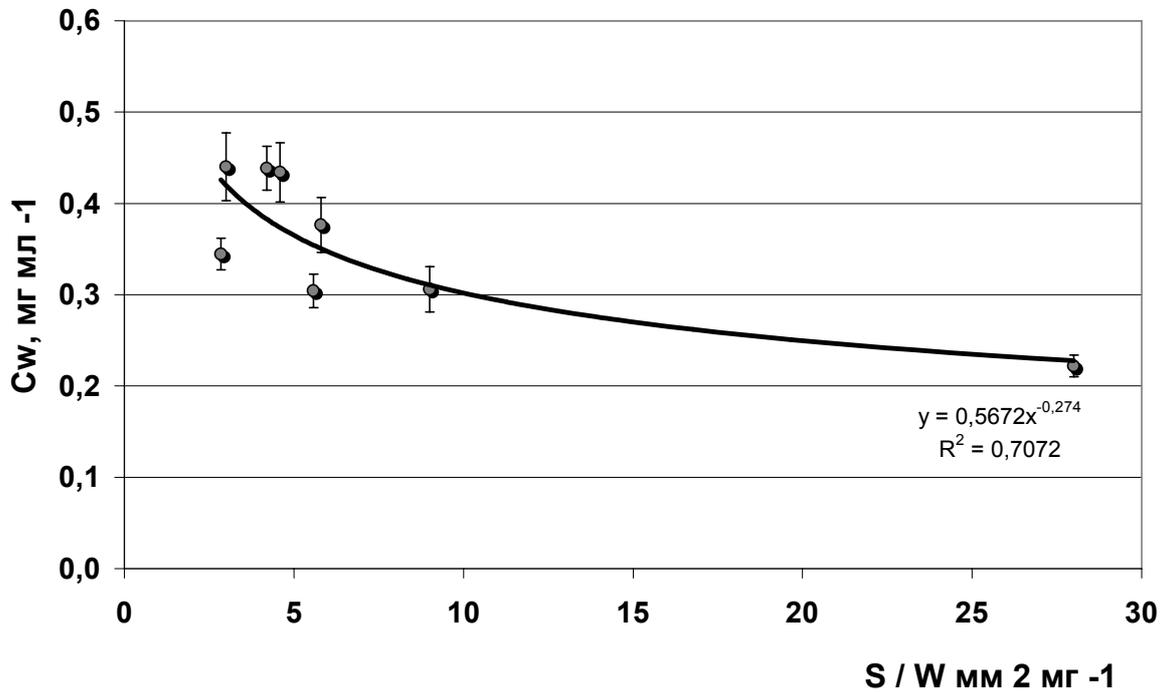


Рис. 4 Зависимость концентрации сухих веществ в тканях водорослей от величины их удельной поверхности

В этой связи поиск оптимальной морфологии субстрата для целей очистки вод представляет собой определенный компромисс между необходимостью достижения высокой интенсивности роста массы водорослей и качеством этой массы.

Список литературы:

- 1) Акватории и берега Севастополя: экосистемные процессы и услуги обществу (Спецвыпуск "Экологии моря"). - Севастополь: Аквавита. - 1999.
- 2) Завалко С. Е. Оценка продукционных и деэвтрофикационных возможностей популяции цистозеры в морской эвтрофируемой экосистеме. - Гидробиол. Журн. - 1989. - т. 25, № 1, с. 16-21.
- 3) Каменир Ю.Г. Исследование структуры живого вещества на основе размерных спектров // Биол. Науки. - 1987. - №8. - С. 70 - 77.
- 4) Хайлов К.М., Празукин А.В., Ковардаков С.А., Рыгалов В.Е. Функциональная морфология морских многоклеточных водорослей. Киев: Наукова Думка, 1992 – 280 с.
- 5) Хайлов К.М. Метаболическая система «Население – подводная растительность» в свете эколого-демографических и водоохранных перспектив побережья Крыма // Водные ресурсы, 1984, № 2. С. 99 – 106.
- 6) Хайлов К.М., Празукин А.В., Завалко С.Е., Измestьева М.А., Рындина Д.Д. Морские макрофиты в градиенте бытового эвтрофирования // Водные ресурсы. 1984, №5, с. 88 – 103.

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КАСПИЙСКОГО МОРЯ В РАЙОНЕ МАХАЧКАЛЫ

Иванёха Е.В., Магомачиев А.Р. (пос. Рыбное, Дмитровского р-на, Московской области, ВНИИПРХ, e-mail: vniprh@mail.ru)

Abstract. Pollution level of Caspian Sea coast near Makhachkala has been estimated. Oil products contents in water and in bottom sediments at this region of seacoast were higher than MPC and background level, respectively. Unidentified organochlorine compound has been found in coastal waters. Heavy metals concentrations in seawater and bottom sediments were low and didn't exceed MPCs or known background levels.

Внутренние моря России, к которым относится и Каспийское море, испытывают наибольшую антропогенную нагрузку на всю акваторию, в особенности на побережья. Около 90% загрязнений, поступающих с суши, остаются в прибрежных водах. Для высокого уровня загрязнения Каспия имеется целый ряд предпосылок. Среди них не только замкнутость бассейна, но и наличие значительных запасов углеводородного сырья под дном моря, высокая плотность населения и промышленности, интенсивное сельскохозяйственное освоение в долинах впадающих рек.

Для биологического разнообразия Волго-Каспийского бассейна одним из важнейших факторов риска является загрязнение акватории моря нефтью и нефтепродуктами. Особую опасность оно представляет для мелководной части моря - Северного Каспия, который является территорией нагула и кормовой базы рыб (Головин, 2003).

Основной объем загрязняющих веществ поступает в Каспийское море с речным стоком. Вторым по величине источником загрязнений являются различные стоки с территорий населенных пунктов, предприятий и хозяйств, расположенных непосредственно на побережье. Одним из наиболее крупных поставщиков загрязнителей в последние годы является Махачкала, в котором развиты машиностроение и металлообработка, химическая, легкая, пищевая промышленность, производство стройматериалов. На территории Махачкалы находятся морской торговый и морской рыбный порты, имеются многочисленные АЗС. Из-за подъема уровня Каспия частично выведены из строя очистные сооружения города, и большие объемы неочищенных канализационных стоков Махачкалы сбрасываются в море.

В июле-августе 2007 г. на западном побережье Среднего Каспия в районе Махачкалы был проведен отбор проб воды и донных отложений на девяти прибрежных участках. Участок № 1 находился в п. Редукторный, рядом с издательством; участок № 2 – в п. Редукторный, напротив жилых домов; № 3 – в п. Редукторный, около ул. Комсомольской; № 4 – в п. Редукторный, рядом с ул. Лаптиева; № 5 – на городском пляже; № 6 – в районе порта; № 7 – на закрытом пляже; № 8 – в Нефтяной гавани. Эти участки расположены в черте города последовательно с юга на север в порядке возрастания номеров. Участок № 9 находился в районе Черных камней, за пределами города.

Экологическое состояние выбранных для исследования прибрежных участков Каспийского моря в районе г. Махачкалы оценивалось по степени их загрязнения нефтепродуктами, хлорорганическими соединениями и тяжелыми металлами.

Содержание нефтепродуктов в пробах воды и донных отложений определяли методом инфракрасной спектроскопии на концентратометре АН-2. Для измерения концентраций тяжелых металлов использовали атомно-абсорбционный спектрометр

Квант-2А. Содержание хлорорганических соединений (ХОС) в воде определяли методом газожидкостной хроматографии на газовом хроматографе «Кристалл 2000М» с детектором электронного захвата (ДЭЗ).

Нефтепродукты обнаружены в воде пяти из девяти обследованных участков, причем на всех этих участках их концентрация превышала рыбохозяйственный норматив (ПДК_{рв}) для нефтепродуктов в 2,2-20,8 раз. Превышение гигиенического норматива (ПДК_в) в 1,5-3,5 раз отмечено на трех из них. Максимальное содержание нефтепродуктов выявлено в воде участка №3. Здесь превышение рыбохозяйственного норматива достигало 20,8 ПДК_{рв}, гигиенического – 3,5 ПДК_в (табл.).

Среднее содержание нефтепродуктов в прибрежных водах в районе Махачкалы превышало ПДК_{рв} в 5,4 раза, но соответствовало гигиеническому нормативу (0,9 ПДК_в). При установлении ПДК_{рв} нефтепродуктов в морской воде лимитирующим является токсикологический показатель вредности (Перечень..., 1999). Следовательно, содержание нефтепродуктов в прибрежных водах этого района летом 2007 г. достигало уровня, опасного для экосистем побережья Каспия.

Таблица. Содержание нефтепродуктов в воде и донных отложениях.

Участки	Нефтепродукты в воде, мг/л	Превышение		Нефтепродукты в донных грунтах, мг/кг	Превышение фонового уровня (max)
		ПДК _{рв}	ПДК _в		
1	0,11	2,2	0,3	60,5	3,3
2	н/о	-	-	50,4	2,7
3	1,04	20,8	3,5	113,1	6,1
4	0,52	10,4	1,7	74,9	4,0
5	0,3	6,0	1,0	27,4	1,5
6	н/о	-	-	25,4	1,4
7	н/о	-	-	32,2	1,7
8	н/о	-	-	45,4	2,4
9	0,45	9,0	1,5	57,9	3,1
среднее	0,27	5,4	0,9	54,1	2,9
ПДК _{рв}	0,05			Фоновое (max)	
ПДК _в	0,3			18,56	

н/о – ниже предела обнаружения метода;

ПДК_{рв} – рыбохозяйственный норматив (Перечень..., 1999);

ПДК_в – гигиенический норматив (ПДК..., 2003).

По данным 2002 г. (Ежегодник..., 2004), побережье, где расположена Махачкала, относится к прибрежным районам России, наиболее загрязненным нефтяными углеводородами: максимальная концентрация (в ПДК) – 2. Летом 2007 г. среднее содержание нефтепродуктов в воде этого района было в пределах указанного значения, тогда как на отдельных участках значительно его превышало (табл.). По данным Дагестанского ЦГМС, средняя концентрация нефтепродуктов в прибрежных водах Дагестанского побережья в районе Махачкалы в период 1978-2003 гг. составляла 0,07 мг/л. Среднемесячные концентрации нефтяных углеводородов на шельфе Дагестана в 1978-2004 гг. в июле составляли 0,065 мг/л, в августе – 0,052 мг/л (Pollution..., 2005). Полученные результаты показали, что в эти же месяцы 2007 г. средняя концентрация нефтепродуктов в прибрежных водах около Махачкалы была в несколько раз выше.

Содержание нефтепродуктов в прибрежных водах Каспия в районе Махачкалы летом 2007 г. характеризовалось мозаичным пространственным распределением, т.к.

на четырех участках их концентрация была ниже предела обнаружения метода, на остальных пяти – превышала ПДК_{рв} (на трех из них – также ПДК_в).

Нефтепродукты в донных отложениях обнаружены на всех девяти участках в количествах, превышающих уровень их фонового содержания в природно-территориальных комплексах Российской части Каспийского моря, который, по данным ДагЦГМС, в 2003 г. был в диапазоне от 2,81 до 18,56 мг/кг (Pollution..., 2005).

Превышение максимального фонового уровня содержания нефтепродуктов варьировало в донных отложениях исследованных участков от 1,4 до 6,1 раз. Среднее содержание нефтепродуктов в донных отложениях побережья возле Махачкалы составляло 54,1 мг/кг и превышало максимальный фоновый уровень в 2,9 раз (табл.).

Загрязнение донных отложений побережья Каспия в районе Махачкалы носило площадной характер распространения. Пространственное расположение зон повышенных концентраций нефтяных углеводородов в воде и в донных отложениях в основном не совпадало, хотя можно отметить, что самые высокие концентрации нефтепродуктов как в воде, так и в донных отложениях были на участках № 3 и № 4. Накопление нефтепродуктов в донных отложениях четырех участков, в воде которых они не обнаружены, говорит о том, что вода этих участков тоже была загрязнена нефтепродуктами.

Для всего западного района Среднего Каспия было выявлено присутствие в прибрежных морских водах средних концентраций метаболитов ДДТ (0,0013-0,0022 мкг/л) и изомеров ГХЦГ (следы – 0,0016 мкг/л), причем наибольшим содержанием пестицидов стабильно отличался рыбопромысловый район Дагестана от о. Чечень до г. Избербаш, а также участки, прилегающие к промышленным городам, в том числе и к Махачкале (Абдусаматов и др., 2004). Летом 2007 г. ни ДДТ, ДДД и ДДЭ, ни альфа-ГХЦГ, бета-ГХЦГ и гамма-ГХЦГ в воде всех девяти выбранных для исследования прибрежных участков Каспия в районе Махачкалы не обнаружены.

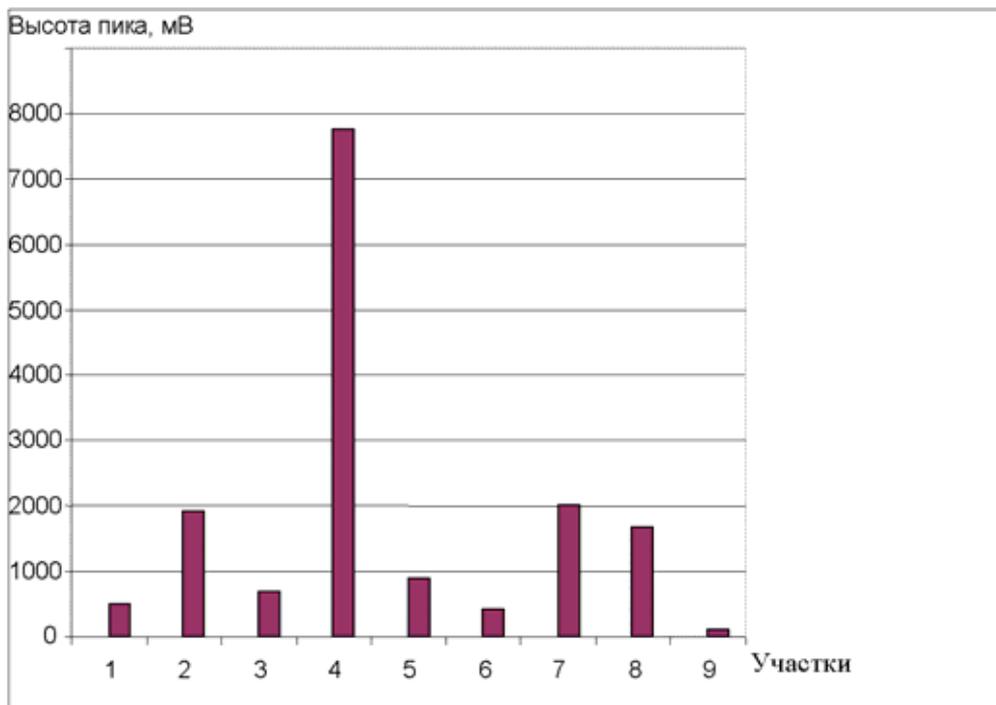


Рис. Сравнительное содержание неидентифицированного ХОС в воде.

Однако на всех участках в воде обнаружено неидентифицированное ХОС со временем удерживания, не совпадающим с этим параметром для всех имеющихся в лаборатории ГСО ХОС. Без соответствующего по времени удерживания стандартного

образца невозможно определить концентрацию этого соединения в воде, но можно сравнить содержание этого ХОС в воде разных участков по высоте хроматографических пиков, которая пропорциональна концентрации ХОС (рис.).

Самое низкое содержание этого ХОС было в воде участка № 9, который находится за пределами города. В воде всех остальных восьми участков его содержание было гораздо более высоким: в черте города уровень загрязнения прибрежных вод был в 3,5-65,7 раз выше, чем за его пределами. Максимальное содержание неидентифицированного ХОС зафиксировано в воде участка № 4 (рис.).

В пробах воды и донных отложений определено также содержание семи тяжелых металлов. Концентрации всех этих элементов в воде не превышали ПДКв. Так, содержание цинка в воде было ниже предела обнаружения метода на всех участках, кроме №7, в воде которого оно было равно 148,7 мкг/л. Медь в воде всех девяти участков содержалась в количестве от 2,3 до 9,3 мкг/л, хром в воде 6-и из 9-и участков – в количестве от 1 до 12,3 мкг/л. Содержание растворимых в воде форм железа варьировало на 9-и разных участках от 1,8 до 16,9 мкг/л, суммы всех форм – от 7,9 до 80,3 мкг/л (минимум – на участке № 8, максимум – на участке № 4). Содержание кадмия, свинца и никеля в воде всех 9-и прибрежных участков было ниже предела обнаружения метода.

Содержание цинка, никеля и железа в донных отложениях было ниже предела обнаружения метода на всех участках. Медь обнаружена в донных отложениях всех обследованных участков в количестве 14,7-66,1 мкг/кг, кадмий – только в донных отложениях участков № 1 и № 4 в количестве 19 и 18 мкг/кг. Свинец содержался в донных отложениях всех участков, кроме № 3 и № 4, в количестве 15,6-298,6 мкг/кг. Хром в донных отложениях всех участков был на уровне от 80,6 до 269 мкг/кг. Полученные значения гораздо ниже, чем концентрации этих металлов в донных отложениях Северного Каспия, определенные в 1993-1996 гг. и 2001-2002 гг. (Pollution..., 2005).

Список литературы:

- 1) Абдусамадов А.С. Современное состояние и эколого-экономические перспективы развития рыбного хозяйства в западно-каспийском регионе России // А.С. Абдусамадов, Г.М. Абдурахманов, М.И. Карпюк. – М.: Наука, 2004. – 497 с.
- 2) Головин В.Г. Антропогенное влияние нефти и нефтепродуктов на экосистему Каспийского моря. – 2003. – 259 с.
- 3) Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 2002 г. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004. – 135 с.
- 4) Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – М.: Изд-во ВНИРО, 1999. – с. 304.
- 5) Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.1315-03. – М.: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ МЗ РФ, 2003. – 154 с.
- 6) Pollution of the Caspian Sea. The Caspian Sea Environment. Vol. 5. Water Pollution. Part 6. - Springer-Verlag, 2005. – P. 109-142.

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА БИОСФЕРУ

Ищенко Н.А., Ищенко Н.С. (Гомель, Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого, каф. «Хозяйственное право», ni875@yandex.ru)

Abstract. The biosphere of the Earth is exposed now to accruing anthropogenous influence. In article the most essential processes are considered some, any of which does not improve an ecological situation on a planet. Preventive measures of transformation of an existing situation in ecology sphere are offered.

Стремительный рост численности человечества и его научно-технической вооруженности существенно изменили ситуацию на Земле. Если в прошлом вся человеческая деятельность проявлялась негативно лишь на ограниченных, хоть и многочисленных территориях (а сила воздействия была несравненно меньше мощного круговорота веществ в природе), то сегодня масштабы естественных и антропогенных процессов стали сопоставимыми, а соотношение между ними продолжает трансформироваться в геометрической прогрессии в сторону возрастания мощности антропогенного влияния на биосферу.

Угроза непредсказуемых трансформаций в стабильном состоянии биосферы столь велика при сохранении привычных способов хозяйствования, что перед нынешними поколениями людей, населяющими Землю, возникла задача экстренного усовершенствования всех сторон своей жизни в соответствии с необходимостью поддержания сложившегося круговорота веществ и энергии в биосфере. Кроме того, повсеместное загрязнение окружающей нас среды разнообразными веществами, подчас совершенно чуждыми для нормального существования организма людей, представляет серьезную опасность для нашего здоровья и благополучия будущих поколений.

За всю историю нашей цивилизации созданы сотни картин мира, тысячи научных парадигм и бесчисленное число идеологий. Рост их количества за последние века проявил свой экспоненциальный характер и на сегодня приблизился к критическому значению, когда все более остро ощущается угроза окончательного отсутствия общего языка между людьми. Ведь каждая из них представляет собой абсолютно законченный мир со своей терминологией и способом отображения бытия, фактически отражающим лишь узкий круг предпочтений какой-либо из социокультурных групп. Со временем каждая из них все более детально обнаруживает свою состоятельность и реальность, и они становятся невосприимчивы, невидимы друг для друга, подобно расходящимся прямым. Подобно абсолютно разным, непересекающимся мирам, претендующим расколоть объективно единую и целостную реальность - наш мир, в котором мы живем, даже не подозревая об его этой параллельной многомерности.

Однако эта претензия на раскол становится все более реальной, поскольку предстоящий исторический выбор предопределяет не только направление развития науки и технологий, но и нашего сознания, нашей культуры. Расходящийся интеграл познания, формируемый расползающейся по швам современной частью ноосферы, как минимум, грозит "списать" и предать забвению значительную часть накопленных человечеством знаний как результат инерционного преобладания какого-нибудь лишь одного из них. Реальность такого исхода заставляет нас по-новому взглянуть на весь опыт человечества, находящийся сегодня под угрозой своего обнуления, и найти такую позицию, с которой его ценность соответствовала таковой, установленной

эмпирическим, прикладным путем. Тем же, эмпирическим путем становится очевидно, что исходной точкой в определении этой позиции должен стать сам человек, просто как единый автор этих ортогональных виртуальных миров - как нечто, единственно надежно связывающее их собой. Как нечто единственное, что способно мыслить об их объединении, как залого собственному самосохранению. Как ось единой матрицы бытия, ячейки которой жаждут своего заполнения столь разнородным знанием.

Какова причина дифференциации интеграла человеческого познания? Почему углубляясь, казалось бы, в аспекты единого мира, каждый из исследователей находит лишь свою, собственную суть, - вот тот вопрос, ответ на который, скорее всего, прольет свет на характер искомой позиции единства.

Углубляясь в историю науки, анализируя ее подход, необходимо учитывать ее социальное происхождение. Необходимо помнить о том, что наука - это, прежде всего, социальный заказ, а значит, она обусловлена, отягощена задачами и нуждами общества. То есть не может быть истинно объективной - наука предвзята и в социальной предвзятости своей склонна рассматривать мир как нечто законченное, состоявшееся, остановившееся в своем развитии, освоение чего требует от науки общество. В поисках объяснения неуклонного расхождения интеграла познания мы вынуждены бескомпромиссно отвергнуть идею о законченности мира. Оно заставляет нас более глубоко осознать процесс эволюции мира, его непрерывного генезиса и увеличения его мерности.

В этой связи ситуацию, в которой находятся искатели истины, вполне можно уподобить сцене, когда у Творца спрашивают: "Как устроен мир?" - А Он отвечает: "А как бы вы хотели, чтобы он был устроен?.." В неготовности к этому вопросу, в нашем представлении, и состоит суть современного научного кризиса. Отягощенное социальным началом человечество не способно помыслить о той творческой свободе, которая предложена человеку его собственной природой, а любые суперсовременные технологии, способные дать решение любой задачи, все же, неспособны принимать решение за самого человека, их создателя.

Если принять концепцию о том, что человек - это венец творения, то это должно означать и то, что человек является подведением некоего итога процесса творения, воплощением интегральной суммы бытия. А коль так, то научный подход, в рамках которого движение вовне, наружу, от себя, открыто утопичен. Хотя бы потому, что претендует остановить время, то есть саму жизнь этим абстрагированием от самого себя, могущего свидетельствовать их течение. И не говоря уже о том, что путей вовне, путей от образования, также как и путей к себе, путей самопознания - бесчисленное множество, что каждый из них неповторим, но лишь у путей к себе - единая цель.

*Биосфера Земли в настоящее время подвергается **нарастающему антропогенному воздействию**. При этом можно выделить несколько наиболее существенных процессов, любой из которых не улучшает экологическую ситуацию на планете.*

Наиболее масштабным и значительным является **химическое загрязнение** среды несвойственными ей веществами химической природы. Среди них - газообразные и аэрозольные загрязнители промышленно-бытового происхождения. Прогрессирует и накопление углекислого газа в атмосфере. Дальнейшее развитие этого процесса будет усиливать нежелательную тенденцию в сторону повышения среднегодовой температуры на планете. Вызывает тревогу у экологов и продолжающееся загрязнение Мирового океана нефтью и нефтепродуктами, достигшее уже 1/5 его общей поверхности. Нефтяное загрязнение таких размеров может вызвать существенные нарушения газо и водообмена между гидросферой и атмосферой. Не вызывает сомнений и значение химического загрязнения почвы

пестицидами и ее повышенная кислотность, ведущая к *распаду экосистемы*. В целом, все рассмотренные факторы, к которым можно приписать загрязняющий эффект, оказывают заметное влияние на процессы, происходящие в биосфере.

В основном существуют **три основных источника загрязнения** атмосферы:

- * промышленность;
- * бытовые котельные;
- * транспорт.

Доля каждого из этих источников в общем загрязнении воздуха сильно различается в зависимости от места. Сейчас общепризнанно, что наиболее сильно загрязняет воздух промышленное производство. Теплоэлектростанции выбрасывают в воздух сернистый и углекислый газ; металлургические предприятия, особенно цветной металлургии, которые выбрасывают в воздух окислы азота, сероводород, хлор, фтор, аммиак, соединения фосфора, частицы и соединения ртути и мышьяка; химические и цементные заводы. Вредные газы попадают в воздух в результате сжигания топлива для нужд промышленности, отопления жилищ, работы транспорта, сжигания и переработки бытовых и промышленных отходов. Атмосферные загрязнители разделяют на первичные, поступающие непосредственно в атмосферу, и вторичные, являющиеся результатом превращения последних.

Аэрозольное загрязнение атмосферы.

Аэрозоли - это твердые или жидкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе. Твердые компоненты аэрозолей в ряде случаев особенно опасны для организмов, а у людей вызывают специфические заболевания. В атмосфере аэрозольные загрязнения воспринимаются в виде дыма, тумана, мглы или дымки. Значительная часть аэрозолей образуется в атмосфере при взаимодействии твердых и жидких частиц между собой или с водяным паром. Средний размер аэрозольных частиц составляет 1-5 мкм. В атмосферу Земли ежегодно поступает около 1 куб. км. пылевидных частиц искусственного происхождения. Большое количество пылевых частиц образуется также в ходе производственной деятельности людей.

Основными источниками искусственных аэрозольных загрязнений воздуха являются ТЭС, которые потребляют уголь высокой зольности, обогатительные фабрики, металлургические, цементные и сажевые заводы. Аэрозольные частицы от этих источников отличаются большим разнообразием химического состава. Еще большее разнообразие свойственно органической пыли, включающей алифатические и ароматические углеводороды, и соли кислот. Она образуется при сжигании остаточных нефтепродуктов, в процессе пиролиза на нефтеперерабатывающих, нефтехимических и других подобных предприятиях. Постоянными источниками аэрозольного загрязнения являются промышленные отвалы - искусственные насыпи из переотложенного материала, преимущественно вскрышных пород, образуемых при добыче полезных ископаемых или же из отходов предприятий перерабатывающей промышленности, ТЭС. Источником пыли и ядовитых газов служат массовые взрывные работы. Производство цемента и других строительных материалов также является источником загрязнения атмосферы пылью. Основные технологические процессы этих производств - измельчение и химическая обработка шихт, полуфабрикатов и получаемых продуктов в потоках горячих газов всегда сопровождается выбросами пыли и других вредных веществ в атмосферу. При некоторых погодных условиях могут образовываться особо большие скопления вредных газообразных и аэрозольных примесей в приземном слое воздуха.

Фотохимический туман (смог) представляет собой многокомпонентную смесь газов и аэрозольных частиц первичного и вторичного происхождения. Фотохимический смог возникает в результате фотохимических реакций при определенных условиях:

наличии в атмосфере высокой концентрации оксидов азота, углеводородов и других загрязнителей, интенсивной солнечной радиации и безветрия или очень слабого обмена воздуха в приземном слое при мощной и, в течение не менее суток, повышенной инверсии. Устойчивая безветренная погода, обычно сопровождающаяся инверсиями, необходима для создания высокой концентрации реагирующих веществ. Такие условия создаются чаще в июне-сентябре и реже зимой. При продолжительной ясной погоде солнечная радиация вызывает расщепление молекул диоксида азота с образованием оксида азота и атомарного кислорода. Атомарный кислород с молекулярным кислородом дают озон. В результате продолжающейся диссоциации новые массы диоксида азота расщепляются и дают дополнительные количества озона. Возникает циклическая реакция, в итоге которой в атмосфере постепенно накапливается озон. Этот процесс в ночное время прекращается. В свою очередь озон вступает в реакцию с олефинами. В атмосфере концентрируются различные перекиси, которые в сумме и образуют характерные для фотохимического тумана оксиданты. По своему физиологическому воздействию на организм человека оксиданты крайне опасны для дыхательной и кровеносной системы и часто бывают причиной преждевременной смерти городских жителей с ослабленным здоровьем.

Среди основных источников загрязнения гидросферы минеральными веществами и биогенными элементами следует упомянуть предприятия пищевой промышленности и сельское хозяйство. С орошаемых земель ежегодно вымывается около 6 млн. т. солей. Отходы, содержащие ртуть, свинец, медь локализованы в отдельных районах у берегов, однако некоторая их часть выносится далеко за пределы территориальных вод. Загрязнение ртутью значительно снижает первичную продукцию морских экосистем, подавляя развитие фитопланктона. Так, печальную известность приобрела болезнь Минамата, впервые обнаруженную японскими учеными у людей, употреблявших в пищу рыбу, выловленную в заливе Минамата, в который бесконтрольно сбрасывали промышленные стоки с техногенной ртутью.

Охрана природы - задача нашего века, проблема, ставшая социальной. Воздействие человека на окружающую среду приняло угрожающие масштабы. Чтобы в корне улучшить положение, понадобятся целенаправленные и продуманные действия. Ответственная и действенная политика по отношению к окружающей среде будет возможна лишь в том случае, если мы накопим надёжные данные о современном состоянии среды, обоснованные знания о взаимодействии важных экологических факторов, если разработает новые методы уменьшения и предотвращения вреда, наносимого Природе Человеком. Сегодня над человечеством нависла угроза ее существованию. **Угроза существованию** – это та угроза, в которой негативный исход или уничтожает возникшую на Земле разумную жизнь, или необратимо и значительно сокращает её потенциал. Никогда прежде люди не испытывали такой тревоги за свою жизнь и не чувствовали себя столь незащищенными как теперь! В связи с этим необходимо создание на национальном и международном уровне **аналитических агентств по предотвращению угроз существованию человечества** (одной из самых существенных угроз является, по нашему представлению, экологическая). Для успешной реализации данных задач необходимо, - прежде всего, мониторинг окружающей среды и трансформация правовых актов на национальном и международном уровне (в сторону усиления ответственности за нарушения в сфере экологии). Необходима разработка национальных программ с целью трансформации существующего положения (в сторону улучшения), рассчитанных на пять-десять лет, а также реализация превентивных мер. На международном уровне необходимо установление жестких квот выбросов вредных веществ для всех государств (без права выхода в одностороннем порядке из международного договора).

ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ (ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕЖДУНАРОДНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ)

Ищенко Н.С. (Гомель, Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого, каф. «Хозяйственное право», ni875@yandex.ru)

Abstract. Global problems in modern conditions, on the one hand, show the closest interrelation of the states, and with another – reveal deep discrepancy of this unity. In this connection in article possible ways of the permission of global problems (in particular in ecology sphere), both on national, and at the international level are offered.

Сегодня особенности интеграционных процессов, охватывающих самые разные сферы жизни людей, наиболее глубоко и остро проявляют себя в так называемых глобальных проблемах современности.

Особенности глобальных проблем:

- * Имеют планетарный характер, затрагивают интересы всех народов мира.
- * Угрожают деградацией и гибелью всему человечеству.
- * Нуждаются в неотложных и эффективных решениях.
- * Требуют международных усилий всех государств.

Большинство проблем, которые сегодня мы связываем с глобальными проблемами современности, сопровождали человечество на протяжении всей его истории. К ним, прежде всего, следует отнести **проблемы экологии**, сохранения мира, преодолении нищеты, голода и др. Однако после второй мировой войны, благодаря невиданным масштабам преобразовательной деятельности человека, все эти проблемы превратились в глобальные, выражающие противоречия целостного современного мира и обозначающие с небывалой силой необходимость сотрудничества и единения всех людей Земли. Глобальные проблемы в современных условиях, с одной стороны, демонстрируют теснейшую взаимосвязь государств, а с другой – выявляют глубокую противоречивость этого единства. Развитие человеческого общества всегда было противоречивым. Оно постоянно сопровождалось не только установлением гармонической связи с природой, но и разрушительным воздействием на нее. Заметный ущерб природе, видимо, наносили уже синантропы (около 400 тысяч лет назад), которые стали использовать огонь. В результате возникших в этой связи пожаров уничтожались значительные площади растительного покрова. Ряд ученых считает, что интенсивная охота древних людей на мамонтов была одной из важнейших причин исчезновения этого вида животных. Переход от присваивающего характера хозяйствования к производящему (начавшийся около 12 тысяч лет назад, связанный, прежде всего, с развитием земледелия), также привел к весьма существенным негативным воздействиям на окружающую природу. Технология земледелия в те времена заключалась в следующем: на определенном участке выжигался лес, затем проводилась элементарная обработка почвы и посев семян растений. Такое поле могло давать урожай всего 2-3 года, после чего почва истощалась и нужно было переходить на новый участок. Помимо этого, экологические проблемы в древности нередко порождала добыча полезных ископаемых. Так, в VII – IV веках до н.э. интенсивная разработка в Древней Греции серебряно – свинцовых рудников, которая требовала больших объемов крепкого леса, привела фактически к уничтожению лесов на Аттическом полуострове. Существенные изменения в природных ландшафтах вызвало строительство городов, которое начало осуществляться на Ближнем Востоке около 5

тысяч лет назад, и конечно, значительной нагрузкой на природу сопровождалось развитие промышленности. Но хотя эти воздействия человека на окружающую среду приобретали все большие масштабы, тем не менее, вплоть до второй половины XX века они имели локальный характер.

Человечество, развиваясь по пути прогресса, постепенно накапливало материальные и духовные ресурсы для удовлетворения своих потребностей, однако ему никогда не удавалось полностью избавиться от голода, нищеты и безграмотности. Острота этих проблем ощущалась каждым народом по своему, и пути их решения никогда прежде не выходили за пределы границ отдельных государств.

Между тем из истории известно, что неуклонно растущие взаимодействия между народами, обмен продуктами промышленного и сельскохозяйственного производства, духовными ценностями постоянно сопровождалось острейшими военными столкновениями. За период с 3500 года до н.э. произошло **14530 войн**. И только 292 года люди жили без войн.

В войнах погибло (млн. человек):

XVII век 3,3

XVIII век 5,5

XIX век 16

В первой и второй мировых войнах лишились жизни около 70 миллионов человек. Это были первые мировые войны во всей истории человечества, в которых участвовало значительное большинство стран мира. Они-то и обозначили начало превращения проблемы войны и мира в глобальную, что, безусловно, порождало глобальную экологическую проблему.

А что же породило глобальные проблемы? Ответ на этот вопрос, в сущности, довольно прост. Глобальные проблемы явились результатом, с одной стороны, огромных масштабов человеческой деятельности, радикально изменяющей природу, общество, образ жизни людей, и, с другой стороны, неспособности человека рационально распорядиться этой могучей силой.

Рассмотрим важнейшие проблемы.

Экологическая проблема.

Хозяйственная деятельность в ряде государств сегодня развита настолько мощно, что она воздействует на экологическую обстановку не только внутри отдельной страны, но и далеко за ее границами.

Характерные примеры:

* Великобритания «экспортирует» 2/3 своих промышленных выбросов.

* 75-90% кислотных дождей Скандинавских стран имеют заграничное происхождение.

* От кислотных дождей в Великобритании страдает 2/3 лесных массивов, а в странах континентальной Европы - около половины их площадей.

* В США не хватает того кислорода, который естественно воспроизводится на их территории.

* Крупнейшие реки, озера, моря Европы и Северной Америки интенсивно загрязняются промышленными отходами предприятий самых различных стран, использующих их водные ресурсы.

С 1950 по 1984 год производство минеральных удобрений возросло с 13,5 млн. тонн до 121 млн. тонн в год. Их использование дало 1/3 прироста сельскохозяйственной продукции.

Вместе с тем резко возросло в последние десятилетия использование химических удобрений. Химические средства защиты растений стали одной из важнейших причин глобального загрязнения окружающей среды. Разносимые водой и

воздухом на огромные расстояния, они (химические удобрения и химические средства защиты растений) включаются в геохимический круговорот веществ по всей Земле, нанося нередко *значительный ущерб* природе, да и самому человеку.

Весьма характерным для нашего времени стал быстро развивающийся процесс ***вывода экологически вредных предприятий*** в слаборазвитые страны.

Огромные и все более расширяющиеся масштабы использования природных минеральных ресурсов привели не только к истощению сырья в отдельных странах, но и к существенному обеднению всей сырьевой базы планеты.

На наших глазах заканчивает эра экстенсивного использования потенциала биосферы. Это подтверждается следующими факторами:

- * Сегодня осталось ничтожно мало неосвоенных земель для ведения сельского хозяйства;
- * Систематически увеличивается площадь пустынь. С 1975 по 2000 года она возрастает на 20%;
- * Большую тревогу вызывает сокращение лесного покрова планеты. С 1950 по 2000 г. площадь лесов уменьшится почти на 10%, а ведь леса это легкие всей Земли;
- * Эксплуатация водных бассейнов, в том числе Мирового океана, осуществляется в таких масштабах, что природа не успевает воспроизвести то, что забирает человек.

Постоянное развитие промышленности, транспорта, сельского хозяйства и т.д. требует резкого увеличения затрат энергии и влечет за собой все ***возрастающую нагрузку на природу***. В настоящее время в результате интенсивной человеческой деятельности происходит даже ***изменение климата***.

По сравнению с началом прошлого века содержание углекислого газа в атмосфере возросло на 30%, причем 10% этого прироста дали последние 30 лет. Повышение его концентрации приводит к так называемому парниковому эффекту, в результате которого происходит потепление климата всей планеты.

Ученые считают, что такого рода изменения осуществляются уже в наше время. В результате человеческой деятельности произошло потепление в пределах 0,5 градуса. Однако если концентрация углекислого газа в атмосфере удвоится по сравнению с ее уровнем в доиндустриальную эпоху, т.е. увеличатся еще на 70%, то произойдут очень резкие изменения в жизни Земли. Прежде всего, на 2-4 градуса, а на полюсах на 6-8 градусов повысится средняя температура, что, в свою очередь, вызовет необратимые процессы:

- * таяние льдов
- * поднятие уровня мирового океана на один метр
- * затопление многих прибрежных районов
- * изменение влагообмена на поверхности Земли
- * сокращение количества осадков
- * изменение направления ветра

Ясно, что подобные изменения поставят перед людьми огромные проблемы, связанные с ведением хозяйства, воспроизведением необходимых условий их жизни.

Сегодня, как справедливо одним из первых отметил В.И. Вернадский, человечество обрело такую мощь в преобразовании окружающего мира, что оно начинает существенно влиять на эволюцию биосферы как целого.

Хозяйственная деятельность человека в наше время уже влечет за собой изменение климата, она воздействует на химический состав водного и воздушного бассейнов Земли на животный и растительный мир планеты, на весь ее облик.

Проблема войны и мира превратилась в глобальную, буквально, на наших глазах, и, прежде всего, в результате резко возросшей мощи оружия. Сегодня одного только ядерного оружия накоплено столько, что его взрывная сила в несколько тысяч

раз превышает мощь боеприпасов, использованных во всех войнах, которые велись прежде.

В арсеналах разных стран хранятся ядерные заряды, суммарная мощность которых в несколько миллионов раз превышает мощность бомбы, сброшенной на Хиросиму. А ведь от этой бомбы погибло свыше 200 тысяч человек! 40% площади города превратилось в пепел, 92% было изуродовано до неузнаваемости. Роковые последствия атомной бомбардировки ощущают до сих пор тысячи людей.

На каждого человека в настоящее время только в виде ядерного оружия приходится такое количество взрывчатых веществ, что их тринитротолуоловый эквивалент превосходит 10 т. Если бы у людей было столько продовольствия, сколько всех видов оружия и взрывчатых веществ существует на планете!.. Этим оружием можно многие десятки раз уничтожить всякую жизнь на Земле. А ведь сегодня уже и «обычные» средства ведения войны вполне способны причинить *глобальный ущерб и человечеству, и природе*. К тому же следует иметь в виду, что технологии ведения войн эволюционируют в сторону все большего уничтожения мирного населения. Соотношение между количеством погибших мирных жителей и погибших военных:

- * Первая мировая война - в 20 раз меньше
- * Вторая мировая война - одинаково
- * Война в Корее (1950-1953 гг.) - в 5 раз больше
- * Вьетнамская война (1964-1968 гг.) - в 20 раз больше.

Что ждет человечество, если будет развязана пусть даже локальная война с применением самых современных средств ее ведения?

Как считают специалисты, применение современного оружия приведет, по крайней мере, к **100** – кратному превышению количества жертв среди мирного населения по сравнению с числом погибших военных.

Коалиция цивилизованных стран, выступающих против глобальных проблем человечества (восьмерка ли, десятка ли...) должна стоять во главе мирового процесса.

В этой ситуации постсоветские страны могут и должны стать инициаторами скорейшего пересмотра существующего положения в сфере обеспечения безопасности существования человечества, а также – «двигателем» общей работы объединенных наций по подготовке к отражению грядущей опасности. Это - один из составных элементов исторической Миссии наших государств.

Представляется необходимым срочно создать в рамках национальных государств агентства по преодолению угроз, связанных с глобальными проблемами человечества (со структурными подразделениями соответствующими рейтингу угроз – экологические, по сохранению мира, противодействию нищете и др.). Причем, необходимо постоянное осуществление мониторинга в данных сферах, передача полученных данных в соответствующие созданные международные организации (либо соответствующие структурные подразделения международной организации), что позволит абстрагироваться от второстепенных (возможно даже национальных) проблем к анализу и разрешению глобальных проблем. Информация должна быть доступной для жителей планеты, следовательно, необходимо будет решить вопрос об организации печатного, электронного издания (с широким оповещением об этом). Ряд авторов считает, что человечество не способно решить, стоящие перед ним задачи. Считаю, что решение глобальных проблем весьма сложная, но выполнимая задача при условии консолидации сил и средств, как на национальном, так и на международном уровне. Вынесенные экспертами международного органа решения должны носить не рекомендательный характер (в соответствии с международным правом), а обязательный характер, т.е. должны быть пересмотрены международно-правовые акты.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМ ОЗЕР МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ РАЗНОУРОВНЕГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Канищев А.А.¹, Даувальтер В.А.^{1,2} (*Апатиты, ¹ Апатитский филиал МГТУ, кафедра геоэкологии; ² Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН; Alexey2041@yandex.ru*)

Abstract. The European North has always been associated with its large number of lakes and rivers with pure fresh water. The water resources in the North play an important part in the economy of the whole region. However nowadays lakes and rivers are subjected to serious anthropogenic impacts from industrial enterprises. Most of the pollutants finally appear in the aquatic ecosystems despite they are partly incorporated into the biogeochemical cycles.

Мурманская земля хранит в своих недрах несметные богатства. В 1920 г. начались крупномасштабные изыскательские работы под руководством академика А.Е. Ферсмана. С 1929 г. разрабатываются открытые месторождения апатито-нефелиновых руд, в 1932 г. разведаны Оленегорское и Ковдорское месторождения железной руды, в 1937 г. – Мончегорские месторождения медно-никелевых руд. В 1938 г. здесь вступил в строй комбинат “Североникель”.

Сегодня Мурманская область – регион с динамично развивающейся экономикой, для которой характерно преобладание таких отраслей, как цветная металлургия, горнодобывающая и перерабатывающая промышленность. Развита также химическая, рыбная, судоремонтная, деревообрабатывающая промышленность. На шельфе Баренцева моря разведаны крупные месторождения нефти и газа. Область богата гидроэнергетическими ресурсами, для использования которых созданы каскады ГЭС на реках Нива, Тулома, Паз, Ковда, Воронья. Кольское Заполярье – это уникальный край, который широко известен богатствами недр, ресурсами северных морей, промышленными предприятиями национального масштаба, развитой производственной инфраструктурой и, конечно, людьми, своим трудом превратившими эту некогда отдаленную территорию в один из самых перспективных регионов России.

Однако высокие темпы индустриализации области в XX в. породили целый ряд проблем, связанных с изменениями качества окружающей среды. Сосредоточение на относительно небольших территориях населенных пунктов с большой численностью населения, мощных горнодобывающих, горно-перерабатывающих, металлургических, энергетических, транспортных и других предприятий, при отсутствии научно-обоснованных региональных допустимых уровней нагрузки и использование неэффективных методов контроля привели к образованию вблизи индустриальных центров зон экологического неблагополучия.

Совершенно очевидно, что наибольшее внимание следует сосредоточить на водоемах, испытывающих наибольшую техногенную нагрузку и являющихся в конечном итоге коллекторами всех видов загрязнения.

Вследствие своего многоцелевого назначения воды суши находятся в числе тех компонентов природы, сознательные преобразования или попутные изменения которых на планете наиболее существенны. Донные отложения (ДО) водоемов являются хранилищем и вместилищем продуктов разрушения широкого круга химических веществ, поэтому в последние годы все большую актуальность приобретают исследования ДО пресноводных систем с целью оценки качества вод.

Целью работы является оценка качества водных экосистем Мурманской области в условиях загрязнения промышленными предприятиями. В работе использованы результаты исследований Института проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН.

Почти 80-летняя деятельность предприятий горнопромышленного и металлургического комплексов, расположенных на берегах оз. Имандра, сопровождающаяся поступлением в водоем больших объемов сточных вод и хозяйственно-бытовых стоков населенных пунктов, в которых проживает почти третья часть населения области, привела к изменению гидрохимических параметров водоема, особенно в местах сброса сточных вод: снизилась прозрачность воды, увеличилась электропроводность, рН в сторону подщелачивания (Моисеенко и др., 1996). Как следствие поступления солей изменился ионный состав воды в сторону нарастания доли сульфатов. Серьезные преобразования геохимического состава претерпели ДО по всей акватории озера вследствие как прямого поступления сточных вод предприятий горно-металлургического комплекса (Большая и Йокостровская Имандры), так и аэротехногенного загрязнения водосбора озера и ветровых нагонных течений (Бабинская Имандра). Максимальные, высокие значения коэффициентов (C_f) и степени (C_d) загрязнения тяжелыми металлами (ТМ) отмечены в Монче-губе ($C_d=183.4$), куда поступают стоки комбината "Североникель" (Даувальтер, 2006). Плеса Большая и Йокостровская Имандра, вследствие загрязнения стоками и атмосферными выбросами комбината, имеют значительные величины C_d ($C_d=28.5$ и 16.9 соответственно). На этой акватории оз. Имандра высокие значения C_f характерны для Ni, умеренные и значительные значения – для Cu и Hg. Низкие и умеренные значения C_f и умеренные значения C_d характерны для плеса Бабинская Имандра (Антропогенные модификации..., 2002). Наибольшее значение индекса экологической опасности (RI) в оз. Имандра отмечено в Монче-губе (RI=504). Очень высокие значения коэффициента экологической опасности (Er) имеют Ni и Hg, высокие – Cu, значительные – Co и Cd. Остальные металлы характеризуются низкими значениями Er. Далее, по мере удаления от главного источника загрязнения в плесе Большая Имандра, значения RI несколько снижаются (RI=202-232), но они остаются значительными. В этих зонах Hg характеризуются очень высокими значениями Er, Ni – значительными, Cu – умеренными, остальные металлы – низкими.

Поверхностные воды Мончегорского района также испытывают антропогенную нагрузку, сопровождающуюся поступлением больших объемов атмосферных выбросов и сточных вод вследствие функционирования ГМК "Североникель". Судя по материалам изучения ДО, озера Мончегорского района испытывают серьезное антропогенное воздействие (Даувальтер и др., 2009). В первую очередь, это воздействие сказывается в повышении концентраций в поверхностных слоях ДО таких элементов, как ТМ и As. Среди ТМ наибольшие значения C_f имеют Ni, Cu, Co, Hg, Co и Pb – металлы, выбрасываемые в атмосферу комбинатом. Hg, Cd, Pb и As в последние десятилетия относятся учеными-экологами к одним из глобальных загрязняющих элементов, особенно в арктической и субарктической зонах Северного полушария. Значения C_f по этим элементам достигают 43.3, 10.7, 10.7 и 35.6 соответственно. Эти четыре элемента обладают чрезвычайной токсичностью для водных организмов, поэтому высокое загрязнение ДО и поверхностных вод этими элементами представляет серьезную опасность водным экосистемам и населению Мончегорского района. Отмечено также умеренное загрязнение ДО исследуемых озер Cr, который может поступать на территорию водосбора озер с воздушными выбросами комбината. Наибольшая величина C_d отмечена в оз. Малевое – 216.9. Это озеро расположено ближе остальных исследуемых озер к комбинату, поэтому и испытывает наибольшую антропогенную нагрузку. Затем по величине C_d следует оз. Пагель ($C_d=127.4$),

расположенное дальше и в стороне от господствующих направлений ветров. Основная территория водосбора оз. Мончеозеро расположена на довольно значительном удалении от комбината, поэтому это озеро имеет наименьшее значение степени загрязнения ($C_d=84.9$).

Функционирование ГМК "Печенганикель" в Печенгском районе в течение более 70 лет привело к загрязнению озер сточными водами и атмосферными выбросами, содержащими газы и пылевые составляющие, в том числе и ТМ, в повышенных концентрациях. Многолетнее загрязнение водоемов обуславливает трансформацию гидрохимического режима и изменение естественных геохимических циклов элементов в непосредственной близости от источника загрязнения природных вод и по всему району в целом. В толще ДО озер Печенгского района наблюдается увеличение концентраций к поверхности ДО практически всех исследованных металлов. В целом озера Печенгского района характеризуются высокой степенью загрязнения ($C_d \geq 32$). Наибольший вклад в загрязнение района вносят Ni, Cu, Cd, Pb и Hg. Несмотря на высокие концентрации Ni и Cu, Hg наиболее опасна вследствие крайне высокой токсичности. Высокую экологическую опасность представляют озера, вблизи г. Никель и Заполярный, где значения RI находятся в диапазоне от 349 до 2178, что в 1.1 – 7 раз превышает предел градации высокого значения индекса экологической опасности (300). Основным вклад в это значение вносят Ni, Cd, As и Hg, которые имеют очень высокие показатели Eг ($Eг_{Ni} = 243$, $Eг_{Cd} = 407$, $Eг_{Hg} = 250$). Максимальным RI характеризуется оз. Куэтсъярви (RI = 1010).

К подверженным техногенному загрязнению речным системам Мурманской области относится и система рек Ковдора – Ёна – Пиренга (Ковдорский район). На водосборной территории этих рек располагаются производственные мощности Ковдорского ГОКа. В толще ДО оз. Ковдор наблюдается увеличение концентраций по направлению к поверхности ДО практически всех исследованных металлов. Значения C_f для ТМ находятся в диапазоне от 1.4 до 20.7. Для некоторых металлов (Cu, Ni, Zn, Fe, Sr, Ca, Mg, Cr, Al) отмечается небольшое уменьшение концентраций в поверхностных слоях ДО, что, вероятно, связано со снижением объема сточных вод и с проведением природоохранных мероприятий на Ковдорском ГОКе в последнее десятилетие (Антропогенные изменения..., 2005).

Водосборы исследуемых озер Лапландского государственного биосферного заповедника (ЛГБЗ) Чунозера и горного озера находятся в зоне влияния близлежащих промышленных предприятий – ГМК "Североникель" и ОАО "Апатит". Вследствие этого на формирование химического состава воды и ДО оказывают влияние не только природно-обусловленные процессы, но и деятельность этих предприятий (Антропогенные изменения..., 2007). В толще ДО оз. Чунозера также наблюдается увеличение концентраций практически всех ТМ (Ni, Cu, Co, Zn, Cd, Pb, Mn, Fe) и Sr по направлению к поверхности ДО. Значения C_f вышеперечисленных металлов находятся в диапазоне от 1.8 до 27.7. Наибольшие значения C_f имеют Ni, Cu, Pb и Co (C_f равны 27.7, 9.8, 6.9, 3.8, соответственно). Повышенное поступление ТМ на территорию водосбора озера, в воду и ДО связано с воздушными переносами из соседнего источника загрязнения – ГМК "Североникель". Повышенные содержания Pb в поверхностных слоях ДО оз. Чунозера помимо влияния атмосферных выбросов близ расположенного комбината цветной металлургии также связаны, вероятно, с процессами глобального загрязнения этим металлом атмосферы Северного полушария. Главной особенностью и главным фактором, определяющим закономерности формирования химического состава ДО горного озера, является наличие аэротехногенной нагрузки соединений ТМ и окислов серы и развитие процессов загрязнения и закисления водосбора и водной толщи озера. Загрязнение выбросами

комбината привело к увеличению содержания Ni, Cu, Zn, Co, Cd, Pb в поверхностных слоях ДО.

В заключение следует отметить, что вода находится в числе тех компонентов природы, преобразования или попутные изменения которых наиболее существенны. Использование водных ресурсов, как правило, носит комплексный характер. Каждый вид водопотребления и водопользования предполагает свои требования, как в количественном, так и в качественном отношении, а также по-разному влияет на качество воды при ее использовании. Низкое качество окружающей среды, в том числе и водной, экологически обусловленное ухудшение здоровья населения становятся ограничивающими факторами устойчивого социально-экономического развития регионов. Следовательно, проблема научной разработки новых высокоэффективных и экономичных технических и технологических решений для развития производств и восстановления нарушенных природных комплексов останется актуальной на весь период деятельности промышленных предприятий Мурманской области (Кашулин и др., 2005).

Список литературы:

- 1) Антропогенные изменения лотических экосистем Мурманской области. Часть 1: Ковдорский район / Н.А. Кашулин, В.А. Даувальтер и др. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2005. – 234 С.
- 2) Антропогенные изменения лотических экосистем Мурманской области. Часть 2: Озерно – речная система реки Чуна в условиях азротехногенного загрязнения / Н.А. Кашулин, В.А. Даувальтер и др. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2007. – 238 С.
- 3) Антропогенные модификации экосистемы озера Имандра / Т.И. Моисеенко, В.А. Даувальтер и др.; под ред. Т.И. Моисеенко. – М.: Наука, 2002. – 403 С.
- 4) Даувальтер В.А. Оценка экологического состояния поверхностных вод по результатам исследования химического состава донных отложений. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2006. – 90 С.
- 5) Даувальтер В.А., Даувальтер М.В., Кашулин Н.А., Сандимиров С.С. Химический состав донных отложений озер в зоне влияния атмосферных выбросов комбината «Североникель» // Геохимия, 2009 (в печати).
- 6) Кашулин Н.А., Даувальтер В.А., Ильяшук Б.П., Раткин Н.Е., Вандыш О.И. Современные подходы к оценке процессов трансформации пресноводных экосистем Севера // Формирование основ современной стратегии природопользования в Евро-Арктическом регионе. – 2005. – С. 346-355.
- 7) Моисеенко Т.И., Родюшкин И.В., Даувальтер В.А., Кудрявцева Л.П. Формирование качества поверхностных вод и донных отложений в условиях антропогенных нагрузок на водосборы арктического бассейна. Апатиты. Изд-во Кольского научного центра РАН, 1996. 264 С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ АЭРОБНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ АКТИВНОГО ИЛА ОАО «ПРОТЕИН»

Кудряшова М.Ю., Степанова Н.Л. (Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды, MarinaKudryashova28@yandex.ru)

Abstract. Aerobic stabilization of activated sludge is the process similar to biological treatment of wastewaters in aerotanks. Aerobic stabilization is considered as mineralization of activated sludge by its oxidation in the presence of microorganisms and pumped atmospheric air. The aim of aerobic stabilization is not only stabilization, but also cheap and effective monitoring of activated sludge properties and maturity of the processes in aerotank.

Аэробная стабилизация ила – это минерализация активного ила окислением органических веществ в присутствии микроорганизмов и кислорода атмосферного воздуха, вводимого принудительно. Этот процесс, с точки зрения кинетики распада органики, аналогичен процессу окисления органических загрязнений в аэротенке.

В результате протекающих при этом процессов биохимической деструкции органического вещества (минерализации осадка) повышается устойчивость осадка к загниванию, улучшаются санитарные условия его обезвоживания, хранения и утилизации. Впервые возможность глубокой деструкции органического вещества осадка в процессе длительной аэрации была установлена в 1932 в США (2).

В данной работе исследовалась динамика аэробной стабилизации активного ила ОАО «Протеин» по физико-химическим показателям и возможности самой стабилизации. ОАО «Протеин» занимается производством различной рыбной продукции. В схеме очистки сточных вод имеет последовательно: решетки, жироловки, флотаторы и аэротенк, из которого изымался активный ил для эксперимента.

Перед аэробной стабилизацией избыточный активный ил отделили от сточной воды отстаиванием в течение 2 часов. Влажность исходного осадка составила 98,7 %. Лабораторные эксперименты по стабилизации активного ила проводили в модельных реакторах объемом 6 литров при концентрации ила не более 150 г/м³ при комнатной температуре (18-21 °С).

Процесс стабилизации подразумевает минимум растворенных питательных веществ и, следовательно, самоокисление клеточного вещества микроорганизмов. При этом, продолжительность стабилизации ила связана с полнотой деструкции органического вещества в процессе основной биологической очистки сточных вод и ряда других факторов. В нашем случае процесс стабилизации завершился на 21 сутки, что может говорить о неполном окислении органических веществ сточных вод в аэротенке.

В результате контроля реакции среды было выявлено два пика минимальных значений рН (в конце первой и второй недели эксперимента соответственно до 4,75 и 4,25). Между пиками (8-10 сутки) рН поднималось до 6, а после (15-17 сутки) рН стабилизировалось до значений 5,25 и далее значительно не менялось. Наличие первого пика также может свидетельствовать о незавершенности процессов деструкции органических веществ в аэротенке.

В представленном эксперименте при снижении рН до 6 в среде начинает накапливаться аммонийный азот. Накопление аммонийного азота и отсутствие значимого количества нитритного азота означает снижение активности микроорганизмов. На это также указывает рост концентрации нитратного азота на протяжении всего эксперимента. Динамика изменения концентраций аммонийного,

нитритного и нитратного азотов в жидкой фазе активного ила ОАО «Протеин» в процессе аэробной стабилизации представлена на рисунке 1.

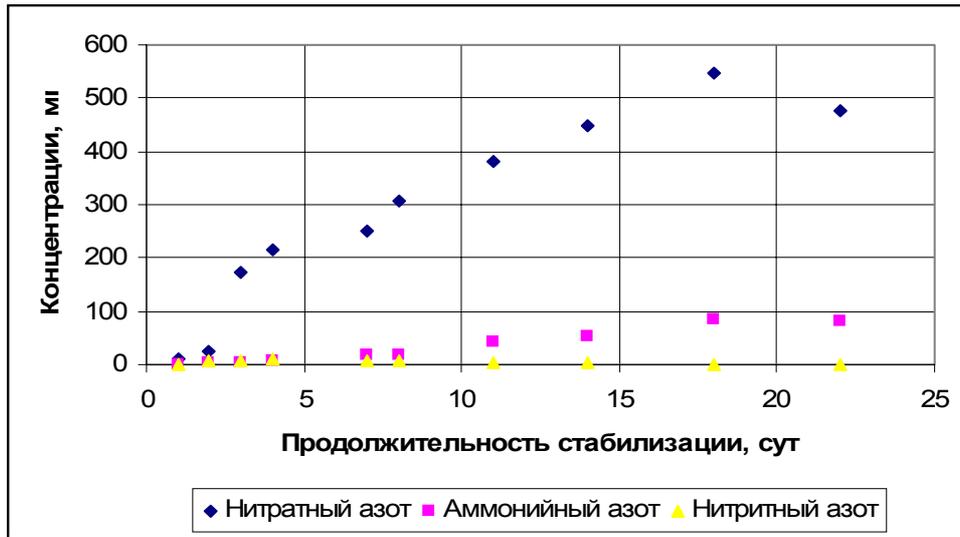


Рисунок 1 – Динамика изменения концентраций аммонийного, нитритного и нитратного азотов

Эффективность минерализации органического вещества также определяли по дозе ила. Этот показатель планомерно снижался, коррелируя с динамикой накопления минерального азота в среде. Динамика изменения обоих указывает на то, что минерализация органического вещества активного ила длилась 20 суток. Динамика изменений свойств активного ила ОАО «Протеин» в процессе минерализации по дозе ила и минеральному азоту в среде представлена на рисунках 2 и 3.

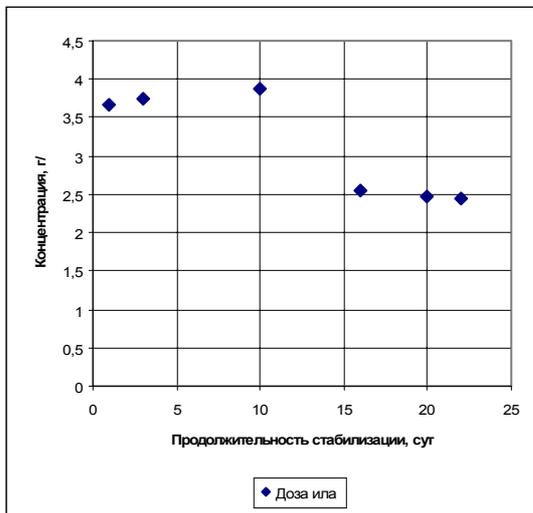


Рисунок 2 – Динамика изменения дозы ила

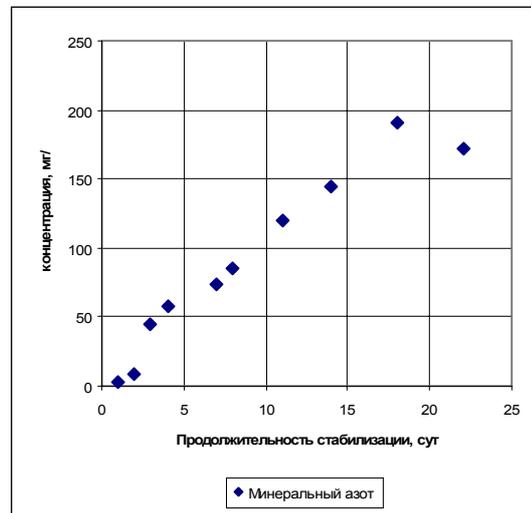


Рисунок 3 – Динамика изменения минерального азота в среде

В результате стабилизации активного ила в раствор выделяется значительное количество фосфатов (т.к. происходит разрушение живых клеток). Концентрация фосфатов в жидкой фазе увеличивалась непропорционально концентрации ила (до 180 мг/л), вероятно из-за того, что, во-первых, ОАО «Протеин» – занимается рыбной продукцией и, во-вторых, активная концентрация фосфатов – рН-зависимая величина.

Степень распада органических веществ составила в среднем 60 %. На процесс стабилизации активного ила влияет наличие токсичных, агрессивных и трудно окисляемых веществ. Одним из таких ингибирующих факторов в нашем эксперименте являлось высокое солесодержание (около 10800 мг/л), основную долю в котором составляют хлориды (около 6300 мг/л). Вероятно, это являлось одной из основных причин продолжительности процесса аэробной стабилизации.

В качестве основного вывода по окончании эксперимента можно сказать, что процесс биологической очистки сточных вод в аэротенке ОАО «Протеин» происходит не полностью. Полученные в ходе исследования результаты можно использовать для более эффективного управления процессами деструкции органических веществ. Например, одним из решений может стать увеличение времени пребывания сточной воды в аэротенке.

Для станций аэрации малой производительности, аэробные стабилизаторы не требуют значительных капитальных вложений в строительство, практически не увеличивают текущих расходов на свое содержание, легко эксплуатируются и являются гибкими в управлении (1). Кроме того, учитывая дороговизну и сложность контроля за полнотой биологической очистки сточных вод традиционными методами, для предприятий малого производства, в т.ч. ОАО «Протеин», аэробная стабилизация активного ила является альтернативным комплексным средством мониторинга завершенности процессов в аэротенке и возможностью анализа свойств самого активного ила.

Список литературы:

- 1) Аджиенко, В.Е. Исследование процесса аэробной стабилизации избыточного активного ила / В.Е. Аджиенко и др. // Вода и экология. – 2000. - №3. – С. 59-70;
- 2) Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse / Metcalf & Eddy, Inc. -3rd ed. / revised by George Tchobanoglous, Frank Burton. – 1998. – 1334 p.

ДИНАМИКА ОСНОВНЫХ БИОГЕНОВ В РЕКЕ ЯХРОМА

Кузнецова Н.В. (Московская обл., Дмитровский район, п. Рыбное, ДФ ФГОУ ВПО "АГТУ", кафедра экологии, e-mail: natashak.82@mail.ru)

Abstract. The article says about the biogens pollution of Yakhroma River at the process of grounds erosion. It is shown that the collector-drainage waters are constant source of the river pollution. The quantity of biogens is much higher than MPC(maximum permissible concentration). All these leads to the eutrophication of the river and water deterioration.

Река Яхрома, бассейн которой полностью располагается в Дмитровском районе, испытывает существенное антропогенное воздействие. Яхромская пойма в низинной части долины реки освоена под интенсивное овощеводство. Дренажные воды с поймы по сети коллекторных каналов поступают в р. Яхрому, принося значительное количество минеральных удобрений, в частности азотных и фосфорных соединений. Помимо возвратных вод с сельскохозяйственных угодий р. Яхрома получает бытовые сточные воды прилегающих населенных пунктов и отдельно стоящих зданий. Все это ведет к эвтрофированию реки и, соответственно, понижению качества воды.

В настоящей работе дается оценка загрязненности азотными и фосфорными соединениями воды р. Яхромы по материалам гидрохимических исследований в вегетационный период 2008 г. (табл.). Исследованиями были охвачены участки русла реки от истока до устья.

Таблица. Содержание азотных и фосфорных соединений в воде р. Яхрома

Точка отбора проб	Весна				Лето				Осень			
	NH_4^+ , мг/л	NO_2^- , мг/л	NO_3^- , мг/л	PO_4^{3-} , мг/л	NH_4^+ , мг/л	NO_2^- , мг/л	NO_3^- , мг/л	PO_4^{3-} , мг/л	NH_4^+ , мг/л	NO_2^- , мг/л	NO_3^- , мг/л	PO_4^{3-} , мг/л
1	0,2	0,001	10	0,1	0,2	0,02	10	0,1	0,2	0,002	5	0,1
2	0,2	0,001	15	0	0,5	0,02	10	0	0,2	0,04	5	0
3	0,08	0,001	0	0	0,5	0,004	10	0	0,2	0,002	10	0
4	0,1	0,02	0	0	0,3	0,02	5	0	0,2	0,002	10	0
5	0,4	0,04	10	0	0,5	0,07	15	0,1	0,4	0,02	30	0,1
6	0,08	0,002	10	3,0	0,8	0,15	30	1,2	0,08	0,02	30	1,0
7	4,0	0,04	60	6,0	2,0	0,2	65	2,5	8,0	0,07	90	2,0
8	2,0	0,07	30	2,5	1,0	0,08	30	0,8	4,0	0,06	45	1,3
ПДК_{р/х}	0,5	0,08	45	0,15	0,5	0,08	45	0,15	0,5	0,08	45	0,15

На всем протяжении реки от истока до выхода реки в низинную часть долины (точки 1-6) содержание в воде азотных соединений (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) и фосфорных соединений (PO_4^{3-}) в основном в пределах ПДК для рыбохозяйственных водоемов. Незначительное превышение ПДК аммонийного азота наблюдается в летний период в районе попадания сточных вод с очистных сооружений г. Дмитрова через речку Березовец (точка 6). Здесь же содержание фосфатов превышает ПДК на протяжении всего периода исследования.

На участке реки в пределах интенсивно используемой под овощеводство поймы (точка 7), содержание нитратов в воде в весенний и летний периоды составило 60-65

мг/л, в осенний - 90 мг/л, что до двух раз превышает ПДК. Только в летний период нитриты на этом участке в 2,5 раза превышали ПДК, весной и осенью - в пределах ПДК. Здесь же концентрация аммонийного азота в воде во много раз превышала ПДК на протяжении всего периода исследования (весной превышение ПДК - в 8 раз, летом - в 4 раза, осенью - в 16 раз).

В устьевой части реки (точка 8) содержание аммонийного азота также превышает ПДК: весной - в 4 раза, летом в 2 раза, осенью - в 8 раз.

Содержание фосфатов как в пределах мелиорированной поймы, так и в устье реки значительно превышало ПДК, особенно весной, поскольку фосфорные удобрения применяют в большом количестве при внесении под вспашку или культивацию.

Сравнивая отдельные участки р. Яхромы, можно констатировать, что основным и достаточно стабильным источником биогенов являются агроценозы в пределах поймы реки.

Именно на участке русла реки в пределах мелиорированной поймы отмечается интенсивное зарастание высшей водной растительностью русла, прежде всего, заросли кубышки желтой (*Nuphar lutea* L.) - индикатор мезоэвтрофности. Из погруженных макрофитов здесь отмечены рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus* L.) и валлиснерия (*Vallisneria spiralis* L.), также яркие представители мезоэвтрофных водоемов.

СОСТОЯНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ГОРОДАХ И РАЙОНАХ ДАГЕСТАНА

Насурлаева З.Ю. (*Махачкала, Дагестанский научный центр РАН, zorro.55@mail.ru*)

Abstract. Deterioration of the condition of the air ambience, increasing of machine-made electromagnetic field.

В последние годы загрязнение окружающей среды приобретает острый и тревожный характер. Основным источником загрязнения атмосферного воздуха в городах являются автомобили и другие виды транспорта, а также выбросы промышленных предприятий. Выбросы углекислого газа (CO₂), оксидов углерода (CO), углеводородов, уровень шума в городах за последние 15 лет удвоились. Упомянутые окись углерода, углекислый газ и большинство других газовых выделений двигателей тяжелее воздуха и все они скапливаются у земли, тем самым, оказывая отрицательное влияние на организм человека. В выхлопных газах автомобилей также содержатся: альдегиды, обладающие резким запахом и раздражающим действием; окислы азота, которые играют большую роль в образовании углеродов в атмосферном воздухе, последние в свою очередь превращаются в сажу. Автомобильный транспорт стал настолько вредным, что в больших городах он является, чуть ли не главным фактором экологической беды, на его долю приходится до 80% выбросов вредных веществ. По данным статистики на конец второго тысячелетия концентрация вредных веществ превышает предельно допустимые нормы (ПДК) в 205 городах РФ с населением более 65,4 млн. человек (Адамчук, Люзгаева 1998). Основной, действенной мерой снижения атмосферного загрязнения является замена двигателей внутреннего сгорания автомобилей на электрический или водородный.

И так, содержание двуокси углерода в атмосфере Земли в настоящее время достигло наивысшей точки за 160 тысяч лет. На так называемый индустриальный период развития человечества приходится увеличения на 25%. К примеру, количество метана, появление которого сопутствует производству энергии в воздушном пространстве, увеличилось вдвое по сравнению с доиндустриальной эпохой.

На территории Дагестана значительное ежегодное сокращение объёмов промышленного производства привело с одной стороны к снижению образования вредных веществ, а с другой стороны – к резкому падению воздухоохранной деятельности и невыполнению запланированных мероприятий по снижению загрязнения воздушного бассейна. К числу проблемных вопросов воздухоохранной деятельности можно отнести:

- низкий уровень улавливания и обезвреживания загрязняющих веществ;
- сравнительно высокая концентрация предприятий и автотранспорта в городах по сравнению с сельскими районами;
- достаточно многообразный химический состав выбросов;
- слаборазвитая, как по территории, так и по числу определяемых вредных веществ система наблюдения за состоянием воздушного бассейна.

В результате действия вышеуказанных факторов состояние атмосферного воздуха в республике следует признать неблагоприятным. Специфической особенностью республики является отсутствие крупных объектов, выбросы которых определяли бы обстановку в целом. Наибольшее количество выбросов стационарных

источников 19,7% - приходится на Ногайский район, где расположены объекты АО «Дагнефть», и на столицу республики г. Махачкалу – 17,7%. По объёму выбросов автотранспорта (41%) и валового выброса (30%), ведущее положение занимает также г. Махачкала. Здесь же складывается неблагоприятная ситуация с состоянием воздушной среды и в части повышения уровня техногенного электромагнитного фона.

В зависимости от характеристик самих электромагнитных полей и излучений, вида и состояния объекта и условий действия излучения оно может быть стабилизирующим, нейтрализующим и повреждающим. Поэтому вопросы электромагнитной безопасности человека в среде его обитания становятся актуальными.

В настоящее время для того, чтобы акцентировать внимание на негативном воздействии электромагнитных полей, введены в обращение такие термины, как «электромагнитное загрязнение» и «электромагнитный смог». Причём считается, что во многих случаях, электромагнитное загрязнение может быть даже более опасным, чем радиационное. Это связано с тем, что радиационные аварии охватывают довольно ограниченные массы населения. Электромагнитные же поля воздействуют практически на всё население, включая детей и подростков. Известно так же, что с радиационно-загрязнённых территорий людей можно эвакуировать, а от воздействия электромагнитных полей не защищают даже стены дома и они оказывают своё влияние на всё живое постоянно и круглосуточно.

Большая часть оборудования образующего «электромагнитный смог» эксплуатируется вблизи крупных городов, и районах с высокой плотностью населения, непосредственно в жилых домах, и на рабочих местах, где интенсивность и нагрузка электромагнитных полей может стать чрезмерной, превышающей ПДУ электромагнитного излучения.

В промышленных районах городов, в окрестностях заводов, фабрик и других предприятий с мощными микроволновыми генераторами, интенсивность микроволн на много порядков превышает интенсивность естественного электромагнитного фона и оценивается в несколько единиц $Вт/м^2$, что превышает принятый в Российской Федерации предельно допустимый уровень (ПДУ) непрофессионального СВЧ-облучения. Причём количество и мощность таких источников постоянно возрастает. Однако такое превышение ПДУ электромагнитного излучения сейчас можно встретить и не только в промышленных, но и в других районах города.

Так, к примеру, административный центр г. Махачкалы. Здесь на площади им. Ленина расположены административные учреждения – здание Госсовета республики, мэрии, ОАО «Дагсвязьинформ», а также здания МВД и управления ФСБ по республике Дагестан. В течение суток, особенно, в дневные часы здесь наблюдается повышение электромагнитного фона техногенного происхождения и, в основном, в период работы ОАО «Дагсвязьинформ», МВД и ФСБ, и той мощной техники связи, антенн, находящихся на их территории. Перенасыщенность эфира электромагнитными волнами отражается на работе теле- и радиоаппаратуры в жилых домах расположенных рядом. Утром и вечером по несколько раз трансляция приёмников вообще может прекращаться из-за проезжающих здесь машин сопровождения, оборудованных многочисленными антеннами, подавляющими основные радиочастоты. Повышенный техногенный электромагнитный фон в данном районе создаёт опасную обстановку для жизни и здоровья постоянно живущих здесь людей и животных. Люди часто жалуются на быструю утомляемость, головные боли, слабость, раздражительность, боли в сердце, тревожный сон – все эти симптомы соответствуют развивающейся радиоволновой болезни, ведущей к функциональным изменениям нервной и сердечно-сосудистой системы. Тревожным сигналом также является полное исчезновение популяции паука-

крестовика обитавшего несколько лет назад на растущих здесь елях. Популяция характеризовалась высокой плотностью и экспоненциальным ростом, крупными размерами особей. За последние 8-10 лет с ухудшением состояния воздушной среды, под воздействием абиотических факторов, численность популяции сократилась и со временем она исчезла. Паутина – это совершенное и очень чувствительное природное образование, которое ощущает малейшие вибрации и изменения в воздушной среде, является показателем её состояния. Также за эти годы полностью исчезла популяция летучих мышей, в большом количестве обитавших в районе площади Ленина.

В отличие от природного величину техногенного электромагнитного фона можно уменьшить за счёт разумного использования и размещения излучательных установок.

Список литературы:

- 1) Адамчук В., Люгзаева Н. «Будущее за электромобилями» - //Автомобильный транспорт// – 1998, №2.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ТЕРСКО-СУЛАКСКОЙ ПОДЗОНЫ ДАГЕСТАНА ПО КОНЦЕНТРАЦИИ ВАЛОВОГО ЖЕЛЕЗА

Салихов Ш.К., Магомедалиев А.З., Яхияев М.А. (г. Махачкала, ПИБР ДНЦ РАН, лаборатория биогеохимии, e-mail: salichov72@mail.ru)

Abstract. Determine the content of iron in the gross soil column, and the genetic horizons of the main types of soil of sub Tersko-Sulakskoy Dagestan. Revealed some patterns of distribution and migration of the studied elements on the vertical profile of soil.

Химические элементы являются неотъемлемой частью биосферы. Одни из них необходимы растениям, животным и человеку в относительно больших количествах (калий, кальций), другие востребованы живыми организмами в микроколичествах, но при этом жизненно необходимы (кобальт, цинк, железо, медь и др.) и, наконец, третья группа этих химических элементов даже в крайне малых концентрациях токсична для всего живого (алюминий, кадмий, свинец, ртуть).

Микроэлементы в почвах входят в состав разных соединений, большая часть которых представлена нерастворимыми или труднорастворимыми формами и лишь небольшая – подвижными формами, усваиваемыми растениями. На подвижность микроэлементов и их доступность растениям большое влияние оказывают кислотность почвы, влажность, содержание органического вещества и другие условия.

Недостаток или избыток микроэлементов в почве приводит к дефициту или избытку их в растительном и животном организме. При этом происходят изменения характера накопления (депонирования), ослабление или усиление синтеза биологически активных веществ, перестройка процессов межклеточного обмена, выработка новых адаптаций или развиваются расстройства, ведущие к эндемическим заболеваниям человека и животных.

Исходя из данных соображений, изучение фонового содержания химических элементов в компонентах окружающей среды в различных регионах биосферы необходимо, во-первых, для комплексного эколого-биогеохимического картирования и районирования территории и определения обеспеченности их жизненно необходимыми элементами и, во-вторых, для оценки степени недостатка или избытка локальных участков территорий, подверженных антропогенному воздействию, прогноза изменения ее состояния и разработки природоохранных мероприятий.

Немаловажное значение в жизни всего живого имеет железо, которому принадлежит важная роль в активности и синтезе многих металлоферментов, чем и объясняется его влияние на процессы роста, развития, тканевого дыхания, гемопоеза, иммуногенеза и другие физиологические процессы (2-9).

Нами были исследованы почвы Терско-Сулакской подзоны равнинной зоны Дагестана (Кизлярский, Бабаюртовский, Хасавюртовский, Кизилюртовский административные районы) на предмет концентрации в них валового железа.

Анализ содержания валовой формы железа в почвах был проводился в лаборатории биогеохимии ПИБР ДНЦ РАН и Аналитическом центре коллективного пользования ДНЦ РАН.

Почвенный покров исследуемой части региона представлен следующими основными типами почв: луговыми, лугово-аллювиальными, лугово-болотными, лугово-лесными, лугово-каштановыми, каштановыми, светло-каштановыми, солончаками (1).

Почвы лугового типа развиваются в условиях оптимального грунтового увлажнения и характеризуются четким проявлением окислительно-восстановительных

процессов в профиле, а также биогенной и гидрогенной аккумуляцией веществ. Обязательным сопутствующим фактором лугового почвообразовательного процесса, является избыточное увлажнение, связанное с близко залегающими грунтовыми водами. Луговым почвам свойственно формирование по пониженным элементам рельефа.

Содержание гумуса в почвах 4-7% с плавным уменьшением по профилю. Для исследуемых луговых почв характерны: ясная дифференциация горизонтов; значительная мощность гумусового горизонта $A+B=50-70$ см, карбонатность иллювиального горизонта (B), хорошо выраженная мелкокомковато-зернистая структура, гидрогенная аккумуляция карбонатов, гипса, солей.

Лугово-аллювиальные почвы характеризуются постоянным влиянием кольматационного режима рек, в результате которого откладывается значительное количество мелкоземлисто-материала. Наряду с влиянием поверхностных вод эти почвы испытывают дополнительное грунтовое увлажнение.

Лугово-болотные почвы формируются в условиях длительного поверхностного и грунтового увлажнения, имеют преимущественно тяжелый механический состав. Почвы характеризуются высоким содержанием гумуса (3–6%) в верхних горизонтах, резко падающим с глубиной. Все лугово-болотные почвы в той или иной степени засолены легкорастворимыми солями.

Лугово-лесные почвы формируются на повышенных элементах пойменных террас современных действующих рек под лесной и кустарниковой растительностью. Кратковременно заливаются паводковыми водами с большим количеством взвешенного материала. Откладываемый на почвенную поверхность материал дифференцируется в зависимости от геоморфологической приуроченности: в прирусловой пойме накапливается супесчанно-песчаный материал, в центральной и повышенной части – отложения суглинистого механического состава.

Лугово-каштановые почвы являются переходным типом, сформировавшимся в результате остепнения луговых почв. Приурочены к микро- и мезопонижениям, встречаются на недренированных равнинах, верхних пойменных террасах, в широких стоковых ложбинах, имеющих дополнительный приток влаги. Характеризуются сравнительно высоким содержанием гумуса (3–6%), постепенно снижающимся с глубиной.

Светло-каштановые почвы отличаются небольшой мощностью гумусового горизонта, низким содержанием гумуса, высокой карбонатностью и относительно наибольшей выраженностью солонцеватости. Эти почвы характеризуются низким содержанием гумуса, в связи с высокими летними температурами, небольшим количеством осадков, вызывающем угнетение корневой системы растений и соответственно уменьшением количества растительных остатков.

Солончаки содержат большое количество воднорастворимых солей в слое 0-10 см. Изучаемые почвы развиваются на недренированных или отрицательных элементах рельефа, в условиях близкого залегания минерализованных почвенно-грунтовых вод. Характерной чертой для профиля солончаков является аккумуляция солей, начиная с поверхности почвы. Слои пропитывают почву и образуют на ее поверхности выцветы.

Цель нашего исследования – выявление закономерностей концентрации и миграции валового железа в основных типах почв Терско-Сулакской подзоны равнинной зоны Дагестана.

Изучаемый нами элемент (табл.1) имеют широкий размах концентраций, в почвах – от 19,9 до 57,2 г/кг, достигая максимума концентрации в луговых почвах, постепенным уменьшением в ряду: лугово-каштановые – лугово-аллювиальные – солончаки – каштановые – лугово-лесные – светло-каштановые – лугово-болотные.

Таблица 1. Среднее содержание валового железа в почвенной толще почв Терско-Сулакской низменности, г/кг почвы

Тип почвы	Гумус, %	рН	M _{ср.}	Lim	Корреляция	
					железо/ гумус	железо/ рН
Луговые	2,78	8,1	42,6	27,6-57,2	-0,364	-0,293
Лугово-аллювиальные	2,05	8,3	38,4	24,6-47,6		
Лугово-болотные	3,18	8,2	26,5	19,9-31,3		
Лугово-лесные	3,61	8,3	34,3	32,1-38,5		
Лугово-каштановые	2,46	8,2	40,3	32,0-51,9		
Каштановые	2,04	8,4	36,0	25,2-52,5		
Светло-каштановые	2,23	8,6	32,6	24,2-36,7		
Солончаки	2,37	8,4	38,3	25,3-54,2		

Обнаружена слабая отрицательная корреляция содержания железа (в почвенной толще) в исследованных почвах с содержанием гумуса и реакцией среды – в исследованных почвах наблюдается следующая закономерность: чем меньше содержание гумуса и рН, тем больше концентрация валовой формы микроэлемента железа. Концентрация валового железа в почвах помимо гумуса и рН вероятно, определяется содержанием его в почвообразующих породах и грунтовых водах, содержанием и соотношением в почвах органоминеральных коллоидов и карбонатов, засоленностью почв, влиянием рек и Каспийского моря, и другими неучтенными нами факторами.

В почвах изучаемой зоны отмечается также определенная закономерность миграции валового железа по вертикальному профилю исследованных почв (табл.2).

Таблица 2. Среднее содержание валового железа в почвах Терско-Сулакской низменности по генетическим горизонтам

Почвы	Гумус, %			Валовое железо, г/кг почвы		
	А	А+В	С	А	А+В	С
Луговые	3,65	3,34	0,67	44,2	43,8	42,1
Лугово-аллювиальные	2,74	2,46	0,79	35,8	44,1	38,5
Лугово-болотные	4,46	3,96	0,38	30,0	26,2	19,9
Лугово-лесные	6,26	4,46	0,90	34,3	35,5	33,1
Лугово-каштановые	3,35	2,87	0,68	37,3	44,7	40,3
Каштановые	2,44	2,48	0,87	38,2	34,6	35,0
Светло-каштановые	1,82	1,78	0,79	36,0	34,8	28,1
Солончаки	3,32	2,48	0,42	37,8	41,8	37,1

Так, по горизонтам в среднем по всем типам почв содержание железа составляет, в г/кг: А – 36,7; А+В – 38,19; С – 34,26. Как видно из результатов анализа, в целом происходит уменьшение концентрации железа вниз по профилю почв, миграция которого в нижележащие горизонты, видимо ограничена повышенной карбонатностью аккумулятивно-эллювиальных горизонтов, которая препятствует продвижению элемента из верхних горизонтов.

Коэффициент корреляции железа с гумусом по горизонтам, для основных типов почв изученной подзоны составил: А (- 0,312); А+В (- 0,332); С (0,319).

В среднем в гидроморфных почвах и солончаках региона наблюдается незначительное уменьшение концентрации вниз по профилю почв (А – 36,53; С – 35,11), с заметной концентрацией в горизонте А+В – 39,28 соответственно, в г/кг.

Средние значения концентрации железа по горизонтам в автоморфных почвах значительно различаются, с заметным уменьшением по вертикальному профилю, составляя по горизонтам: А – 37,1; А+В – 34,7; С – 31,55 соответственно, в г/кг.

Данная закономерность миграции валового железа по профилю исследованных почв, по нашему мнению, обусловлена:

– для почв гидроморфного ряда в целом, влиянием грунтовых вод, повышенным содержанием в горизонте В илистых частиц, неравномерным распределением карбонатов по профилю;

– для почв автоморфного ряда преимущественно степным типом водного режима, недостаточным развитием иллювиального горизонта, низким залеганием легкорастворимых солей, характером распределения карбонатов по горизонтам, отсутствием влияния грунтовых вод.

Список литературы:

- 1) Классификация и диагностика почв Дагестана// Сб. науч. тр., под ред. С.В. Зонна. Махачкала, 1982.– 84 с.
- 2) Королев А.А., Моденова О.А. Оценка токсичности марганца и железа при раздельном и совместном поступлении в организм // Гигиена и санитария.– 1991.– № 11.– С. 15-17
- 3) Насолодин В.В., Гладких И.П., В. А. Дворкин В.А. Причины, диагностика и лечение железodefицитных состояний населения (обзор) // Гигиена и санитария. – 1996.– № 1.– С. 18-23
- 4) Aggett P.J. Physiology and metabolism of essential trace elements: An outline // Clin. Endocrinol. Metab.– 1985.– V.14, №3 – P.513-543
- 5) Aiba S.. Incidence of sideropenia and effects of iron repletion treatment in women with subclinical hypothyroidism // Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes. Vol. 107. 1999, No. 6. P.356-360
- 6) Fields M., Lewis Ch.G. Hepatic iron (Fe) retention in copper (Cu)-deficient rats is a potential risk factor for hypercholesterolemia // Metal Ions in Biology and Medicine / Eds Ph. Collery, P. Bratter, V. Negretti de Bratter, L. Khassanova, J.C. Etienne. Paris: John Libbey Eurotext. Vol.5. 1998, P.493-497
- 7) Lash A., Saleem A. Iron metabolism and its regulation // Ann. Clin. Lab. Sci. Vol.25. 1995, № 1. P.20-30
- 8) McGregor S.J., Naves M.L., Oria R. Effect of aluminium on iron uptake and transferrin-receptor expression by human erythroleukemia K562 cells // Biochem. J. Vol.272. 1990, № 2.– P.377-382
- 9) Salonen J.T, Punnonen K., Tuomainen T.-P. The role of iron in diabetes and coronary heart disease // Metal Ions in Biology and Medicine / Eds Ph. Collery, P. Bratter, V. Negretti de Bratter, L. Khassanova, J.C. Etienne. Paris: John Libbey Eurotext. Vol.5. 1998, P.485- 490

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В *ACHILLEA MILLEFOLIUM L.*, *A. FILIPENDULINA*

Семенова В.В., Магомедалиев З.Г. (*Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН. pibrdncran@iwt.ru*)

Abstract. For the first time in the Daghestan conditions to learn accumulation heavy metals of medicinal plants in the dependence of ecology factors. Discover the dependence maintenance microelements in the organs of plants from geochemical conditions, species of plants, and anthropology factor.

В отечественной и зарубежной литературе имеются многочисленные сведения о содержании химических элементов в растительности отдельных природных регионов, однако эти данные очень пестрые и нет единого мнения о факторах, влияющих на их накопление. Много противоречивых данных о видовом различии растений в накоплении химических элементов и о влиянии экологической среды на элементный состав растений. Усиление антропогенной нагрузки на окружающую среду делает проблему экологической чистоты лекарственного растительного сырья достаточно актуальной. В последнее время вопросы загрязнения лекарственных растений тяжелыми металлами, поступающими во внешнюю среду от промышленных предприятий, автотранспорта, привлекают внимание многих специалистов. Это объясняется главным образом возможными нежелательными последствиями применения лекарственных препаратов, получаемых из этих растений (5).

Первые исследования, указывающие на наличие в лекарственном сырье тяжелых металлов относятся к 70 гг.(8). В нашей стране такие исследования выполнены в 1987-1990 гг. и касались изучения влияния автотранспорта и почвы на накопление лекарственными растениями тяжелых металлов (6,7).

Зависимость химического состава растений от экологических факторов несомненна. В литературе известны факты, указывающие на стабильность элементного состава растений независимо от условий их произрастания. В частности, некоторые исследователи (1,2,3,4) это объясняют тем, что у растений находится мощный антиконцентрационный физиолого-биохимический барьер, направленный против избыточных концентраций химических элементов в питательной среде. А для других элементов – физиологически активных микроэлементов (Cu, Zn, В, Мо, Mn, J, Со, Cd, Hg, Pb и др.), содержание которых в растениях низкое, барьерный тип не характерен, т.е содержание микроэлементов в растениях прямо пропорционально содержанию их в среде. Этот вопрос до сих пор остается малоизученным. В Дагестане для изучения этого вопроса имеются очень благоприятные условия, т.е. климат, рельеф, почвы, породы здесь очень разнообразны. Практическое приложение полученных данных также может найти применение при картировании биогеохимических провинций по содержанию физиологически активных элементов в растениях, для оценки загрязнения и контроля загрязнением окружающей среды. На основании этих данных можно провести количественную оценку в почвах, породах по их содержанию в растениях.

В связи со слабой изученностью этого вопроса, нами ставилась задача – изучение зависимости содержания Cu, Ni, Zn, Pb в двух видах тысячелистника (*Achillea millefolium L.*, *Achillea filipendulina Lam.*) от типа почвы, абсолютной высоты и других экологических условий произрастания.

Растения тысячелистника собирали по вертикальной поясности Дагестана на одинаковых и различных типах почв в период цветения растений. Сбор образцов проводился также вдоль крупных автомагистралей на разных точках от дороги. Все собранные растительные образцы разделяли на корни, соцветия, стебли и листья. Пробы почвы в местах произрастания тысячелистника брали из зоны расположения корневой системы. Образцы почв и растений высушивали до воздушно-сухого состояния и подготавливали для анализов по общепринятым методам.

Определение микроэлементов в почвенных и растительных образцах проводилось после сухого озоления с получением солянокислой вытяжки. Измерение проводилось на полярографе ПУ-1.

В литературе встречаются сведения о неодинаковой способности различных частей и органов растений накапливать тяжелые металлы.

По нашим исследованиям наиболее низкие концентрации меди, никеля и свинца обнаружены в стеблях, а цинка в листьях тысячелистника. Высокая концентрация цинка для обоих видов тысячелистника (*Achillea millefolium* L, *Achillea filipendulina* Lam.) характерна для соцветий. Максимальное количество свинца и никеля отмечено в листьях. Накопление меди в разных частях растений было неодинаково. У тысячелистника обыкновенного максимальное содержание меди отмечено в корнях, а у тысячелистника таволгового в соцветиях. Такое различие в накоплении меди, на наш взгляд, обусловлено не только видовым различием растений, но и разными условиями их произрастания. Даже для одного вида тысячелистника (обыкновенного), произрастающего на одинаковых типах почв, с одинаковым содержанием меди в почве, но в разных климатических условиях, характерно различие в накоплении этого элемента разными органами растений. Так, например, в сел. Гуниб Гунибского района и сел. Гапшима Акушинского района в горно-луговых почвах содержание меди составляет 2,1 мг/кг. Содержание меди в органах растений, собранных в с. Гуниб: листья -2,0; стебли -1,9; корни - 2,7; соцветия - 4,4 мг/кг, а из с. Гапшима 4,0; 0,75; 4,5; 1,8 мг/кг соответственно. Как видно из приведенных данных, показатели накопления резко различаются. Видимо, на распределение меди в различных частях растений в данном случае повлияли климатические условия (температура, влажность почвы и т.д.) конкретного района. Такого же характера изменения отмечены для никеля, цинка и свинца.

По величинам аккумуляции элементов в органах тысячелистника можно расположить в порядке их убывания в следующие ряды:

- для листьев и корней: Zn>Cu>Pb>Ni;
- для стеблей и соцветий : Zn>Cu> Ni > Pb.

Все части обоих видов тысячелистника больше всего аккумулирует цинк и медь, в листьях и корнях накопление свинца больше, чем никеля, а в стеблях и соцветиях никеля больше, чем свинца.

Отмечено высокое содержание элементов, в частности, свинца в почвах и растениях, отобранных вблизи крупных автомагистралей. Загрязнение растений свинцом происходит не только из почвы, но и из атмосферы. Например, в листьях тысячелистника, собранных по трассе Махачкала – Манас, количество свинца достигало более 20 мг/кг, когда в экологически чистых местах показатели его не превышали более 1,5 мг/кг. В горных районах, где меньше движение автотранспорта, также отмечено избыточное накопление свинца в листьях растений, составляя 5-6 мг/кг сухого вещества, при установленной ПДК (САН ПИН 232.1078-01) 6 мг/кг. Исходя из этого следует отметить, что сбор лекарственных растений вблизи автомагистралей не допустим.

Таким образом, по нашим исследованиям варьирование содержания изучаемых элементов вызвано влиянием как естественных геохимических, климатических, так и антропогенных факторов.

Таблица. Содержание некоторых тяжелых металлов в органах *Achillea millefolium* L., мг/кг сухого вещества.

Части растений	Медь		Никель		Цинк		Свинец	
	Мср.	Lim.	Мср.	Lim.	Мср.	Lim.	Мср.	Lim.
листья	2,92	0,10-7,10	0,68	0,10-1,30	6,80	2,2-12,0	2,00	0,75-6,00
стебли	1,84	0,75-4,80	0,50	0,10-1,10	12,30	1,6-50,0	0,30	0,15-0,98
корни	4,38	2,50-6,80	0,50	0,10-1,70	11,57	4,2-13,3	1,34	0,24-3,90
соцветия	2,70	0,81-6,70	0,70	0,10-1,40	13,50	2,8-22,5	0,60	0,26-1,19

Примечание. Мср.- средние значения, Lim.- пределы колебаний.

Список литературы:

- 1) Власюк П.А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений.- Киев: Наук думка, 1969.-516 с.
- 2) Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов.- М.: Изд-во МГУ, 1964.- 230 с.
- 3) Жизневская Г..Я. Медь, молибден и железо в азотном обмене бобовых растений.- М.: Наука, 1972.- 335с.
- 4) Ковалевский А.Л.Биогеохимия растений.- Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1991.-294 с.
- 5) Листов С.А., Петров Н.В., Арзамасцев А.П., Стуловский С.С. Изучение содержания примесей тяжелых металлов в лекарственных средствах // Хим.-фармац. журн. 1990 б. № 9. -С. 75-77.
- 6) Попов А.И. Элементный состав надземной части *Achillea millefolium* L. //Растительные ресурсы.-1993.-вып.3.-С.100-105.
- 7) Романе Э..Я. Ресурсоведческое и фармакогностическое изучение лекарственной флоры. М., 1987. -С. 54 -59.
- 8) Schileher H.,Peters H. Empfehlung von Richt-und Crenzwerten fur den maximalen Blei-und Cadmium-Gehalt von Arzneidrogen und daraus hergestellter pharmazeutischer Zubereitungen//Pharm. Ind. 1990. Vol. 52, № 7. -P. 916- 921.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА

Систер В.Г., Гриднева Е.С. (Москва, МГУИЭ, кафедра инженерной экологии городского хозяйства, e-mail: katenok_eg@mail.ru)

Abstract. Ultrasonic treatment assisted fuel desulfuration has been studied in detail by using specially designed novel catalysts. The total sulfur content in a diesel fuel sample has been demonstrated to decrease as a result of catalytical oxidation.

Практически все добываемые в России ископаемые топлива характеризуются повышенным содержанием серы. Сера вызывает коррозию в трубопроводах, резко ухудшает эксплуатационные качества топлив и масел, что в свою очередь приводит к преждевременному отказу двигателей внутреннего сгорания, снижает активность антидетонаторов и антиокислительную стабильность топлива, повышает склонность к смолообразованию. Сера также отравляет катализаторы, используемые при очистке и сжигании ископаемых топлив. Отравление серой каталитических преобразователей в автомобильных двигателях часто является причиной выброса оксидов азота (NO_x). Одной из самых больших проблем, создаваемых соединениями серы, является получающийся при сгорании диоксид серы. В мире ежегодно вместе с нефтепродуктами сжигается около $4 \cdot 10^7$ т серы. В пересчете на продукты сгорания это составляет примерно $8 \cdot 10^7$ т диоксида серы или $1,2 \cdot 10^8$ т серной кислоты и приводит к выпадению «кислотных дождей», которые вредны для сельского хозяйства, живой природы и здоровья человека.

Исходя из этого, существует объективная необходимость в разработке методов направленного извлечения серасодержащих органических соединений из нефти и нефтепродуктов.

Предварительные эксперименты позволили предположить, что применение ультразвуковых колебаний большой интенсивности является потенциально весьма эффективным методом повышения качества нефтепродуктов, позволяющим целенаправленно изменять их химический состав, снижая содержание сераорганических соединений.

Сравнивая процессы очистки углеводородов от сераорганических соединений, проведенные с использованием катализаторов в отсутствие ультразвукового воздействия, в условиях ультразвукового воздействия без катализатора, а также с использованием катализатора под действием ультразвука можно заключить, что именно комплексное воздействие катализатора и ультразвуковой обработки приводит к наиболее эффективному удалению сераорганических соединений из углеводородов. Таким образом, можно говорить о сонокаталитическом окислительном обессеривании нефти и нефтепродуктов.

Объяснение этого эффекта основано на явлении кавитации, возникающем в среде в поле ультразвуковых колебаний большой интенсивности, которое приводит к интенсификации процессов тепло- и массообмена в объеме реакционной смеси и диффузии реагентов и продуктов реакции вблизи поверхности катализатора, а также ее эффективной регенерации за счет вторичных ударных волн, акустических течений и зон локального перегрева и повышения давления. Повышение температуры вследствие кавитации способствует эффективной десорбции продуктов реакции с поверхности катализатора. Поэтому ультразвуковая обработка способствует интенсификации процесса обессеривания нефти и нефтепродуктов.

Таблица 1. Результаты обессеривания дизельного топлива с пятью катализаторами.

Катализатор	Остаточное содержание серы					
	после первой промывки			после пяти промывок		
	Без УЗ 20°	УЗ 20°	УЗ 50°	Без УЗ 20°	УЗ 20°	УЗ 50°
Исходное ДТ	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52
СНК-2	1,48	1,37	1,34	1,41	1,26	1,10
CATALCO	1,50	1,47	1,45	1,51	1,44	1,42
SK-MN 05	1,46	1,38	1,19	1,36	1,17	0,88
СТК-СМФ	1,51	1,45	1,43	1,49	1,40	1,36
НКМ-4А	1,51	1,48	1,47	1,50	1,46	1,45

Параметры процесса: интенсивность 3 Вт/см²; длительность одного цикла обработки 5 мин.

Однако очевидно, что при оптимизации этого процесса можно достичь гораздо более эффективного извлечения серосодержащих соединений из нефти и нефтепродуктов. Пути оптимизации являются, в первую очередь, варьирование состава катализатора, использование различных окислителей и подбор их концентрации, а также исследование влияния параметров ультразвукового воздействия (времени и интенсивности) на снижение содержания серы в нефтепродуктах.

Для дальнейших экспериментов были выбраны 5 катализаторов на основе оксидов меди, цинка, алюминия, железа и никеля различного состава. Эти катализаторы были использованы для сонокаталитического обессеривания дизельного топлива по методике, отработанной для предыдущих катализаторов и было установлено, что наиболее эффективное удаление сераорганических соединений из дизельного топлива обеспечивается при использовании катализаторов SK-MN 05 и СНК-2 (см. табл. 1).

Для подтверждения роли ультразвукового воздействия в процессах сонокаталитического окислительного обессеривания была проведена серия сравнительных экспериментов по снижению содержания сераорганических соединений в дизельном топливе различными способами: введением катализатора в отсутствие ультразвука и при ультразвуковом воздействии. Эксперимент проводился при двух температурах: 20°С и 50°С.

Эти эксперименты были проведены на пилотной установке, объем реактора в которой в 10 раз больше, чем в лабораторной установке.

Результаты сравнительного исследования процесса обессеривания дизельного топлива в отсутствие и в присутствии ультразвуковой обработки на пилотной установке с целью подтверждения эффективности ультразвукового воздействия на примере катализаторов SK-MN 05 и СНК-2 представлены в таблице 2.

Из представленных данных видно, что процесс окислительного обессеривания в присутствии катализатора без ультразвукового воздействия показал сравнимую эффективность для всех исследованных катализаторов. Снижение содержания сераорганических соединений происходит не более чем на 5-10%. В присутствии ультразвукового воздействия картина качественно меняется. Содержание сераорганических соединений удается снизить на 30 и более процентов для обоих катализаторов.

Следует отметить также, что результаты экспериментов, проведенных на пилотной установке (табл. 2) с двумя наиболее эффективными катализаторами, коррелируют с результатами, полученными с использованием этих катализаторов на лабораторной установке (табл. 1), что свидетельствует о воспроизводимости экспериментальных данных, а также о том, что увеличение объема реактора не оказывает влияния на эффективность процесса.

Таблица 2. Содержание серы в образцах дизельного топлива при окислительном каталитическом обессеривании в отсутствие и в присутствии ультразвукового воздействия.

Катализатор	Промывки	Содержание серы после:		
		Без УЗ 20°	УЗ 20°	УЗ 50°
СНК-2	0	1,52	1,52	1,52
	1	1,49	1,40	1,36
	2	1,47	1,36	1,28
	3	1,45	1,33	1,22
	4	1,43	1,31	1,15
	5	1,42	1,29	1,12
	СК-MN 05	Промывки	Без УЗ 20°	УЗ 20°
0		1,52	1,52	1,52
1		1,47	1,39	1,12
2		1,42	1,36	1,10
3		1,40	1,30	1,02
4		1,39	1,22	0,97
5		1,38	1,18	0,91

Можно также заключить, что наибольшая эффективность очистки дизельного топлива достигается при температуре 50°С и интенсивности ультразвуковых колебаний 3 Вт/см².

Проведение процесса обессеривания нефтепродуктов в акустическом поле при интенсивности колебаний 1 Вт/см² позволило повысить эффективность очистки нефтепродуктов от серы в 4 раза по сравнению с процессом обессеривания в отсутствие ультразвука. Объяснить этот факт можно тем, что в акустическом поле интенсифицируются массообменные процессы, ускоряющие процесс диффузии вблизи поверхности частиц катализатора, что обеспечивает быстрый отвод продуктов реакции, кроме того, эффективность обессеривания возрастает за счет диспергирования катализатора в ультразвуковом поле и регенерации его поверхности.

Максимальная эффективность процесса очистки нефтепродуктов от серасодержащих соединений достигается при интенсивности акустических колебаний 3 Вт/см². При этом необходимо проведение трех – пятикратной промывки водой, причем время ультразвуковой обработки реакционной смеси после каждой промывки должно составлять 3 – 5 мин.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОБОТАНИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Третьякова С.Ю., Завалко С.Е. (Мурманск, МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды, yrisvet@mail.ru)

Abstract. Most ecosystems have a certain assimilative capacity regarding plant nutrient or biodegradable organic matter. Knowledge of the metabolizing processes of different ecosystems enable the use of natural systems for pollution abatement from agricultural, domestic and industrial sources. Such ecologically engineered natural systems are often very cost efficient.

В мировой практике очистки сточных вод стадия биологической очистки сводится в основном к серии окислительных биохимических реакций, осуществляемых в биопрудах сообществом бактерий и простейших. Результатом их деятельности является минерализация растворенной органики и окисление аммонийного азота до нитратных форм. Однако все большую актуальность приобретает доочистка сточных вод от общего азота и ортофосфатов, остаточных количеств тяжелых металлов, нефтепродуктов, фенолов, которые поступают в природные водоемы в составе нормативно очищенных сточных вод и вызывают существенные нарушения видовой структуры и функционирования водных экосистем. Эффективная доочистка стоков от минеральных форм азота и фосфора, а также относительно невысоких концентраций основных токсикантов возможна в случае использования технологий, ориентированных на свойства водных организмов поглощать данные компоненты загрязнения и накапливать их в процессе роста массы. Специфика компонент загрязнения предполагает, что основным используемым биологическим объектом в подобных технологиях должны быть водные многоклеточные растения. Ключевым моментом при определении оптимальных вариантов систем доочистки стоков с использованием организмов, потребляющих компоненты загрязнения из воды, являются продукционные параметры и условия, способствующие их максимизации.

Согласно экологическим данным болота и марши около 2 % территории Земли, однако здесь удерживается 14 % органического углерода биосферы. Благодаря своей высочайшей первичной продукции болота обоснованно считаются наиболее эффективной системой доочистки сточных вод. Также очевидно, что огромные объемы стоков, территориальное распределение мест их формирования и химическая специфика определяет необходимость создания технологий искусственных болот, входящих в общую систему очистки стоков.

Естественные биологические способы очистки сточных изначально применялись на полях орошении и фильтрации, причем сущность процесса такой очистки заключается в контакте загрязнителей сточных вод с микроорганизмами почвенного слоя и корневой системой растительности. В практике водоотведения поля орошения рекомендовались для сооружения во всех климатических зонах, за исключением районов Крайнего Севера и районов вечной мерзлоты.

В настоящее время способ доочистки сточных вод с использованием высшей водной растительности называют биогидроботаническим, гидроботаническим, гидробиологическим, биологическим способом с применением высшей водной растительности.

Сооружения, где непосредственно высаживаются растения, в различных источниках называют искусственными болотами, искусственными лагунами, биоплато,

сооружениями, имитирующими процессы очистки, растительными участками, прудами с высшей водной растительностью, экопруды, биопруды, ботаническими площадками, плантациями макрофитов, грядами с растительностью, в англоязычной литературе - treatment wetland, wetlands system.

Технологии гидрботанической очистки сточных вод могут применяться самостоятельно при очистке небольших объемов коммунальных сточных вод в коттеджных поселках, а также и для глубокой доочистки производственных стоков после основных этапов – механической и биологической очистки.

Устройство гидроботанических площадок при всей разнообразности типов образования и состава сточных вод, климатических особенностей местности, используемых видов растений, имеет общие принципы конструирования и функционирования. Сточная вода после сооружений биологической очистки попадает в искусственное болото, которое в общем случае при любом типе грунта включают гидроизоляцию, гравий, либо другой фильтрующий наполнитель, трубу для подвода сточной воды, сбор очищенной воды и направление ее в водоем, или систему водооборота.

Кроме искусственных болот для доочистки стоков применяют накопительные пруды, в которые кроме сточных вод могут отводиться поверхностные стоки и паводковые воды.

При создании искусственного болота либо биопруда необходимо использовать рельеф местности и строить его в низких местах. Для исключения загнивания воды в болоте, которое может произойти, если в нем начнут преобладать анаэробные процессы, рекомендуется предусматривать систему аэрации водоема. (Романова, 1994).

Очистка стоков в искусственном болоте осуществляется путем высаживания высшей водной растительности и за счет естественного развития гидроценоза. В летне-осенний период с определенной периодичностью, в зависимости от темпов вегетации водных растений их биомассу необходимо укашивать для реального изъятия компонент загрязнения в составе фитомассы. Изъятие образовавшейся растительной массы – обязательное условие технологии гидрботанической доочистки стоков. В противном случае накапливающаяся растительная масса в результате ее последующего отмирания и разложения может служить источником вторичного загрязнения, что значительно ограничивает очищающие возможности системы болота. Изымаемая биомасса, в зависимости от химической и микробиологической специфики стоков может быть использована на производство компоста, для корма животных, для сбраживания и производство биогаза, что значительно усиливает экологическую составляющую данной технологии.

Для эффективного использования высших водных растений используются различные варианты конструктивных решений:

- уклон для потока воды;
- размещение 90% корневой системы каждого растения в проточном объеме очищаемой воды, и погружение остальной части корней в питательную среду, циркулирующую в изолированных от уровня очищаемой воды лотках;
- различная конфигурация и плотность посадки растений на плантации;
- гряды с растительностью с использованием в качестве почвенного субстрата зернистых (5-10 мм) инертных пористых материалов — вспученных сланцев, керамзита, вспененных полимеров,
- каскадные системы секций, выполненных в виде емкостей с высшими водными растениями, причем очищаемая сточная последовательно перетекает в емкости с разными видами растений.

- система горизонтальных реакторов, обеспечивающих анаэробную очистку, аэробную обработку, доочистку высшей водной растительностью.
- площадки, заросшие болотной растительностью, на которые путем еженедельного напуска слоем по 4-7 см (от 3,5 до 6,0 м³) подается сточная вода.
- растительные участки с уложенным в котлован глубиной 1-1,5 м водонепроницаемым слоем из бетона или полимерной пленки. Котлован заполняют камнями 100-150 мм, щебнем, грунтом с песком и компостом.
- размещение декоративного биопруда – биоплато непосредственно над приемным резервуаром и своим весом препятствующего всплытию последнего.

Технология гидрботанической доочистки стоков нашла эффективное применение для очистки небольших объемов коммунальных сточных вод. В Великобритании, Дании и других странах распространены небольшие сооружения для очистки сточных производительностью 1000-5000 м³/сутки на специально построенных растительных участках (Von Felde, 1996). Обычные нормативные величины использования искусственных болот составляют диапазон от 5 до 20 м² площади растительного участка на человека в год.

В системе гидрботанической доочистки стоков происходит эффективное освобождение воды от взвеси, органики, аммиачного и нитратного азота, ортофосфатов. Однако, как показала мировая практика, применение данной технологии оказалось удачным не только в случае очистки коммунально-бытовых стоков, но и для промышленных стоков, содержащих тяжелые металлы, другие высокотоксичные компоненты. В США, например, гидрботанический метод используют для очистки бытовых, сельскохозяйственных, дождевых, рудничных стоков.

Очистка сточных вод в сооружениях, имитирующих процессы очистки, происходящие в природных болотах, обеспечивает снижение на 70-90% содержание взвешенных веществ, на 50-70% фосфора, на 40-90% тяжелых металлов и на 96% экстрагируемых углеводов. Очистка не в природных, а в искусственно созданных сооружениях, имитирующих природные, протекает еще более усиленно, нежели в природных болотах. Наличие отстойников перед поступлением очищаемой воды в сооружения, работающие по типу процессов, протекающих в болотах, а также нефтеловушек, обязательно. Продолжительность эксплуатации подобных сооружений, не требующих серьезного ухода, по некоторым данным, может превышать 25 лет. После этого срока может потребоваться замена или очистка материала, загруженного в сооружения. (Reddy, 1997)

Технологические особенности исследуемых методов зависят от географического расположения и климатических особенностей стран, в которых применялся гидрботанический способ. В Индии, например, рассматривались возможности использования корневой системы многолетней сорной травы водяной гиацинт *Eichhornia crassipes*, широко распространенной в этой стране, для очистки бытовых сточных вод от органических и других загрязнений. Степень очистки для различных видов загрязнений составляет 85-90% летом, зимой 44,2-52%. В России в последние годы некоторыми компаниями предлагаются технологии использования эйхорнии для очистки сточных вод, зарегистрированы также патенты таких технологий.

Для обработки сточных вод в КНР используются многоцелевые пруды, в которых разводятся бактерии, грибки, водоросли, простейшие, многоклеточные, бентос, рыбы, ракообразные, утки, гуси. Сформированные в прудах пищевые цепи в этих усложненных гидробиоценозах под воздействием солнечной энергии, обеспечивают разложение органических и других загрязнений в сточных водах. При этом наблюдается эффективное снижение БПК, ХПК, концентрации органического азота и фосфора.

Применение гидрботанического метода очистки является наиболее эффективным и для создания замкнутых систем промышленного водоснабжения, основанных на принципе многократного использования сточных вод, очищенных до норм, отвечающих требованиям к качеству технической воды для производственных целей, а также снижает сброс загрязненных стоков предприятий в гидросферу (Кравец, 1999).

В целом, обобщение опыта использования различных вариантов и модификаций данной технологии показывает ее несомненную эффективность.

Необходимо подчеркнуть, что гидрботаническая технология доочистки осуществляется при минимальных затратах энергии, не требует больших капитальных и текущих затрат, проста в обслуживании и считается наиболее эффективными с экологической точки зрения. Свидетельством этому - пристальный интерес специалистов к данному способу очистки, к технологическим особенностям которого в последние годы значительно повысился интерес. На конференции «Wetland System and Water Pollution Control», состоявшейся 15-19 сентября 1996г. в Вене, результаты которой опубликованы в сборнике *Water Sci. and Technol.* 1997. 35, № 5, были рассмотрены многие вопросы, связанные со строительством и эксплуатацией искусственных болот в разных странах.

В различных обзорных материалах указывается на целесообразность применения гидрботанического способа в развивающихся странах, где нет возможности вводить в строй дорогостоящие очистные сооружения, где существующие очистные сооружения по тем или иным причинам не дают требуемой по нормативным показателям степени очистки. Также наблюдается тенденция продвижения использования данного способа очистки в страны с более холодным климатом. (Donald, 1994).

Конечно, хотя гидрботанический метод и кажется, на первый взгляд наиболее естественным и достаточно простым, для достижения сбалансированности всех процессов, протекающим в нем, способных дать максимальный процент очистки, необходимо обращать внимание на то, что разрушение органических загрязнителей обуславливается потреблением кислорода почвой и БПК воды, наличием и количеством определенных микроорганизмов, величиной рН, составом растворенных органических веществ и наличием соответствующих микроорганизмов. Также необходим оптимальный подбор растительности, способной эффективно поглощать компоненты загрязнения при высоких темпах роста массы.

В завершении хочется отметить первый опыт применения растительного биоплато в условиях Заполярья – в Мурманской области. При всех конструктивных и функциональных недостатках участка биоплато, не позволивших реализовать в полной мере очистные возможности данной технологии, существенным положительным и неожиданным моментом оказалась возможность круглогодичной вегетации основного эксплуатируемого растительного объекта – осоки при условии постоянного срезания растений.

Приведенные результаты анализа практики применения технологии гидрботанической доочистки стоков на искусственных болотах и некомпительных прудах свидетельствуют о целесообразности обобщения и изучения этой экологической технологии для ее более широкого и всестороннего применения.

Список литературы:

- 1) Кравец, В.В. Высшая водная растительность как элемент очистки промышленных сточных вод / В.В. Кравец, Л.В. Бухгалтер, А.П. Аскользин, Б.Л. Бухгалтер // *Экология и промышленность России.* № 8, 1999. – С. 20-23.

- 2) Романова, Е. П. Перспективы использования водной флоры и фауны для доочистки сточных вод / Е.П. Романова // Матер. I Гор. науч.-практ. конф.-ярмарки Наукоемк. природоохран. технол., Тольятти, 27-30 июня, 1994 .— Тольятти, 1994.— С. 47-50.
- 3) DeSenna, M. Constructed wetlands provide cost-effective treatment for Florida Town / M. DeSenna // Water Environ. and Technol. 1999. - 11, N 5. - P. 38 - 40.
- 4) Donald, B. Constructed wetlands in the USA / Water Qual .Int.-1994. - №4.-P.24-28.
- 5) Reddy, K. R. Biogeochemical indicators to evaluate pollutant removal efficiency in constructed wetlands / K. R. Reddy, E. M. D'Angelo // Selec. Proc. 5th Int. Conf. Wetland Syst. Water Pollut. Contr., Vienna, 15-19 Sept., 1996 Water Sci. and Technol. 1997. - 35, № 5 - P. 1-10.
- 6) Von Felde, K. N and COD - removal in vertical flow systems / K. Von Felde, S. Kunst // Selec. Proc. 5th Int. Conf. Wetland Syst. Water Pollut. Contr., Vienna, 15-19 Sept., 1996. - Water Sci. and Technol. - 1997. - 35,№ 5,P. 79-85.

ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОРСКИХ ПОРТОВ НА ЭКОЛОГИЮ ТЕРРИТОРИИ И АКВАТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ КРУПНЕЙШИХ ЗАРУБЕЖНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПОРТОВ)

Фофанова А.Ю. (*Мурманск, НОУ «Мурманский гуманитарный институт», кафедра национальной экономики, n.p.fofanova@mail.ru*)

Abstract. Change in geography of sea-born trade and its commodity structure combined with an increase distance of transportations. The main traffics of goods grew between continents, their new directions appeared, ecological problems came to light in organization and activity of ports – all of it necessitates research of influencing of processing of loads in the largest foreign and domestic ports on ecology of their territories and aquatoriums.

В 1950 г. объем мировых морских перевозок достиг 525 млн т, в 1970 г. – 2,6 млрд т, 1990 г. – 4, в 2005 г. – около 6 млрд т. Одновременно с увеличением количества перевозимых грузов возрастали и расстояния, фактически динамика работы морского транспорта более наглядно характеризуется грузооборотом в тонно-милях (млрд): 1950 г. – 2; 1960 г. – 4; 1970 г. – 10,6; 2005 г. – 22-23 млрд тонно-миль. (1, с. 168)

Таким образом, общий объем грузов, перевозимых в международной морской торговле, в первой половине прошлого столетия возрос в 50 раз, а во второй – в 10 раз.

Изменения в географии морской торговли и ее товарной структуре сочетались с увеличением дальности перевозок. Возросли магистральные грузопотоки между континентами, появились новые их направления, выявились экологические проблемы в организации и деятельности портов – все это делает необходимым исследование влияния переработки грузов в крупнейших зарубежных и отечественных портах на экологию их территорий и акваторий.

Для иллюстрации воздействия на экологию приведем следующие зарубежные порты – Роттердам, Сингапур и Нью-Йорк.

В 70-х годах Роттердам оказался зоной экологического бедствия. Мощное развитие промышленности и рост порта, который привели к тому, что вода и воздух перестали отвечать необходимым стандартам. Началась работа с компаниями и политика была довольно гибкой. Главной экологической проблемой является загрязнение атмосферного воздуха. Порт испытывает не только нагрузку от собственного парка автомобилей, но и сам Роттердам является крупнейшим транзитным автомобильным узлом Европы. В Нидерландах давно ведутся исследования и внедряются различные способы снижения негативного влияния транспорта на жизнь горожан. В 1997 г. уровень загрязнения воздуха Роттердама составляет лишь 10 % от уровня 1972 года. (2)

В Нидерландах пришли к выводу, что только консолидация усилий всех ветвей государственной власти может дать позитивный результат. Поэтому объединение многих отраслевых ведомств, таких, например, как Департамент по городскому развитию и транспорту, Агентство по охране окружающей среды, Дирекция транспорта Правительства Роттердама позволило разработать меры по снижению транспортных выбросов и улучшению качества воздуха. Таким образом, была поставлена задача по сокращению вдвое вредных выбросов в Роттердаме к 2025 г. по сравнению с 1990 г. (10)

Сингапур, в свою очередь, является мировым лидером среди нефтеналивных портов и поддерживает расположение на своей территории таких нефтяных гигантов, как «Caltex», «British Petroleum», «ExxonMobil» и «Shell». (6) Порт борется с

проблемами окружающей среды через управление морских и прибрежных районов. Эффективное внедрение экологических стратегий помогло Сингапуру поддержать чистую и здоровую окружающую среду, но, тем не менее, автомобильные выбросы содержат загрязняющие вещества, которые могут стать причиной ухудшения состояния окружающей среды и качества жизни. Сингапур нуждается в обязательной программе для контроля автомобильных выбросов.

Однако, порт Нью-Йорк почти столетия считался самым «занятым» портом в мире и для города порт – слишком «тяжелая» индустрия, потому что нет необходимых для этого площадей. Городу больше подошли бы больше пассажирские терминалы. Кроме того, транспортировка грузов для Нью-Йорка через мосты и туннели слишком дорогостояща, малоэффективна, наносит ущерб экологии и представляет потенциальную опасность. Отмечена тенденция полагаться больше на сухопутные пути и все меньше и меньше на водные. (8)

Учитывая географические особенности России, важен опыт переработки грузов на ее Северо-Западе и Юге, так как у каждого порта есть схожие и индивидуальные особенности влияния на экологию в силу различных факторов (географических, экономических, социальных).

На Юге действует крупнейший морской порт Новороссийск. Тем не менее, выполняя переработку грузов необходимо помнить, что Новороссийск - это не только порт, но и ценнейший рекреационный объект на юге России. Среди уникального разнообразия его флоры встречаются виды, не произрастающие более нигде в нашей стране. Сама же Цемесская бухта наиболее богата в видовом отношении на всем Кавказском побережье и сейчас находится на грани экологической катастрофы. Перед комплексом стоит проблема утилизации и очистки нефтяных отходов Новороссийского морского торгового порта, требующая значительных финансовых средств и грамотных управленческих решений администрации.

В Северо-Западном бассейне России функционируют наиболее значимые по грузообороту морские торговые порты: Мурманск и Кандалакша.

Мурманский морской торговый порт планирует модернизировать угольный терминал и решить экологическую проблему – хватит уже Мурманску глотать угольную пыль. (3) Не стоит забывать о влиянии, которое будет оказывать на окружающую среду и строительство объектов нефти и газа на западном берегу Кольского залива. На сегодняшний день требования к экологии и защите экологии настолько велики, что на том берегу экология может улучшиться. Сейчас там никаких замеров, никаких анализов, никаких изысканий никто не проводит. Если там будет такое производство, там ежедневно будут брать пробы земли, воды, рыбы, растений, животных и будет выдаваться полная информация по составу. Три специальных института «Синтеза» специализируется на том, что предполагают различные крушения, аварии и как с ними бороться.

Кандалакшский порт также негативно воздействовал на окружающую среду, но в настоящее время, вредная переработка снизилась по причине смены груза на более безопасный (распыление угля происходит не так сильно как апатитового концентрата).

Проведенное исследование дает основание полагать, что перед крупнейшими и зарубежными морскими портами, и отечественными все еще возникает ряд экологических проблем, все более обостряющихся с увеличением объема перевозок.

Список литературы:

- 1) Адрианов В. Современные тенденции в развитии морского морского транспорта и перспективы развития морского транспорта России. // Общество и экономика, 2005, №6. – 168-179 с.

- 2) Борисова А. Голландские специалисты помогают Санкт-Петербургу в решении экологических проблем. // Невское время № 163(1566) 10 сентября 1997 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.pressa.spb.ru/newspapers/nevrem/arts/nevrem-1566-art-13.html>
- 3) Выступления и пресс-конференции от 22 ноября 2006 г. Официальный сайт Правительства Мурманской области. В. Горбунов [Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.gov-murman.ru/appearance/22-11-2006.shtml>
- 4) Головин В.И. Прогноз развития морского транспортного флота мира на 1970-1990 года. – М.: ЦБНТИ ММФ, 1971. – 220 с.
- 5) Гранков Л. Мировое судоходство на пороге нового тысячелетия. // Морской флот, 2000, №1-2. – С. 43.
- 6) Министры транспорта стран Европы и Азии: взгляд в будущее // Сборник интервью. Республика Сингапур. Сайт -Евразийский транспортный союз. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.eatu.ru/?gstrAction=DOC&gintDocID=5749>
- 7) Никеров П.С., Яковлев П.Н. Морские порты. Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1987. – 416 с.
- 8) Печальная судьба нью-йоркских портов. Новости сайта Контейнер.ру [Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.container.ru/news/14/>
- 9) Под флагом России. История зарождения и развития морского флота. – М.: Согласие, 1995. – 568 с.
- 10) Пресс-релиз по проведению российско-нидерландского семинара «Вопросы охраны атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге и Роттердаме» Официальный сайт Администрации Санкт-Петербурга. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.gov.spb.ru/gov/admin/otrasl/ecology/news?pnewsid=47624>

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Шамсутдинова А.И., Мустафин С.К. (*Уфа, Уфимский государственный нефтяной технический университет, кафедра «Прикладная экология», molniya-ufa@yandex.ru*)

Abstract. Waste landfilling has been and remains the most widespread method of solid waste management. Today the Government of Bashkortostan is paying much attention to environmental preservation and natural resources management. Bashkortostan implements the «Ecology and Nature Resources of the Republic of Bashkortostan» Dedicated Republican Programme aimed at rational use of all kinds of nature resources and nature protection.

Сегодня ужесточение экологических стандартов, разработка и внедрение новых технологий не обеспечивают снижение растущих объемов образования отходов. Международная практика обращения с отходами создала концепцию управления ими по следующей схеме: минимизация отходов в процессе производства продукции → повторное использование и переработка образованных отходов → мусоросжигание и захоронение части отходов, не поддающейся переработке в качестве вторичных ресурсов.

Существующая в настоящее время в Республике Башкортостан (РБ) система обращения с отходами преимущественно основана на захоронении их на свалках, полигонах твердых бытовых отходов (ТБО) или длительном хранении (складировании) на объектах размещения промышленных отходов.

По данным инвентаризации объектов размещения отходов, проведенной в 2000г. на территории республики расположено более 3200 свалок ТБО и около 300 объектов размещения промышленных отходов (отвалы, хвостохранилища, шламонакопители и др.). Основная часть из них эксплуатируется еще с 60-70-х годов, когда проблеме отходов практически не уделялось должного внимания. Свалки ТБО расположены в оврагах, неудобьях, не имеют инженерных систем защиты окружающей среды (обводные каналы, противодиффузионные экраны, системы сбора фильтрата и т.д.). В связи с этим свалки ТБО являются потенциальными источниками загрязнения окружающей среды.

Республика Башкортостан является одним из наиболее промышленно развитых регионов Российской Федерации. Природные богатства предопределили развитие на ее территории горнодобывающей, перерабатывающей, нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической отраслей промышленности, энергетики и трубопроводного транспорта, позволили развить сельское хозяйство. Благодаря динамичному развитию республика вошла в группу наиболее сильных регионов России.

Концентрация промышленных предприятий на территории республики существенно превышает общероссийские показатели, особенно в части предприятий нефтепереработки, химии и нефтехимии, что обусловило не только рост экономической мощи республики, но и привело к созданию целого ряда серьезных экологических проблем, в том числе и в области обращения с отходами производства и потребления.

Среднегодовой объем образования отходов в целом по Республике Башкортостан по данным природоохранных органов в 2007 г. составил более 41 млн.т, из них повторно использовались или обезвреживались около 29,8%. Оставшаяся часть подлежит размещению на полигонах (свалках) промышленных и бытовых отходов.

Анализ образования отходов в Республике Башкортостан в разрезе видов экономической деятельности показал, что основной объем образующихся отходов приходится на долю предприятий, осуществляющих добычу и переработку полезных ископаемых (рисунок 1).

Основными причинами обострения экологических проблем в области обращения с отходами являются:

- высокий уровень износа технологического оборудования;
- наличие на предприятиях республики многоотходных технологий (преимущественно на предприятиях горно-рудной отрасли);
- низкие темпы модернизации предприятий, внедрения современных ресурсо- и энергосберегающих технологий;
- отсутствие разветвленной сети специализированных предприятий, осуществляющих сбор, обезвреживание или переработку отходов, должной конкуренции между специализированными предприятиями.

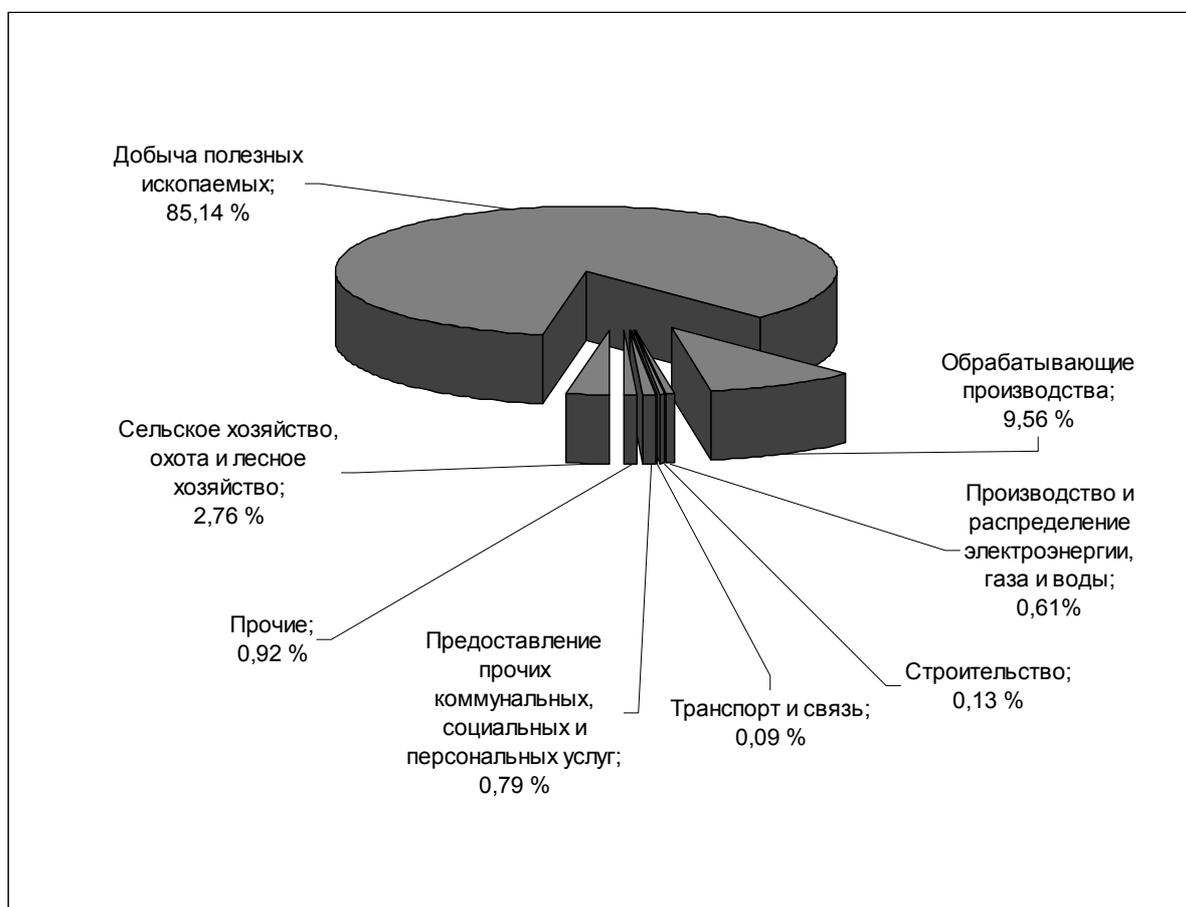


Рисунок 1 – Образование отходов в Республике Башкортостан в разрезе видов экономической деятельности за 2007 год

Создание эффективно действующей государственной системы управления, в том числе в области обращения с отходами производства и потребления, является одним из приоритетных направлений работ в области охраны окружающей среды в Республике Башкортостан.

В республике создана эффективная законодательная и нормативно-правовая база в области обращения с отходами, с 2004 года успешно реализуется целевая программа

«Экология и природные ресурсы Республики Башкортостан (2004 – 2010 годы)», ежегодное финансирование которой составляет 100 млн. рублей.

Учитывая невозможность (отсутствие унифицированных технологий, недостаток финансовых средств и др.) быстрой модернизации предприятий Правительством РБ было принято обеспечить, в первую очередь, решение вопроса безопасного размещения отходов путем строительства современных полигонов ТБО с одновременным выводом из эксплуатации не отвечающих природоохранным требованиям свалок ТБО. Строительство полигонов ТБО осуществляется за счет средств республиканского бюджета, выделяемых на реализацию республиканской целевой программы «Экология и природные ресурсы РБ». В настоящее время в эксплуатацию введено 29 полигонов ТБО. Преимущественно эти объекты расположены в крупных городах и населенных пунктах республики.

Опыт, накопленный в республике в последние годы, свидетельствует о том, что решение проблемы отходов только за счет строительства полигонов и только за счет средств республиканского бюджета не приведет к быстрому решению этой проблемы.

С целью определения приоритетных направлений работ по решению проблемы отходов 21 апреля 2008 г. постановлением Правительства РБ № 120 была утверждена «Концепция обращения с отходами производства и потребления в Республике Башкортостан до 2012 г.».

Правовой основой «Концепции обращения с отходами производства и потребления в Республике Башкортостан на период до 2012 г.» служат Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», Закон РБ «Об отходах производства и потребления». В Концепции получили развитие базовые положения подпрограммы «Отходы» Республиканской целевой программы «Экология и природные ресурсы Республики Башкортостан (2004-2010 гг.)».

Целью Концепции является определение перспективных направлений работ, сконцентрированных на уменьшении объемов образования и накопления отходов путем формирования экономического механизма хозяйствования, стимулирующего минимизацию образования отходов, увеличения объемов их повторного вовлечения в хозяйственный оборот.

Результаты анализа современного состояния обращения с отходами в РБ позволили разработать оптимальный комплекс правовых, организационных, научно-методических, экономических и социальных механизмов реализации Концепции обращения с отходами.

Основной объём промышленных отходов РБ, обозначенных в Концепции, образуют – добыча и обогащение руд, добыча и переработка нефти, нефтехимия, машиностроение, энергетика, деревообработка, производства резинотехнических изделий, химическая отрасль. Сюда же отнесены: отработанные машинные масла и органические растворители, полимерные отходы, отходы сельхозпроизводства, пестициды и агрохимикаты, пришедшие в негодность, ртутьсодержащие приборы, лом чёрных и цветных металлов, диоксинсодержащие и хлорсодержащие органические отходы.

Вторая группа рассматриваемых в Концепции отходов включает муниципальные (твёрдые и жидкие бытовые), древесные и смёт, снег территорий поселений, отходы лечебно-профилактических учреждений, биологические, отходы строительства, ремонта и сноса, эксплуатации автотранспорта, крупногабаритные, отходы садово-дачных массивов.

Для основных видов отходов Концепцией предусмотрено применение современных методов обезвреживания и рециклинга. Региональная система обращения с ТБО будет использовать мощности перегрузочных станций и

мусороперерабатывающих комплексов, ГИС-технологии оптимизации управления (база данных, электронные карты движения и др.).

С учетом сложности проблемы и социально-экономического состояния Республики Башкортостан реализация положений Концепции рассчитана на 10 лет. Реализацию Концепции предполагается осуществить в три этапа.

На первом этапе предполагаются разработка и принятие основных нормативно-правовых документов и осуществление программных мероприятий экономического, правового, информационного, научно-технического обеспечения, образования и воспитания, не требующих значительных финансовых затрат.

Цель первого этапа - создание условий, в том числе и финансовой базы, для реализации основных программных мероприятий в производственной сфере и сфере потребления.

На втором этапе предполагается выполнение технических мероприятий, направленных на сокращение количества образующихся отходов и утилизацию образовавшихся отходов, сбор и переработку отходов потребления.

Цель второго этапа - сокращение количества вновь образующихся отходов производства и уменьшение объемов накопленных отходов, действующая система управления отходами.

На третьем этапе планируются разработка и реализация крупных мероприятий, связанных с сокращением количества отвалов вскрышных пород, отходов горнорудной и перерабатывающей промышленности.

Реализация республиканской концепции обращения с отходами производства и потребления будет одновременно иметь социальный, экономический и природоохранный эффекты.

Социальный эффект Концепции заключается в:

- улучшении экологического, санитарно-гигиенического состояния территории и здоровья граждан Республики Башкортостан;
- повышении культурного уровня населения;
- создании новых предприятий, производств по переработке отходов производства и потребления, дополнительных рабочих мест.

Общий экономический эффект Концепции заключается в:

- создании эффективно действующей системы хозяйствования, обеспечивающей сбор и переработку вторичного сырья;
- рациональном использовании природных ресурсов за счет внедрения технологий глубокой переработки сырья.

Природоохранный эффект Концепции заключается в:

- сокращении образования отходов производства в расчете на единицу производимой продукции;
- улучшении состояния территорий и окружающей среды в районах и городах Республики Башкортостан.

Концепция разработана с учётом возможности её развития и совершенствования в процессе реализации. Важной, по мнению авторов сообщения, представляется перспектива комплексирования с целью последующего интегрирования систем обращения с отходами производства и потребления субъектов РФ в субрегиональную систему характеризующуюся более высоким уровнем организации. Такая крупная межрегиональная система обращения с отходами может в перспективе быть создана на территории Приволжского федерального округа, где расположены промышленно развитые и урбанизированные субъекты РФ.

СЕКЦИЯ
«СОВРЕМЕННЫЕ
ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИИ»

Секция «Современные проблемы биологии»

Анохина В.С., Антонова А.А. К изучению геохимической роли детрита в морских экосистемах	561
Астафуров В.И. Проблема регулирования гомеостаза живых структур.....	564
Горбунова С.И. Новые виды однолетников в условиях Мурманска.....	569
Горбунова С.И. Использование коптильной установки «Ижица - 1200» для обработки семян растений перед посевом	572
Калинина Н.Р., Кугий В.Б. Оценка потенциальных нагрузок при выращивании атлантического лосося в губах Печенга и Амбарная, Баренцево море	575
Калинина Н.Р. О совершенствовании нормативной базы и ветеринарном регулировании хозяйственной деятельности в аквакультуре Севера	578
Кравец П.П. Состояние литоральных поселений <i>Mytilus Edulis L.</i> среднего колена Кольского залива Баренцева моря	580
Насурлаева З.Ю. Влияние на растения электромагнитных полей как экологического фактора среды.....	582

К ИЗУЧЕНИЮ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ РОЛИ ДЕТРИТА В МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ

Анохина В.С. , Антонова А.А. (*Мурманск, МГТУ, кафедра биологии*
anohinavs@mstu.edu.ru)

Abstract. The review of data on a role of organic substance and biogene elements in sea ecosystem in connection with the beginning of experimental researches of dynamics of their transformation is presented.

Деятельность биосферы в своём главном геохимическом выражении обеспечивается непрерывными процессами трансформации и круговорота отличающихся по своей природе биогенных элементов, таких как углерод, азот, фосфор, сера, кислород (Зенкевич, 1951; Карзинкин, 1952; Вернадский, 1954; 1983; Одум, 1975; Израэль, Цыбань, 1983; Романенко, 1985; Леонов 1991). Накопление кислорода в атмосфере в его глобальном балансе обеспечивается восстановительными условиями с неполным разложением органического углерода (Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России, 2007). Масштабные процессы, связанные с циклом органического углерода и продукционным циклом наиболее интенсивно реализуются в Мировом океане и контролируются биотой.

Как известно, существует пространственная связь между продукционным циклом и концентрацией биогенных элементов в море, содержание которых является результатом и следствием продукционных процессов (Кушинг, 1979). Продукционные циклы лишь частично лимитируются недостатком биогенного элемента (Кушинг и др., 1963с), однако взвешенные и растворенные формы биогенов играют чрезвычайно важную роль в функционировании водных экосистем. Существенные колебания их уровня могут приводить к глубоким изменениям в экосистеме, а их концентрация определяет утилизацию собственно биогенных элементов, продукцию и скорость воспроизводства. Вместе с тем наши знания о качественных и количественных характеристиках важнейших экологических явлений в морских экосистемах всё ещё ограничены недостатком информации.

Непрерывность функционирования продукционных механизмов в морских экосистемах обеспечивает динамическая структура путей утилизации биогенных элементов в продукционном цикле, а их количество модулируется в различных звеньях трофической цепи. Перенос биогенных элементов с одного трофического уровня на другой – процесс непрерывный. Особое значение в этих процессах имеет количественное соотношение основных элементов биотического баланса, в том числе соотношение продукции и деструкции в преобразовании органического вещества.

Развитие и динамика процессов океанической трансформации вещества в значительной степени определяется деятельностью живых организмов. Прежде всего, это обширный класс микроорганизмов – деструкторов, представленный бактериальным сообществом (Сорокин, 1971; Заварзин, 2003; Бульон, 2002). Микробная деструкция органического вещества и детрита выполняет ключевую роль в круговороте биогенных элементов в морских экосистемах. Считается, что в настоящее время за деструкцию отвечают именно аэробные организмы, и благодаря их активной деятельности обеспечивается поступление в воду большой доли растворённого органического вещества. Выделяя в водную среду экзоферменты, бактерии разрушают высокомолекулярные фракции РОВ до низкомолекулярных соединений. В свою очередь, энергия растворённого органического вещества и детрита частично

ассимилируется гетеротрофными организмами, существенно сокращая их зависимость от первичной продукции. Бактериальное сообщество обеспечивает минерализацию органических остатков. Конечными продуктами бактериального разложения являются неорганический азот и фосфор.

Значение детрита в функционировании водных экосистем убедительно представлено в известном интернет - обзоре К. А. Подгорного. Детрит участвует практически во всех процессах, протекающих в водной среде, а его частицы образуют самостоятельные микроэкосистемы. Детрит всегда доступен и, не являясь большим источником энергии, служит в неблагоприятных условиях средством выживания многих морских животных организмов. Так, Пюттер (Putter, 1909), изучавший потребление кислорода некоторыми пелагическими и бентическими организмами, пришёл к заключению, что животные должны в какой-то степени подкармливаться органическим детритом или использовать органическое вещество, растворённое в воде. Эта гипотеза имеет своих противников, однако доказано, что когда водорослей в море мало, зоопланктонные организмы способны жить за счёт их жиров или за счёт органического детрита (Conover, 1962).

Относительно состава детритного компонента водных экосистем имеются разные мнения. В более ранних работах под детритом понимали взвешенные частицы мертвого органического вещества совместно с обитающими на них микроорганизмами (грибами, бактериями, простейшими) (Общие основы изучения водных экосистем, 1979). Впоследствии эти представления расширились и к детриту стали относить «любую форму органического вещества, удаляемую с данного трофического уровня в результате процессов отмирания организмов, секреции, экскреции и т.п., а также аллохтонное органическое вещество, которое попадает в экосистему из внешних источников» (Wetzel, 1984).

В целом, исследователи сходятся во мнении, что детрит - сложная динамическая система, в которой химический состав, энергетическая ценность, соотношение живого и мертвого вещества непрерывно меняются. Детрит является своеобразным трофическим резервуаром экосистемы, в котором аккумулированы значительные запасы энергии, различными путями вступающей в биотический круговорот. Вместе с тем, детрит является существенным стабилизирующим элементом водных экосистем (Ворович и др., 1986), а его флуктуации могут изменять биотический баланс в океане.

Интенсивность процессов деструкции и биохимического разложения компонентов детрита регулируется различными биотическими и абиотическими факторами. Например, соответствующими биологическими регуляторами являются зоопланктонные организмы и вирусы, которые способны контролировать численность и биомассу детритофагов (Middelboe et al., 1996). Имеются сведения, что биохимическое разложение детрита ускоряется в присутствии вирусов или зоопланктона, а также благодаря хемотаксису бактериопланктона, обеспечивающего активный поиск органической пищи (Middelboe et al., 1996; Zweifel et al., 1996; Strom et al., 1997; Blackburn et al., 1997; Vrede et al., 1999). Внутри- и межвидовая конкуренция между детритофагами этот процесс замедляет.

Важнейшими абиотическими факторами, влияющими на скорость биохимического разложения детрита, являются температура, рН воды и ее минерализация, воздействие солнечной радиации в ультрафиолетовой области спектра (Backlund, 1992; Allard et al., 1994; Bothwell et al., 1994; Williamson, 1995; Kulovaara et al., 1996; Miller, Moran, 1997; Moran, Zepp, 1997; Bano et al., 1998; Benner, Biddanda, 1998; Bertilsson, Tranvik, 1998; Miller, 1998). На пространственное распределение детрита в водоеме и скорость его седиментации влияют и гидродинамические условия.

Опираясь на литературные данные о существенной роли биогенных элементов и детрита в функционировании морских экосистем, мы поставили задачу проследить за трансформацией разных форм органического вещества в условиях эксперимента. Учитывая, что различия в содержании органического вещества в море находятся в определённом соотношении с содержанием азота (Raben, 1905), представляется интересным получить количественную оценку преобразования белковой составляющей органического вещества гидробионтов после их гибели в море.

Основная цель настоящего исследования - попытаться установить скорость деструкции белковых компонентов детрита на акватории Кольского залива

Экспериментальные исследования начаты в 1-м квартале 2009. Разработана схема экспериментальных работ, смонтирована и установлена в трёх удалённых точках Кольского залива простейшая экспериментальная установка, позволяющая в естественной морской среде получать и количественно отслеживать динамику трансформации белкового компонента детрита и некоторых биогенов. В настоящее время ведётся посезонный сбор биологического материала, сбор и обработка гидрологических данных, проводятся гидрохимические исследования. Первые результаты выполненных работ планируется обобщить в конце 2009 г.

В процессе исследований предполагается получить дополнительные сведения о закономерностях развития химико-биологических процессов распада детрита в прибрежных баренцевоморских водах в связи с гидрохимическими особенностями условий формирования их биопродуктивности, и возможно выявить дополнительные факторы структурной и функциональной устойчивости экосистем.

ПРОБЛЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ГОМЕОСТАЗА ЖИВЫХ СТРУКТУР

Астафуров В.И. (Москва, Научно-технический центр радиационно-химической безопасности и гигиены ФМБА России, vastafurov@mail.ru)

Abstract. Base on the analysis of biological objects characteristics and processes occurring in them, the general features, essential for biological objects of any type, regardless of their size, structure and hierarchy status had been determined. A hypothesis is offered about existence of a fundamental interaction, determining biological structures functioning. The important practical consequence from this new theoretical model is the indication for a possibility of calculation of frequencies of radiations, controlling the homeostasis of biological objects.

Проблема управления гомеостазом живых структур является ключевой научной и технологической проблемой биологических отраслей промышленности. Для создания технологий нового поколения требуется знание свойств живых структур и законов их функционирования. Только в этом случае может быть осуществлено моделирование биологических процессов, что необходимо для создания методов регулирования гомеостаза биологических объектов и систем.

Между тем в своей основе биология остается в целом описательной наукой. Описательный характер исследуемых объектов и неоднозначность вводимых понятий затрудняет математическое моделирование биологических процессов и получение корреляционных зависимостей между функциональными параметрами биологических систем. Другой причиной, затрудняющей математическое описание и моделирование биологических процессов, является отсутствие четко сформулированных закономерностей, определяющих фундаментальные свойства биологических объектов и характеризующих их специфические отличия. Знание этих свойств необходимо для решения задач, связанных с разработкой современных биотехнологий и методов управления гомеостазом биообъектов.

В настоящей работе на основе анализа фактических данных определены общие свойства биологических объектов, характерные для любых живых структур, независимо от их размера, строения и иерархического статуса, и рассмотрена проблема регулирования гомеостаза биологических систем.

1. Общие свойства живых структур (1)

Волновая природа процессов гомеостаза

Гомеостаз любого живого организма проявляется в виде непрерывно совершающихся и взаимосвязанных колебаний всех биохимических и функциональных процессов (2). Биоритмы являются неотъемлемой частью механизма регуляции жизненных функций, обеспечивающего процессы адаптации организма к изменяющимся условиям внешней среды. Ритмические колебания внутренних процессов представляют собой фундаментальное свойство живых структур.

Вообще говоря, волновое движение следует рассматривать как всеобщую форму материального движения. В пользу всеобщности волнового движения свидетельствует, в частности, существование в природе электромагнитного излучения различного происхождения с длинами волн в диапазоне от километров до долей ангстрема. Наличие излучения с таким широким диапазоном длин волн свидетельствует об универсальном распространении его источников – осцилляторов.

Симметрия функциональных процессов

Принцип симметрии является основой построения природных материальных систем. Этот принцип лежит и в основе гомеостаза биологических объектов (3). Все процессы в живом организме протекают с соблюдением пропорций и соразмерностей, соответствующих законам симметрии и гармонии.

Преобразование интенсивности входящих сигналов по логарифмическому закону

В живой природе действует психофизический закон Вебера-Фехнера, согласно которому интенсивность ощущения (преобразованный сигнал) пропорциональна логарифму интенсивности сигнала раздражения (внешний возмущающий сигнал). Этот закон отражает наличие природного механизма защиты биообъекта от воздействия внешней среды посредством сужения диапазона влияния интенсивности внешних сигналов на внутренние структуры. Логарифмическая зависимость имеет для живых систем особое значение, отражая фундаментальные законы взаимосвязи иерархических структур и глубинные механизмы процессов материального мира.

Синхронизация гомеостаза с внешними волновыми процессами

На протяжении всей эволюции биологические объекты подвергались постоянному воздействию различных волновых факторов внешней среды, что влияло на формирование гомеостаза. Основными видами внешних волновых воздействий являлись изменения освещенности, температуры, интенсивности магнитного и гравитационного полей. Установлены корреляционные связи между периодическим изменением солнечной активности и такими явлениями в биосфере, как эпидемии и эпизоотии, массовые миграции животных, численность популяций промысловых рыб; количество почвенных бактерий (4, 5). Сравнение различных биоритмов с кривыми изменения магнитного поля Земли показывает их удивительное сходство.

Саморегулирование на основе системы обратных связей

Саморегулирование является качественной спецификой живых систем. Благодаря взаимному сопряжению внутренних волновых биохимических и физиологических процессов, контролю над ними ведущих внешних осцилляторов и взаимодействию с непрерывно изменяющимися факторами внешней среды, в организме поддерживается строгая согласованность различных процессов – составляющих гомеостаза. В основе регулирующего механизма лежит система обратных связей различного типа (6).

2. Внешнее регулирование гомеостаза живых структур (7)

Организация гомеостаза живого организма может быть смоделирована на основе представления об организме как о совокупности взаимосвязанных осцилляторов, объединенных в иерархические группы и способных воспринимать сигналы окружающей среды. Подобная модель предполагает существование в организме многих автономных генераторов ритмов и наличие множества входов в систему со стороны внешней среды. Внешние волновые источники синхронизируют работу внутренних генераторов ритмов. Внутреннюю синхронизацию обеспечивают также посредники, осуществляющие связь между отдельными генераторами и их группами. Структура управления гомеостазом организма содержит прямые, обратные и перекрестные связи.

Всякое ритмическое воздействие, близкое по частоте к собственным колебаниям организма, оказывает на него сильное влияние. При этом можно выделить: «пессимистические» интервалы частот, при которых воздействие оказывается губительным для организма; некоторый оптимум частот и амплитуд, при котором воздействие оказывает положительное влияние на гомеостаз организма; и

промежуточные интервалы, характеризующиеся как положительным, так и отрицательным влиянием на организм.

Живые организмы объективно подчинены внешнему регулированию. Всякий объект выступает как подсистема более высокой и мощной иерархической системы. Космические системы по отношению к биологическим системам являются более высокими по иерархии. Известно, что циклические процессы, протекающие в подсистеме, должны быть изохронны циклическим процессам высшей системы. В противном случае между системами возникает антагонизм, приводящий либо к перестройке низшей системы, либо к ее разрушению как целостной структуры. Поэтому биологические системы принуждены синхронизировать волновые процессы гомеостаза с внешними волновыми процессами. Согласованность частотных и фазовых параметров процессов гомеостаза с параметрами внешней среды является определяющим фактором в организации живых систем. Такая согласованность осуществляется благодаря резонансным взаимодействиям, приводящим к синхронизации колебаний. Космические ритмы влияют на процессы в живой природе на всех уровнях организации живых структур.

3. Информационная взаимосвязь живых структур

Живые структуры являются частью материального мира, обладают качественной спецификой и неразрывно связаны с факторами внешней среды. Следовательно, можно сделать вывод, что все живые объекты в той или иной степени взаимосвязаны. Также логичной будет постановка вопроса об информационной взаимосвязи живых структур и о существовании фундаментального взаимодействия, имеющего непосредственное отношение к функционированию биологических объектов.

В настоящее время принято считать, что процессы гомеостаза и эволюции живых организмов могут быть объяснены на основе известных законов физики и химии. Однако существующие теоретические представления не позволяют объяснить происхождение и качественную специфику живых структур. В частности, не поддаются научному объяснению многие биоинформационные эффекты, например, эффекты дистанционного воздействия человека-оператора на функциональное состояние других людей, животных и растений, а также факты дистанционного восприятия событий или предвидения будущих событий, трактуемые в настоящее время с телеологических религиозных позиций.

Таким образом, в современной биологии существует задача построения непротиворечивой теоретической модели, которая позволила бы объяснить с научной точки зрения возникновение живых структур, особенности их функционирования и закономерности биоинформационных процессов. Одна из таких моделей представлена в работах (7-10). Авторы этих работ получили и проанализировали корреляционную зависимость, связывающую параметры известных фундаментальных взаимодействий:

$$\log R_i = \log R_{abc} + f^i \log K_0,$$

где R_i – радиус i -го фундаментального осциллятора, определяющего i -е фундаментальное взаимодействие; R_{abc} – радиус наименьшего природного осциллятора; f – мерность пространства; K_0 – безразмерная константа; $i = 0, 1, \dots, 5$.

Значению $i = 4$ соответствует осциллятор, определяющий слабое фундаментальное взаимодействие. Этот природный осциллятор, имеющий радиус $\sim 3,9$ мм, генерирует электромагнитное излучение миллиметрового диапазона, равномерно заполняющее материальный континуум. Такое излучение в наблюдаемой части Вселенной действительно существует. В настоящее время оно рассматривается в космологии как «реликтовое излучение» в рамках гипотезы «Большого взрыва» (11).

Авторы модели (7-10) считают такую интерпретацию космического микроволнового излучения ошибочной. По их мнению, наблюдаемое излучение является собственным, непрерывно генерируемым, излучением материального континуума. Источником базовых частот, формирующих гармонику спектра наблюдаемого космического радиоизлучения в области миллиметровых длин волн, является фундаментальный природный осциллятор, определяющий слабое взаимодействие. Согласно предварительным расчетам, максимум спектра излучения слабого фундаментального осциллятора находится в области $\sim 2,2$ мм, что согласуется с данными измерений, полученными в ходе международного эксперимента Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (11).

Учитывая расчетные характеристики слабого фундаментального осциллятора и тот факт, что электромагнитное излучение в области миллиметровых длин волн характеризуется ярко выраженным биологическим действием (12), можно сделать вполне определенный вывод, что слабое взаимодействие имеет прямое отношение к функционированию живых структур. В материальном континууме, вследствие непрерывной генерации собственных излучений, формируются определенные волновые поля, которые присутствуют в каждой точке пространства. Все вещественные объекты взаимосвязаны с этими полями. Волновое поле, образуемое слабым фундаментальным осциллятором, взаимосвязано с биологическими структурами и обеспечивает их информационную взаимосвязь. Другими словами, в природе существует естественное излучение, благодаря которому при благоприятных физико-химических условиях происходит образование биологических структур.

Этот вывод имеет принципиальное значение и меняет сложившиеся взгляды на происхождение жизни и ее эволюцию. Важным практическим следствием новой модели является указание на возможность расчета излучений, управляющих гомеостазом живых структур.

Рассматриваемая проблема имеет непосредственный выход в биоэнергетику. Поскольку существует естественное излучение, влияющее на процессы в биологических системах, можно использовать определенные спектральные участки этого излучения в качестве энергетического источника для интенсификации биопроцессов.

Список литературы:

- 1) Astafurov V.I., Georgieva M.I., Webb N.V. Common characteristics of biological systems. // Проблемы биоэкологии и пути их решения. (Вторые Ржавитинские чтения). – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2008. С. 14-16.
- 2) Шноль Э.С. Колебательные процессы в химических и биологических системах. – М.: Наука, 1967.
- 3) Дубров А.П. Симметрия биоритмов и реактивности. – М.: Медицина, 1987.
- 4) Дубров А.П. Геомагнитное поле и жизнь. – Л.: Гидрометеиздат. 1974.
- 5) Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. – М.: Мысль, 1976.
- 6) Петрушенко Л.А. Принцип обратной связи. (Некоторые философские и методологические проблемы управления.) – М.: Мысль, 1967.
- 7) Astafurov V.I., Georgieva M.I., Webb N.V. External control of the homeostasis of biological objects. // Проблемы биоэкологии и пути их решения. (Вторые Ржавитинские чтения). – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2008. С. 16-17.
- 8) Астафуров В.И., Маренный А.М. О правомерности интерпретации природного излучения в области миллиметровых длин волн как «реликтового излучения». // Труды Всероссийской астрономической конференции «ВАК-2007». – Казань: Изд-во КГУ, 2007. С. 422-424.

- 9) Астафуров В.И. Модель природного излучателя, управляющего гомеостазом биологических объектов. // Модели и алгоритмы для имитации физическо-химических процессов. – Таганрог: Изд-во НП «ЦРЛ», 2008. С. 415-418.
- 10) Astafurov V.I. The fundamental interaction, determining biological structures functioning. // Математическая биология и биоинформатика. /Под ред. В.Д.Лахно. – М.: Изд-во «МАКС Пресс», 2008. С. 80-81.
- 11) Архангельская И.В., Розенталь И.Л., Чернин А.Д. Космология и физический вакуум. – М.: КомКнига, 2006. С. 30-37.
- 12) Искин В.Д. Биологические эффекты миллиметровых волн и корреляционный метод их обнаружения. – Харьков: Изд-во «Основа», 1990.

НОВЫЕ ВИДЫ ОДНОЛЕТНИКОВ В УСЛОВИЯХ МУРМАНСКА

Горбунова С.И. (Мурманск, МГТУ, ботанический сад)

Видовой состав растений, применяемых для озеленения Мурманска: древесных, ку-старниковых и цветочно-декоративных относительно беден. В Мурманске сравнительно тёплая, хотя и длинная зима, короткое и прохладное лето. Погода здесь неустойчивая, с высокой влажностью, частыми туманами, штормами, резкими колебаниями температуры. В этих условиях возможность введения в северную флору новых видов растений, которые могут вырастать из семян, высеванных в открытом грунте с целью увеличения их видового разнообразия, представляет особый интерес. Из однолетних цветочно-декоративных растений в Мурманске было исследовано прорастание растений в открытом грунте из семян таких однолетних растений, как василёк, лимнантес Дугласа, фацелия.

Василёк синий (*Centaurea cyanus* L.) наиболее популярен среди однолетних видов василька. В диком виде это растение растёт как сорняк в посевах хлебных злаков, особенно ржи. В культуре с 1542 года. Ещё во времена Плиния Старшего (I век до н. э.) упоминается о васильке как о цветке для плетения венков. Вероятно второе своё название «цианус» он получил тоже согласно легенде, от имени одного прекрасного юноши, который был так увлечён его красотой, что всё своё время посвящал только плетению из него гирлянд и венков.

Корневая система представлена тонким стержневым корнем, поэтому пересадку он не переносит. Побеги тонкие, ветвистые, высотой 30-100 см в молодом возрасте растение беловолочное-опушённое. Листья очередные: нижние - черешковые, перисто-раздельные; верхние - линейно-ланцетовидные, крупно-зубчатые или цельнокрайные, сидячие.

Соцветия - одиночные корзинки диаметром 3-5 см, на длинных цветоносах. Краевые цветки у садовых форм синие, розовые, красные, белые, пурпурные, фиолетовые и голубые, воронковидные, неравномерно пятизубчатые; срединные - трубчатые. В условиях Мурманска цветение наблюдается с августа до сентября. Плод - продолговатая семянка с коротким легко обламывающимся хохолком. Семена крупные, гладкие жёлто-лиловые или коричневые. В 1 г - 220-300 штук, сохраняется всхожесть 2-3 года.

Растение светолюбивое, к почвам нетребовательное, относительно засухоустойчиво и зимостойко. Размножают семенами, которые высевают в открытый грунт на постоянное место в конце мая - начале июня, когда прогреется земля. Всходы появляются на 5-12 день, их прореживают на расстоянии 20-25 см в зависимости от высоты сорта. Цветение наступает на 60-70 день и продолжается 30-40 дней. В жаркую погоду васильки необходимо поливать, иначе цветение прекратится. У низких сортов, чтобы продлить цветение, отцветшие соцветия срезают, не давая созревать семенам. Василёк широко используется в смешанных посадках, бордюрах, на каменистых горках и в срезке (Левко Однолетние цветы).

В условиях Мурманска в начале июня высевались в открытом грунте семена василька сортов:

«Чародей» (высота растений до 80 см, соцветия крупные до 4-5 см в диаметре);

«Зарево» (высота растений до 80 см, относится к срезочным сортам с яркими нарядными соцветиями для изысканных букетов. Растение стройное, ветвистое, с многочисленными цветоносами. Соцветия - одиночные корзинки, ярко-розовые, махровые, до 4 см в диаметре относится к лекарственным растениям.

«Мулат» - прямостоячее растение с ветвистыми стеблями до 1 м высотой и махро-выми, коричнево-красными соцветиями в плёчатой обёртке.

«Голубая диадема» - очень красивый сорт, входит в группу лучших срезочных сортов. Растение высотой 80 см стройное, ветвистое, с многочисленными голубыми цветоносами. Соцветия - одиночные корзинки, махровые до 4 см в диаметре.

Василёк синий выращивался в условиях Мурманска из Чехии, из Hortus ботаничес-кого сада. Семена василька высевались в открытый грунт в конце мая - начале июня. Начало цветения василька - в августе, оно продолжается до заморозков.

В условиях Мурманска можно провести испытание сортов василька синего:

«Блу Бой» («Blue Boy») - высота до 90 см, окраска синяя;

«Джубили джем» («Jubilee Gem») - низкорослый (до 30 см) компактный сорт с голубыми махровыми соцветиями;

«Джулип» («Juler») - среднерослая (до 50 см) смесь с соцветиями белой, розовой, сиреневой, карминовой, синей и каштановой окрасок;

«Полка Дот» («Polca Dot») - (50 см) компактная смесь окрасок;

«Флорен Пинк» («Florence Pink») - низкорослый (30 см) сорт с соцветиями нежно-розовой окраски, пригоден выращивания в горшках;

«Фрости Миксед» («Frosty Mixed») - растения высотой 75 см этой смеси смотрятся как будто покрытые инеем благодаря тому, что каждое соцветие имеет белые кончики лепестков язычковых цветков, состоит из оттенков синего, розового, тёмно-красного и шоколадного, а также двухцветного - розово-белого.

Известна сортосерия Плена Грандифлора с очень крупными красивыми махровыми соцветиями различной окраски - светло-голубой, розовой, красной, белой и др.

Василёк американский (*Centaurea americana*) - высокий (до 100см) однолетник, выращивается для срезки. Известен сорт «Джолли Джокер» («Jolly Joker») с нежно-лиловыми, крупными (6-8 см в диаметре) соцветиями.

Василёк мускусный или амбербоа мускусная (*Amberboa moschata*) - однолетнее ветвистое растение высотой до 80 см. Родом из Закавказья. В культуре с 1629 года. Листья светло-зелёные, перисто-рассечённые. Соцветия - изящные корзинки диаметром 7-8 см с очень приятным ароматом, напоминающим корицу. Все цветки в соцветии трубчатые, по краю широкотрубчатые с глубоко и тонко вырезанными краями венчика, в центре - коротко - и узкотрубчатые, белые, жёлтые, лавандовые, лиловые, пурпурные. Цветение с августа. Плоды - белые семянки, овальные со скошенным концом и хохолком из бесцветных волосков. В 1 г содержится более 300 штук. Всхожесть сохраняется 3 года.

Светолюбивое, сравнительно холодостойкое, засухоустойчивое растение. Семена сеют в грунт в самые ранние сроки, присыпают землёй слоем 0,5 см. Почвы дренированные, лёгкие, известкованные, нежирные и не сырые. В фазе двух настоящих листьев всходы прореживают на расстояние 20-25 см. Уход состоит в редких поливах в засушливую погоду, 2-3 подкормок и прополки сорняков. Отцветшие корзинки нужно ощипывать, что продлевает цветение.

В Мурманске высевались семена василька мускусного империалис (*Centaurea moschata* v. *Imperialis*) «Фаворит». Это растение - декоративная гибридная форма василька душистого. Довольно высокорослое растение (50-60 см высотой) с перисто-рассечёнными листьями и красивыми душистыми соцветиями на длинных цветоносах. Соцветия изящные, с сильно изрезанными краями, крупные до 8 см в диаметре, разнообразной окраски.

Василёк широко используется в смешанных посадках, бордюрах, на каменистых горках и в срезке.

Лимнантес Дугласа (*Limnanthes douglasii*) - сильноветвистое однолетнее растение высотой 15-20 см с полегающими побегами родом с западного побережья Северной Америки. Листья очередные, пальчато-рассечённые. Цветки одиночные, ароматные, диаметром 2,5 см, на коротких ножках, образуются в пазухах листьев. Венчик широковоронковидный, из пяти лепестков, в центре - лимонно-жёлтый, по краю - белый. При посеве семян в открытый грунт в начале июня цветение начинается в сентябре. Семена по форме напоминают семена яблони, но гораздо мельче, тёмно-коричневые с бороздчатой поверхностью, в 1 г содержится 140 шт. Всхожесть сохраняют не менее 3 лет. Светлюбивое растение, нуждается в питательной почве. Переносит лёгкие заморозки.

Сажают в бордюры вдоль дорожек, по краю цветников, на каменистые горки, в широкие садовые вазоны. Хорошо сочетается с цветами синих и красных тонов. (Китаева Цветоводство)

В Мурманске семена лимнантеса Дугласа были высеяны в открытый грунт 11 июня в 2008 году, начало всхожести семян -19 июня. До самых заморозков растение радовало своим цветением, начиная с сентября.

Фацелия (*Phacelia*) - растение, родина которого Центральная Америка. Своё название фацелия получила от греческого слова «факелос» - пучок. Цветы её собраны пучками. Высота растения 35 см, стебель бело-пушистый, приподнимающийся; листья черешчатые, непарноперистые, состоящие из редких продолговатых надрезно-лопастных листочков. Цветки с длинными тычинками, мелкие, колокольчатые, синие, вдвое длиннее чашечки, собраны в однобокие слегка изогнутые кисти. Плод - двухгнездная перепончатая коробочка с четырьмя семенами. Семена высевают на постоянное место в начале мая. Фацелия хорошо переносит затенение, лучше всего растёт на рыхлых удобренных почвах. Расстояние между растениями 20x15 или 20x20 см фацелия используется для декоративных групп, цветочных пятен и ковров. Хороший медонос (Тавлинова Цветоводство).

Самый излюбленный вид - фацелия колокольчатая (*Phacelia campanularia*) высотой около 20 см. Есть более высокий сорт Blue Bonnet, который примерно в 2 раза выше. Существуют и другие виды: фацелия липкая (*Phacelia viscida*), фацелия пижмолистная, но у них не такие яркие цветки.

В условиях Мурманска были высеяны семена в конце мая семена фацелии колокольчатой и фацелии Пурша в открытый грунт. Цветение началось в конце августа и продолжалось в сентябре.

Такие однолетние цветочно-декоративные растения, как василёк, лимнантес Дугласа, фацелия могут быть использованы в озеленении Мурманска как растения, не требующие больших усилий в их распространении. Эти растения одни из немногих, которые не требуют затрат на получение из их семян рассады и пересадки полученных сеянцев в открытый грунт, а высеваются прямо в открытый грунт.

Список литературы:

- 1) Левко Г. Д. Однолетние цветы. - М.: ООО «Издательство АСТ» ООО «Издательство Астрель», 2001 - С. 41-43.
- 2) Китаева Л Малоизвестные культуры. Цветоводство, 2001, №5, С.38.
- 3) Тавлинова Г. К.Цветоводство. - Л.: Лениздат, 1970, С. 76-77.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОПТИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ «ИЖИЦА - 1200» ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЕМЯН РАСТЕНИЙ ПЕРЕД ПОСЕВОМ

Горбунова С.И. (Мурманск, МГТУ, ботанический сад)

Установка «Ижица - 1200» предназначена для дымовой обработки рыбных и мясных продуктов питания за счёт создания электростатического поля (ЭСП). Для установления возможности лучшей всхожести семян были проведены исследования прорастания семян некоторых растений после обработки в электростатическом поле в сравнении с другими средствами и биостимуляторами, в качестве которых применялись коптильная жидкость (средство для придания улучшенных вкусовых качеств продуктам питания), эпин-экстра (ДВ-эпибрасинолид 0,025 мг/л), гетероауксин.

Обработка семян календулы, душистого горошка, бархатцев проводилась 1 июня 2006 года. Полученные результаты сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты обработки семян

№	Растение	Обработка семян				
		Замачивание на сутки				
		в ЭСП (1,5 часа)	в 5- % коптильной жидкости	в воде	в гетероауксине (1 таблетка на 2 л воды)	в эпине (1 мл на 2 л воды)
Всхожесть, %						
1	Календула	85	90	87,5	85	70
2	Бархатцы	70	10	60	70	25
3	Душистый горошек	73,3	40	44,4	30	50
Высажено в открытый грунт полученных сеянцев, %						
1	Календула	70	70	65	55	45
2	Бархатцы	50	-	45	60	25
3	Душистый горошек	73,3	-	-	30	50
Стали цветущими растениями, %						
1	Календула	65	65	40	45	15
2	Бархатцы	10	-	-	-	-
3	Душистый горошек	-	-	-	-	20

Обработка семян календулы, бархатцев, душистого горошка в ЭСП в течение 1,5 часа показала их высокую всхожесть, но при выращивании самих растений в открытом грунте заметных результатов, которые показали бы эффективность обработки семян в ЭСП, не наблюдалось. Это очевидно связано с другими причинами, в том числе климатическими.

Семена растений, собранных в ботаническом саду в 2006 году обрабатывались 17.11. 2006 года в ЭСП, а также замачивались в гетероауксине и воде. Полученные результаты сведены в таблицу 2.

Таблица 2. Всхожесть семян, %

№ п/п	Растение	Обработка семян					
		В ЭСП, мин				Замачивание на сутки	
		15	30	45	60	в р-ре гетероауксина (1 таблетка в 1 л воды)	в воде
1	Аконит	-	-	-	-	-	-
2	Буквица	100	100	60	66,6	15,9	55,5
3	Лилейник	33,3	40	30	23,3	23,3	23,3
4	Роза сизая	-	-	-	-	-	-
5	Черёмуха обыкновенная	50	50	50	-	-	-
6	Смородина гудзонская	100	93,3	70	100	15	34,9

Не взошли семена у аконита и розы сизой. Предположительно семена первого не вызрели, а второй перезрели.

Всхожесть семян буквицы, обработанных в ЭСП в течение 15 и 30 минут раньше на 3 дня, и все семена взошли. Полученные сеянцы высажены в открытый грунт. Дальнейшие наблюдения показали, что эти растения растут быстрее остальных.

Всхожесть семян лилейника, обработанных в ЭСП в течение 15, 30 и 45 минут выше, чем у остальных, а всхожесть семян лилейника, обработанных в ЭСП в течение 15 и 30 минут раньше на месяц, чем у остальных семян.

У черёмухи обыкновенной наблюдалась 50-% всхожесть у семян, которые были обработаны в ЭСП в течение 15, 30 и 45 минут, а у остальных её не было.

Процент всхожести семян смородины гудзонской, обработанных в ЭСП, выше, чем у замоченных в гетероауксине и воде. Полученные растения, высаженные в открытый грунт, продолжают расти, не погибая.

В мае 2007 года некоторые однолетние цветочно-декоративные растения прошли обработку в ЭСП. Полученные результаты приведены в таблице 3.

При проведении наблюдений за прорастанием семян ипомеи не было установлено, что обработка их в ЭСП заметно оказала влияние на их прорастание в сравнении с другими методами.

У душистого горошка всхожесть семян, обработанных в ЭСП выше, чем остальными методами.

Семена настурции взошли все, но в открытом грунте сохранились лишь те растения, которые были получены из семян, обработанных в ЭСП. Наблюдалось их цветение.

При обработке семян василька «Чародей» была наибольшая всхожесть у семян, обработанных в ЭСП в течение 105 минут (75 %), а семена, замоченные в воде, всхожести не дали.

У ибериса «Смесь окрасок» наблюдалось цветение и образование семян у тех растений, семена которых были обработаны в ЭСП.

Таблица 3. Всхожесть семян однолетних цветочно-декоративных растений

Растение	Обработка семян							
	В ЭСП (мин)					Замачивание на сутки в:		
	15	30	60	90	105	гумате натрия (1 г на 1 л воды)	гетероауксине (1 таблетка на 1 л воды)	воде
Ипомея «Малиновый звон»	50	100	50	100	66,6	-	66.6	100
Душистый горошек (срок хранения до декабря 2008 года)	50	50	100	100	100	40	50	50
Душистый горошек (срок хранения до декабря 2007 года)	66,6	50	66,6	100	100	50	25	25
Настурция «Пич Мельба»	100	100	100	100	100	100	100	100
Настурция «Везувий»	100	100	33,3	100	100	100	100	100
Василёк «Чародей»	52,5	37,5	37,5	25	75	71,4	43	-

В результате проведённых исследований и наблюдений за прорастанием семян, обработанных в ЭСП, можно сделать вывод, что оно оказывает положительное влияние на более высокую всхожесть и более быстрое прорастание семян некоторых растений. Необходимо установить причины влияния ЭСП на всхожесть с учётом ряда факторов (потерей всхожести семян, температурными факторами, особенностью самого растения и других).

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ НАГРУЗОК ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ В ГУБАХ ПЕЧЕНГА И АМБАРНАЯ, БАРЕНЦЕВО МОРЕ

Калинина Н.Р.¹, Кугий В.Б.² (Мурманск, ¹ Баренцево-Беломорское территориальное управление ФАР; ² ЗАО "Русский лосось")

Abstract. In connection with activity on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Pechenga and Ambarnaja fiords (Barents Sea) in 2001 were made calculations for estimation of the potential these two areas of water for fish farming. For determination of the possibility defogging water courses are used mathematical models on calculation of the effect external influence on pools and dependencies of the change of its condition to account water changing, topographies and etc.

Фирма ООО «Гиганте Печенга» получила в 2001 году разрешение на рыболовную деятельность по выращиванию атлантического лосося в губах Печенга и Амбарная. В связи с этим были произведены расчеты для оценки потенциала этих двух акваторий для рыборазведения.

Для определения возможности самоочищения водоема использованы математические модели по расчету эффекта внешних воздействий (рыборазведение, антропогенная нагрузка) на бассейн и зависимости изменения его состояния за счет водообмена, топографии и т.д.

Работа является теоретической, так как во внимание взят расчетный допустимый предел выбросов органической нагрузки в зону рыборазведения. Результаты расчетов являются основой для выбора направления мониторинга с учетом требований ГОСТа 17.1.2.04-77 «Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов». Охрана природы. Гидросфера. Полученные в ходе мониторинга данные о состоянии окружающей среды будут использоваться для перспективных планов размещения садковых комплексов.

Количество выращиваемой рыбы, которое можно разместить в губах Печенге и Амбарной без нанесения вреда окружающей среде, находится в зависимости от допустимых пределов выносливости зоны, получающей выбросы органического материала. Допустимым является то количество органического материала, которое может поступать в зону выброса до того момента, когда донные организмы станут использовать столько кислорода в процессе диссимилиации, что кислородный баланс в придонных водах приблизится к критической отметке.

Известно, что каждая тонна выращиваемой рыбы образует под хозяйством органический осадок на дне в виде остатков корма и экскрементов.

Кроме выбросов органического материала (экскременты и не съеденный корм), выращиваемая рыба сбрасывает биогенные элементы. При этом на каждую выращиваемую тонну рыбы приходится 6 кг фосфора и 40 кг азота, которые в растворенном виде поступают прямо в воду. Разрушение же органического материала может освободить дополнительно в водную массу 5 кг фосфора и 35 кг азота (Aure, 1993). В сумме это составит 11 кг фосфора и 75 кг азота на 1 тонну выращиваемой рыбы.

Выбросы непосредственно влияют на локальную среду, находящуюся вокруг хозяйства. При превышении допустимых пределов может возникнуть дефицит кислорода, вследствие чего разрушение органического материала будет происходить за счет анаэробных процессов и превалирования анаэробной микрофлоры. Побочными

продуктами распада в результате их деятельности являются метан и сероводород. Метан является относительно неопасным газом. Он нерастворим в воде и поднимается пузырьками на поверхность воды. Сероводород ядовит, он растворяется в воде и с пузырьками метана поднимается в верхние слои, где находится непосредственно само хозяйство.

Концентрация кислорода в застойной зоне становится меньше из-за деструкции органического материала. При достаточно долгом периоде застоя вода может потерять весь растворенный кислород, а сероводород будет перенесен водным столбом, при этом будет происходить постепенное рассеивание его вдоль водного столба. Это обычно наблюдается на самой большой глубине. В этом случае место расположения хозяйства становится непригодным для рыборазведения, и хозяйство должно переноситься.

Биогены способствуют «удобрению» воды, и, как результат, наблюдается повышение роста фитопланктона в аутоτροφном слое (верхние 15-20 м). При большом поступлении биогенов в толщу воды возникает перенасыщение «удобрениями» и рост водорослей ускоряется, что приводит к повышенному потреблению кислорода.

Кроме того, рост водорослей способствует повышению биологической продуктивности моря, что в свою очередь приводит к росту аккумуляции органического материала на морском дне. Расчеты показывают, что биогенные элементы, в конечном счете, могут способствовать возникновению осадка на дне, содержащего органики в 5 раз больше, чем ее содержится в осевших кормах и экскрементах. Однако, репродуцированный посредством биогенов материал, распространенный на большой территории, не имеет большого значения для окружающей среды вокруг хозяйства.

При большой концентрации хозяйств внутри небольшой водной акватории весь сбрасываемый органический материал и биогенные элементы могут привести к нарушению допустимых границ загрязнения для зоны, получающей выброс. То есть, воздействия принимают не локальный, а региональный характер, например, в системе фиордов.

Природная вместимость водоема для рыбоводства в большой степени зависит от динамики приливно-отливных течений, приносящих в зону выброса новые обогащенные кислородом придонные воды. В порожистых фиордах пороги образуют естественные барьеры, которые препятствуют смене воды между водными бассейнами в пределах порога - на глубине водного порога, и водой соответствующей глубины за его пределами. Поэтому зоны, которые находятся ниже порожистых бассейнов, получают меньший приток кислорода, чем водные акватории фиордов с беспрепятственным течением.

Рыборазведение с зоной выброса на уровень порожистости (в фиордах, имеющих один или несколько порогов) имеет потенциал, основанный на количестве садковых блоков, которые возможно разместить в районе, и сумме зон выброса для каждого отдельного блока из 2-х или нескольких садков. Приемлемые расстояния между садковыми комплексами зависят и устанавливаются от направления течений для минимизации риска переноса и распространения заболеваний в хозяйстве. С этой целью в Норвегии устанавливается также зона возможного заражения между хозяйствами, которые находятся в рабочем состоянии и имеют одного и того же владельца. Дистанция между такими хозяйствами не должна быть менее 1 км. В большинстве случаев расстояние в 1 км является достаточным для того, чтобы ограничить распространение инфекции при наличии возможного заболевания, но для предотвращения цепной реакции распространения болезни на обширной территории практикуется 5-и километровая зона между хозяйствами, имеющими разных владельцев. Кроме того, садковые комплексы не должны быть открытыми для ветров и

волн, при этом глубины в месте размещения морских садков должны быть более 40 м. Количество садковых комплексов рассчитывается в соответствии с пределом вместимости зон выброса хозяйств.

Профессором Гетеборгского университета Андерсом Стигебрантом разработана модель Fjordmiljø ENV 3,0, позволяющая рассчитать потенциал для рыбоводства с зонами выброса в порожистом районе фиорда. Модель позволяет рассчитать соотношение между уменьшением содержания кислорода и такими факторами, как:

- выброс биогенных элементов;
- поступление органического материала;
- скорость водообмена⁴;
- вертикальная и горизонтальная миграция вод.

Используя эту модель и проводя расчеты с предполагаемыми выбросами с хозяйств, можно рассчитать общий потенциал бассейна для рыборазведения. В основу модели заложены:

- данные строения фиорда;
- амплитуда приливов и отливов;
- природные и антропогенные поступления биогенных элементов и органического материала.

Вместимость зоны выброса садковых комплексов, расположенных в открытых районах фиордов, рассчитывается при помощи модели MOM 3.0 (Стигебранд, 2000), при этом учитывается:

- точная глубина в районе расположения садков;
- направление течений во всем водяном столбе;
- соленость воды;
- концентрация аммония в самом верхнем водном слое.

Для оценки потенциала рыборазведения в губе Печенга и в самой крайней части губы Амбарная Баренцева моря нами произведен расчет количества марихозяйств, которые могут вместить в себя эти водные акватории. Расчеты были произведены в соответствии с методикой, описанной в справочнике данных о загрязнении фиордов и водных бассейнов (Холтан и Остебель, 1991);

Объективная оценка потенциала для рыборазведения в губах Печенга и Амбарная говорит о том, что в каждом из фиордов можно выращивать от 15 до 18 тысяч тонн рыбы в год, не нанося при этом ущерба окружающей среде. В губе Печенга можно разместить 6 ферм по выращиванию рыбы мощностью от 2500 до 3000 т в год для каждой. При этом самые верхние границы бассейна губы Печенга чувствительны для органических выбросов, поэтому рекомендуется такое расположение хозяйств в этом фиорде, чтобы как можно меньшее количество выбросов с них поступало ниже уровня 83 м. В губе Амбарная имеется возможность для размещения 6 ферм мощностью от 2500 до 3000 т рыбы в год для каждой.

Суммарное производство рыбы в губе Печенга и производство рыбы в каждом из локальных районов губ Печенга и Амбарная должно соответствовать ёмкости экосистемы и не должно превышать допустимых пределов выбросов органического материала в эксплуатируемые районы. При планировании рыборазведения, рассчитанного на длительный срок, такое соответствие должно быть соблюдено, в связи с тем, что превышение допустимой нагрузки приведет к длительному периоду восстановления района рыборазведения.

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ И ВЕТЕРИНАРНОМ РЕГУЛИРОВАНИИ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В АКВАКУЛЬТУРЕ СЕВЕРА

Калинина Н.Р. (Мурманск, Баренцево-Беломорское территориальное управление ФАР; anohinavs@mstu.edu.ru)

Abstract. The problem of application of the veterinarno-sanitary legislation and economic activities regulation in aquaculture of Murmansk area is discussed.

Развитие аквакультуры в Мурманской области нельзя назвать успешным. На протяжении многих лет объемы продукции товарного рыбоводства находились на низком уровне и достигали не более 250-300 тонн радужной форели в год, причем выращивание осуществлялось только во внутренних водоемах области. Сезонное доращивание форели в губе Палкина, Белом море можно характеризовать как научно-экспериментальное (ПИНРО) или «любительское» (РК «Ударник»). С появлением в области предприятия с норвежским капиталом – ООО «Гиганте Печенга» выращивание рыбы – атлантического лосося в море по норвежской технологии позволило увеличить объемы выпускаемой продукции до 550-600 тонн в год.

Известно, что хозяйственная деятельность в области аквакультуры на Севере не приносит большие и скорые дивиденды, однако выращивание гидробионтов в чистых северных водах позволяет получать продукцию качественную и безопасную в эпидемическом отношении.

Так, в соответствии с нашими многолетними наблюдениями санитарно-гигиенические характеристики морской воды в губах Баренцева моря, пригодных для марикультуры по гидрологическим характеристикам, соответствуют показателям питьевой воды, а самоочищение морских северных вод характеризуется как высокое, в том числе за счет превалирования аутохтонной микрофлоры над аллохтонной. Многие внутренние водные объекты также могут использоваться для товарного рыбоводства, несмотря на оказываемое на них антропогенное и техногенное влияние. Физико-химические особенности северных вод, специфические сезонные и метеорологические факторы, санитарно-гигиенические показатели, позволяют характеризовать большинство водных объектов Мурманской области как олигосапробные, где процессы самоочищения протекают активно, а количество сапрофитных бактерий не превышает 100 в 1 мл. Кроме того, поскольку большинство водных объектов области являются рыбохозяйственными, критерии оценки качества вод здесь выше, нежели эпидемиологические и, как правило, значительных превышений ПДК по основным показателям мы не наблюдаем. Строго контролируются и устанавливаемые нормативы предельно допустимых сбросов.

Таким образом, качество северных вод не является сдерживающим развитие аквакультуры фактором за Полярным кругом.

Видовое разнообразие объектов выращивания на Севере невелико. Однако, радужная форель, выращенная на теплых водах сбросного канала Кольской атомной станции, а затем выдержанная в течение летнего периода в распресненных водах Белого или Баренцева морей, обладает самыми высокими вкусовыми качествами, является технологичной и годна для изготовления любой рыбопродукции.

Выращивание атлантического лосося во внутренних морских водах северных широт ограничено температурным фактором.

В последние годы остается неосвоенной квота по добыче ламинарии – ценнейшего биологически-активного продукта. Считается, что затраты на ее промысел

выше, чем прибыль. Следует подчеркнуть, что выращивание ламинарии в Баренцевом море экономически целесообразнее, чем ее добыча. Исследованиями, проведенными ПИНРО в 90-х годах прошлого века, доказано, что скорость роста морской капусты в условиях поликультуры, например с мидиями, превышает скорость роста в естественных условиях. Качество этих совместно выращиваемых гидробионтов также выше за счет отсутствия естественных обрастателей, песка и пр.

Следуя из перечисленных выше позитивных факторов и предпосылок роста товарной продукции аквакультуры в Мурманской области, следует сказать, что аквакультура на первых этапах деятельности в зависимости от вида выращиваемого гидробионта является затратным предприятием. Хозяйствующий субъект должен вложить немалые средства, особенно если это касается полноциклического хозяйства, и должен быть уверен, что когда деятельность начнет приносить доход, он не потеряет затраченные средства. Для этого необходимо, чтобы существовала и работала нормативно-правовая база, регламентирующая деятельность в области аквакультуры.

К настоящему времени отсутствие закона об аквакультуре, устаревшее в этой области ветеринарное законодательство, изменения, внесенные в водное и земельное законодательство, являются основными факторами, сдерживающими развитие этого вида производственной деятельности.

Когда в 1991 году в Мурманской области встал вопрос о промышленном выращивании форели в садках ООО «Арктик Салмон» оказалось, что в Ветеринарном законодательстве РФ отсутствуют Ветеринарно-санитарные правила для рыбоводных хозяйств садкового типа. Позднее Постановлением правительства Мурманской области был утвержден «Временный порядок осуществления рыбохозяйственной деятельности по промышленному рыбоводству (аквакультуре) на территории Мурманской области», который на настоящий момент в связи с изменением природоохранного законодательства не актуален. Применение существующего ветеринарного законодательства при оценке деятельности хозяйств товарного выращивания гидробионтов также не корректно, так как оно не отражает характерные особенности содержания рыбы и других гидробионтов в хозяйствах садкового типа.

В этой связи, с целью регламентирования морского товарного выращивания рыбы по норвежской технологии и решения проблем перевозки и карантинирования посадочного материала из-за рубежа, утилизации погибшей рыбы, распространения заболеваний и ветеринарно-санитарной экспертизы готовой продукции, нами были разработаны «Ветеринарно-санитарные правила для морских рыбоводных садковых хозяйств».

Правила были разработаны в соответствии с требованиями Международного Эпизоотического Бюро (МЭБ), положений существующего Ветеринарного законодательства РФ, с учетом знаний и опыта норвежской стороны в данной области, так как вместе с посадочным материалом – смолтом атлантического лосося, была завезена и биотехника его выращивания.

Предлагаемые к обсуждению «Временные ветеринарно-санитарные правила для морских рыбоводных садковых хозяйств Мурманской области» устанавливают нормативы и требования к проектированию и строительству аквахозяйств, их водоснабжению, контролю производственной деятельности, обработке и дезинфекции производственного оборудования и инвентаря, утилизации биологических отходов, кормлению рыбы и поставляемым кормам, ветеринарному обслуживанию, условиям транспортировки посадочного материала, убою рыбы и мониторингу за акваторией.

До настоящего времени данные Правила не приняты к рассмотрению и не утверждены на федеральном или региональном уровне.

СОСТОЯНИЕ ЛИТОРАЛЬНЫХ ПОСЕЛЕНИЙ *MYTILUS EDULIS L.* СРЕДНЕГО КОЛЕНА КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Кравец П.П. (Мурманск, МГТУ, кафедра биологии)

В последнее время для Кольского залива, характерно усиление антропогенных нагрузок. В создавшихся экологических условиях некоторые обитатели бентали подвержены различного рода стрессовым ситуациям, другие продолжают жизнедеятельность в изменившихся условиях обитания. Для оценки состояния вида в данных экологических условиях, особое место занимают его популяционные характеристики. В связи с этим особо актуальными становятся исследования, направленные на выявление изменений популяционных характеристик массовых видов гидробионтов связанные с ухудшением факторов среды.

Одним из наиболее удобных модельных объектов для этих целей является мидия *Mytilus edulis L.* – активный фильтратор морских вод, многочисленный компонент различных зооценозов, перспективный объект марикультуры.

В связи с этим *целью работы* является изучение современного состояния литоральных поселений мидий *Mytilus edulis* Кольского залива. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- описать распределение плотности и биомассы мидий на литорали бухты Белокаменка Кольского залива;
- выяснить размерно-массовые характеристики моллюсков в исследуемом районе;
- изучить возрастную структуру поселений мидий.

Материал и методы исследования

Материалом послужили пробы мидии собранные с литорали бухты Белокаменка (среднее колено Кольского залива) в июле 2006 г.

Пробы отбирались с трех горизонтов литорали рамкой площадью 10×10 см. Для каждого горизонта определяли плотность поселения (экз./ м²) и биомассу (г/ м²) мидии. Пробу мидий взвешивали и просчитывали. Далее взвесив целого моллюска, измеряли длину раковины штангенциркулем, затем аккуратно раскрывали раковину, для чего вставляют между створками скальпель и разрезают мускул-замыкатель. Из открытой раковины тщательно извлекают все тело моллюска (мясо), причем надрезают мантию, чтобы вытекла заключенная в ней жидкость. Выделенное мясо и створки раковины обсушивают фильтровальной бумагой и по отдельности взвешивают. По разности между массой целого моллюска и суммой массы мяса и створок раковины нашли массу заключенной в раковине жидкости (полостная жидкость). Возраст моллюсков определяли по годовым кольцам на раковине.

Статистическую обработку данных проводили при помощи программы MS Excel.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования показывают, что плотность литорального поселения мидии в бухте составляет 891,1 экз./ м², а биомасса 2282,2 г/ м². Моллюски встречаются повсеместно на литорали, однако распределены они крайне не равномерно.

Из представленных данных (табл.1) видно, что наибольшей биомассой обладают мидии собранные на нижнем горизонте литорали, однако наибольшая плотность отмечена на среднем горизонте.

Таблица 1. Средние значения численности и биомассы мидии на различных горизонтах литорали бухты на м 2

Исследуемый район	Верхний горизонт		Средний горизонт		Нижний горизонт	
	Плотность, экз.	Биомасса, г	Плотность, экз.	Биомасса, г	Плотность, экз.	Биомасса, г
Бухта Белокаменка	430	533,33	1186,66	2506,66	1056,66	3806,66

Таблица 2. Средние значения размерно-массовой структуры поселения мидии бухты Белокаменка

Исследуемый участок литорали	L, см	m (мол.), г.	m (мяса), г.	m (створок), г.	m (мж), г.
Верхний горизонт	2,54±0,15	1,32±0,18	0,49±0,14	0,73±0,06	0,1±0,01
Средний горизонт	4,01±0,08	3,57±0,18	0,87±0,05	2,5±0,15	0,18±0,03
Нижний горизонт	4,55±0,08	6,25±0,33	1,83±0,1	3,55±0,2	0,89±0,07

Сравнение размерно-массового состава моллюсков на разных горизонтах литорали бухты (табл.2) показало, что по мере продвижения от верхнего горизонта к нижнему увеличиваются все размерно-массовые показатели. Наиболее крупные моллюски населяют нижний горизонт литорали. Поскольку на данном участке повышенный водообмен, обусловленный приливно-отливными течениями, который способствует процессам самоочищения и обеспечивает поступление питательных веществ.

Рассматривая возрастную структуру, выяснили, что на всех горизонтах преобладает недавно осевшая молодежь и моллюски с возрастом 1+, 2+, 3+ и 4+. Тем не менее, на среднем и нижнем горизонте встречаются моллюски возрастам 7+ и 8+.

Выводы

По полученным результатам исследования размерно-массовой структуры, плотности и биомассы можно сделать выводы:

- Наибольшей плотностью обладают мидии среднего горизонта, а наибольшей биомассой мидии нижнего горизонта.
- Наиболее крупные моллюски населяют нижний горизонт литорали.
- Возрастная структура в основном представлена недавно осевшей молодежью (0+) и моллюсками возрастом 1+, 2+, 3+ и 4+.

ВЛИЯНИЕ НА РАСТЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА СРЕДЫ

Насурлаева З.Ю. (*Махачкала, Дагестанский научный центр, zorro.55@mail.ru*)

Abstract. Natural electromagnetic fields make, synchronising impact on plants. Artificial electromagnetic fields relatives on the parameters to natural also make favorable stimulating impact on growth and development of plants.

«В формировании электромагнитной информации, создающей из множества структур и биохимических реакций единое целое - живой организм - ведущее значение имеют вторичные биогенные излучения, непрерывно возникающие в живом организме под влиянием атомной радиации природного радиационного фона», так определена существенная роль природных излучений в работах А.М. Кузина (Кузин, 1997). Среди всех видов природных излучений наиболее важное место занимают электромагнитные поля и излучения (ЭМП и ЭМИ), которые активно участвовали и продолжают участвовать в формировании и эволюции биосферы Земли, её составляющих частей и компонентов (Исмаилов, 1987). Для того, чтобы оценить значение электромагнетизма для жизнеспособности организмов необходимо иметь представление об источниках электромагнитных полей и излучений в природе.

Главным источником излучения в биосфере, ежесекундно излучающим $3,86 \times 10$ эрг. электромагнитной энергии является Солнце. Плотность потока мощности солнечного излучения на уровне земной орбиты практически постоянна и составляет 140 мВт/см^2 . Эта энергия и питает биосферу, является движущей силой многих природных процессов и явлений на Земле. Биосферы земли достигают также излучения остальных космических источников: звёзд и звёздных систем, Луны и планет, комет, пульсаров и квазаров, галактик и их систем, Млечного пути, туманностей и других.

Одним из основных и самых древних видов космического излучения является реликтовое излучение, участвующее в важнейших крупномасштабных процессах и явлениях во всей Вселенной и фактически определяющее в ней плотность электромагнитной энергии. На небесной сфере имеются также компактные источники радиоизлучения. Это источники мазерного излучения гидроксила ОН на волне 18 см микроволнового излучения на четырёх частотах, включающего дублет на частотах 1665 МГц и 1667 МГц, а также источники, излучающие мазерным механизмом линию молекул воды на волне 1,35 см. Жизненная энергия Солнца в биосфере Земли является одним из главных факторов эволюции. Электромагнитное излучение испускается наружными слоями Солнца, называемыми фотосферой. К фотосфере энергия излучения постоянно подводится из недр, глубин Солнца, где существуют силовые пучки (трубки) магнитного поля, которые в определённой последовательности выходят на поверхность светила, образуя «солнечные пятна». Солнце обладает мощным стабильным излучением: от жёсткого ЭМИ и высокоэнергетических протонов и других частиц до оптического и радиодиапазонов, вплоть до постоянных ЭМП. В радиодиапазоне поверхности Земли достигают в основном, инфранизкочастотные излучения частотой до 5 Гц и высокочастотные радиоизлучения в диапазоне от 10 МГц до 37 ГГц, которые проходят так называемое радиоастрономическое окно прозрачности. Общее магнитное поле Солнца составляет 1—2 Э, но в его активных участках

(солнечные пятна) оно может достигать 4000 Э. Общее магнитное поле Солнца меняется в ходе примерно 11 летних циклов, которые объединяясь попарно, образуют 22—23 - летние циклы солнечной активности. С магнетизмом Солнца связаны солнечные вспышки, вызывающие на Земле магнитные бури. Вспышка проявляется в резком усилении свечения солнечной хромосферы и сопровождается большими вспышками ЭМИ в радио - рентгеновском и γ - диапазонах. Солнечная корона в определённых местах испускает также быстрые электрически заряженные частицы со скоростью примерно 400 км/с и возникает солнечный ветер, который сильно влияет на магнитосферу Земли.

Магнитное поле Земли подобно полю гигантского магнитного диполя, сосредоточенного в её центральных частях. Характерно, что Северный магнитный полюс расположен в Южном полушарии, а Южный - в Северном полушарии. Величина магнитного поля у поверхности планеты равно 0,5 Э, т. е. примерно 40 А/м. Для биосферы Земли существенный интерес представляют также электрические и магнитные поля атмосферы и атмосферерики, представляющие собой короткие электромагнитные импульсы, генерируемые молниями. Магнитное поле Земли создаётся за счёт сложных движений в ядре Земли, имеет максимальное значение ($\sim 6 \cdot 10$ нТ) на полюсах и испытывает глобальные, региональные и локальные изменения в различных масштабах времени. На основное магнитное поле Земли наложено переменное магнитное поле, величина которого хотя и не превышает 4-5% главного поля, но информационное влияние его на биосферу может быть значительным (Клеймёнова Н.Г., Троицкая В.А., 1992). Геомагнитные пульсации или квазипериодические изменения геомагнитного поля с периодами от долей секунды до нескольких минут разделяется по морфологическим характеристикам на два типа - устойчивые, непрерывные и иррегулярные, импульсные. Первые наблюдаются, преимущественно, в утренние часы, а вторые - в вечерние и ночные.

Устойчивые колебания могут наблюдаться с одним и тем же периодом синхронно в большом диапазоне широт и долгот, т.е. носить глобальный характер. Эти колебания, по-видимому, генерируются в солнечном ветре и затем проникают в околоземное пространство (магнитосферу Земли). Их период определяется величиной межпланетного магнитного поля (ММП) и наиболее часто составляет 20 - 40 с. Интенсивность колебаний определяется направлением ММП. Все иррегулярные пульсации - атрибут геомагнитных возмущений и не связаны с солнечной активностью. Геомагнитные возмущения или суббури вызываются вторжением заряженных частиц в полярную ионосферу и последующим усилением в ней электрических токов, текущих на высотах 100-150 км.

Ведущая роль электромагнитных полей в эволюции живых организмов и стала причиной внимательного изучения различных эффектов, связанных с их воздействием. При этом усилия исследователей сосредоточены на обосновании экологической роли электромагнитных полей как фактора их функционального значения в жизни животных и растительных организмов. Успешной оказалась разработка на этой основе терапевтических методов в процессе лечения ряда заболеваний человека (сердечно-сосудистые заболевания, новообразования на ранних стадиях). В последние 10 лет активизировались также исследования функциональной роли электромагнитного излучения в жизни растений.

Одним из обязательных экологических факторов нашей среды обитания является естественное электромагнитное (ЕЭМП), энергия которого поглощается растениями на всех этапах развития растения. Изменения ЕЭМП как экологического фактора обусловлены местными условиями и процессами на Солнце,

объединёнными общим понятием – солнечная активность (Каменир Э.А., Кириллов А.К., 1992). Чем больше возмущённость ЕЭМП в местах произрастания растений, тем больше оно способствует реализации потенциальных возможностей семян. В проводимых ранее исследованиях было замечено, что семена предварительно облучённые в электромагнитном поле становятся менее зависимыми от колебаний ЕЭМП. И такой посадочный материал в любом случае даёт увеличение урожая и становится более жизнеспособным. В данном случае предварительное облучение семян и является фактором, компенсирующим несоответствие среды произрастания требованиям фенотипа по процессам, протекающим в солнечно-земных связях.

На Земле и её биосфере имеются и другие природные источники ЭМП и ЭМИ. Электромагнитные поля и излучения в микроволновом и оптическом диапазонах регенерируются самими живыми организмами, в том числе и человеком. В настоящее время значительной интенсивности достигли электромагнитные поля и излучения от искусственных (технических) источников, которые также стали неотъемлемой частью нашей среды обитания. Поэтому исследования по их влиянию становятся наиболее актуальными.

Накопленный исследователями теоретический и экспериментальный материал показывает, что в зависимости от действующих параметров и режимов облучения ЭМП и ЭМИ могут оказывать не только повреждающее, но и стимулирующее, благоприятное действие.

Благоприятное, стимулирующее влияние электромагнитных излучений от искусственных источников на семена и рассаду подтверждалось и в наших опытах. Схема опыта была следующей – семена озимой пшеницы и рассаду томата предварительно облучали в низко интенсивном электромагнитном поле, а затем высаживали на агроучастке. Наибольший эффект от предварительного электромагнитного облучения наблюдался на частотах 1665 МГц и 1667 МГц 18 см диапазона, характерного для дублетного излучения гидроксидов ОН компактных природных источников небесной сферы, и 21 см диапазона волн. В стадии вегетации облучённые растения томата выглядели более мощными и облиственными, у них ускоряется генеративное развитие и заметно увеличивается количество цветков, возрастает урожайность. У растений пшеницы, выращенных из облучённых семян, на стадии кущения происходит редукция побочных побегов и за счёт этого усиление роста и развития основных побегов, дающих зерно на растении. Была изучена также закономерность влияния ЭМИ на посадочный материал. Вначале опытные растения (облучённые) отстают в росте и развитии от контрольных (необлучённых), но затем, существенно, мобилизуют свой жизненный потенциал и имеют более лучшие показатели.

Электромагнитные поля и излучения служат в качестве одного из основных факторов природы, синхронизирующих многие жизненно-важные процессы и системы в биосфере и выступают посредниками космических влияний на неё (Шноль, 1995).

Всё вышеизложенное с несомненностью показывает незаменимую, жизненно-важную роль ЭМП и ЭМИ природных источников, во многом определяющих жизнеспособность организмов в том числе и растительных. Благоприятное действие, укрепляющее жизнеспособность растений, могут оказывать и технические источники электромагнитных полей и излучений.

Список литературы:

- 1) Кузин А.М. - Вторичные биогенные излучения - лучи жизни, Пущино, 1997, с.38
- 2) Исмаилов Э.Ш.- Биофизическое действие СВЧ-излучений», Москва, Энергоатомиздат, 1987, с.144
- 3) Клеймёнова Н.Г., Троицкая В.А. – Геомагнитные пульсации как один из экологических факторов среды \ \ Биофизика Т.3, вып. 3, 1992.,с. 431,434 \ \
- 4) Каменир Э.А., Кириллов А.К. – Анализ влияния солнечной активности на естественное электрическое поле и продуктивность семян зерновых культур \ \ Биофизика Т.3, вып.3, 1992, с.613,614\ \
- 5) Шноль С.Э.- Третий Международный симпозиум по космогеофизическим корреляциям биологических и физико-химических процессов: \ \ Биофизика. Т. 40. Вып.. 4, с. 725-731

СЕКЦИЯ
«БИОЭКОЛОГИЯ»

Секция «Биоэкология»

- Гасанов Р.Б., Пахомова Н.А., Минченко Е.Е.** Влияние урбанизации на флору г. Мурманска 589
- Гасанов Р.Б., Пахомова Н.А.** Сезонные изменения растительных сообществ в зависимости от климатических условий 593
- Головина Ю.Ю., Мартемьянова Е.С.** Климатические характеристики морской среды, учет которых необходим при оценке воздействия нефтегазодобычи в море..... 597
- Дроздова Е.И., Мартемьянова Е.С.** Ранжирование экологических показателей, характеризующих воздействие хозяйственной деятельности региона на окружающую среду 602
- Дроздова Е.И.** Анализ воздействия предприятия на окружающую среду на примере ОАО «Мурманский Морской Рыбный Порт»..... 607
- Журавлёва Н.Г., Ottesen O.** Первично-половые клетки в раннем онтогенезе трески Баренцева моря 611
- Zhuravleva N.G., Larina T.M.** Morphogenesis of atlantic cod larvae gut 612
- Ларина Т.М., Журавлёва Н.Г., Оттесен О., Треашер Дж.** Особенности строения пищеварительной системы в период перехода личинок атлантической трески *Gadus morhua* на экзогенное питание 613
- Журавлёва Н.Г.** Строение кожи немертин *Lineus ruber* 618
- Зайцев А.А., Пахомов М.В., Гладких А.С.** Влияние кормления на изменение в поведении гренландских и серых тюленей 620
- Колпашников А.А.** Исследование продуктивного состояния ихтиофауны водохранилища Имандра 623
- Колпашников А.А.** Характеристика сига *Coregonus lavaretus* (L.) Кольского полуострова 626
- Лазуренко В.В.** Качественная оценка загрязненности водоемов Мурманска методом биотестирования 628
- Мартемьянова Е.С., Дроздова Е.И.** Экономическое регулирование природоохранной деятельности в регионе 632
- Минченко Е.Е.** Содержание радиоактивных веществ в почве и растительности в зоне деятельности Кольской АЭС 636
- Семенихина М.Е.** Радиоэкологический мониторинг растительности в районе размещения Кольской АЭС 639
- Абдуллабекова Д.А., Магомедова Е.С.** Температурный диапазон развития дрожжей растительных субстратов, культивируемых в природных условиях Дагестана.... 641
- Пиняскина Е.В.** Изучение порфирина P₆₈₃, локализованного в плазматических мембранах дрожжевых клеток 645
- Абрамов Ш.А., Магомедова Е.С.** Биотехнологические свойства дрожжей, выделенных с винограда, культивируемого в условиях различной вертикальной поясности .. 650

Абрамов Ш.А., Власова О.К., Бахмулаева З.К., Магадова С.А. Виноград предгорий центрального Дагестана – ценное сырье для производства шампанских виноматериалов.....	654
Абрамов Ш. А., Даудова Т. И. Эссенциальные аминокислоты плодов яблони и абрикоса в условиях низменности и предгорья Дагестана.....	658
Айтемиров А.А., Гасанов Г.Н., Мусаев М.Р., Гасанова С.М. Экологические проблемы Северо-Западного Прикаспия.....	662
Власова О.К., Бахмулаева З.К. Антиоксиданты винограда и плодов абрикоса в условиях различной вертикальной поясности	665
Гусейнова Б.М., Даудова Т.И. Формирование комплекса минеральных веществ в кизиле, произрастающем в Дагестане	668
Гусейнова Б.М., Даудова Т.И. Аминокислотный пул кизила дикорастущего	672
Даудова Т.И. ,Абрамов Ш.А., Халалмагомедов М.А. Влияние экологических факторов различных высот над уровнем моря на дикарбоновые аминокислоты, аланин, аргинин и треонин винограда ркацители	676
Джалалова М.И. Сукцессии гидрофильной растительности Кизлярского залива в условиях современной динамики Каспийского моря	679
Магомедов Г.Г., Власова О.К. Химический состав почв ампелозкотопов центрального Дагестана	682

ВЛИЯНИЕ УРБАНИЗАЦИИ НА ФЛОРУ Г. МУРМАНСКА

Гасанов Р.Б., Пахомова Н.А., Минченко Е.Е. (МГТУ, кафедра биоэкологии, pahomovana@mstu.edu.ru)

Abstract. The influence of chemical pollution on plants of Murmansk are presented in this article. The heavy metal and sulphur dioxide this is a cause of different diseases at plants.

Вопросам влияния промышленных предприятий на растительный покров региона в специальной и аналитической литературе уделяется достаточно большое внимание. Особый интерес вызывают последствия воздействия крупных промышленных комплексов. Для Мурманской области это ОАО «Кольская ГМК». В результате их деятельности в атмосферу выбрасывается большое количество поллютантов. При этом повреждаются десятки тысяч гектар лесных площадей. Известны примеры масштабного повреждения и полного уничтожения лесов: по данным Мончегорского лесхоза в 2002 г. было выявлено 47 382 га лесных площадей, поврежденных промышленными выбросами комбината «Североникель», из них уничтожено 8924 га леса. Значительный ущерб окружающей среде наносит комбинат «Печенганикель» (г. Заполярный).

Таким образом, оценка негативного воздействия на растения ведется в глобальном масштабе. Однако нарушения жизнедеятельности фитоценозов начинаются на ранних стадиях онтогенеза растений – во время формирования листа, органов плодоношения и других частей растения.

В настоящей работе приводятся данные о влиянии ОАО «ТО ТБО Мусоросжигательный завод» и Восточной котельной г. Мурманска на растительный покров, территорий, расположенных вблизи названных предприятий.

По данным, опубликованным в Докладе по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2007 г., образование твердых бытовых отходов (ТБО) увеличивается ежегодно, в 2007 г. из общего количества образовавшихся отходов 82,4 тыс т обезврежено (сожжено) на ОАО «ТО ТБО», 156 тыс т - захоронено на свалках коммунальных отходов.

Однако сжигание отходов не приводит к улучшению состояния окружающей среды, поскольку продукты сжигания попадают в атмосферу в виде газов, а зола и шлаки, содержащие высокие концентрации токсичных металлов, складываются на тех же свалках и представляют реальную угрозу для растений, попадая в почву и грунтовые воды. В составе выбросов находятся диоксид серы, оксиды азота и углерода и др. газообразные вещества.

Сернистый газ, попадая в атмосферу, участвует в происходящих в ней химических процессах, переносится на значительные расстояния и, соединяясь с водой, вызывает кислотные дожди, выжигающие растительность.

Окислы азота – одно из основных загрязняющих веществ, приводящих к выпадению кислотных дождей. Под действием тяжелых металлов (никель, медь, кобальт, цинк и др.), поступающих в атмосферу, негативное воздействие кислотных осадков возрастает.

Кислые осадки снижают рост лесов, увеличивают заболеваемость растений. В результате загрязнений происходит изменение фитоценоза в целом.

Тяжелые металлы оседают на почву в относительной близости от источника выбросов, попадая в систему «почва-растение», они участвуют в почвообразовательном процессе, сорбируясь почвенным поглощающим комплексом и связываясь с

органическим веществом. В значительном количестве металлы выносятся из почвы поверхностным и вертикальным стоками, расширяя тем самым ареал загрязнения.

При проведении в марте-сентябре 2007 и 2008 гг. фенологических исследований в лесной экосистеме, близко расположенной к названным предприятиям, были выявлены многочисленные случаи повреждений различных частей у древесной, кустарничковой и травянистой растительности. Прежде всего нарушения отмечены на листовой поверхности растений. Лист является основным органом, отвечающим за протекание процессов фотосинтеза и, следовательно, синтез органического вещества, или прирост биомассы растений.

При изучении фенофаз наше внимание привлекли явно выраженные признаки нарушения морфологического строения листовой пластинки у многих видов растений. Растения с нарушениями структуры листьев были сфотографированы, проведен анализ 57 фотографий, сделаны соответствующие выводы.

Для сравнительной оценки нами использованы данные о выбросах ОАО «ТО ТБО Мусоросжигательный завод», ТЭЦ (Понотова, 2007); Доклад по охране..., 2008). Поскольку количество выбросов из года в год изменяется, но тенденция этих изменений более или менее постоянна, для оценки количества выбросов мы приводим данные за период 2001-2005 гг. (рис. 1, 2).

На протяжении пяти лет показатели по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу имеют неодинаковый характер. Меньше всего было выброшено в атмосферу общего количества загрязняющих веществ в 2001 году – 359,753 т, больше всего в 2003 году – 718,055 т.

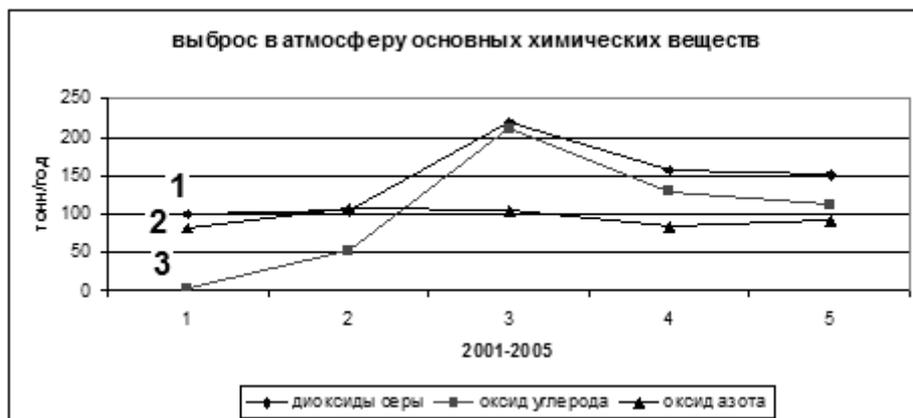


Рис. 1. Показатели выбросов в атмосферу основных загрязняющих веществ

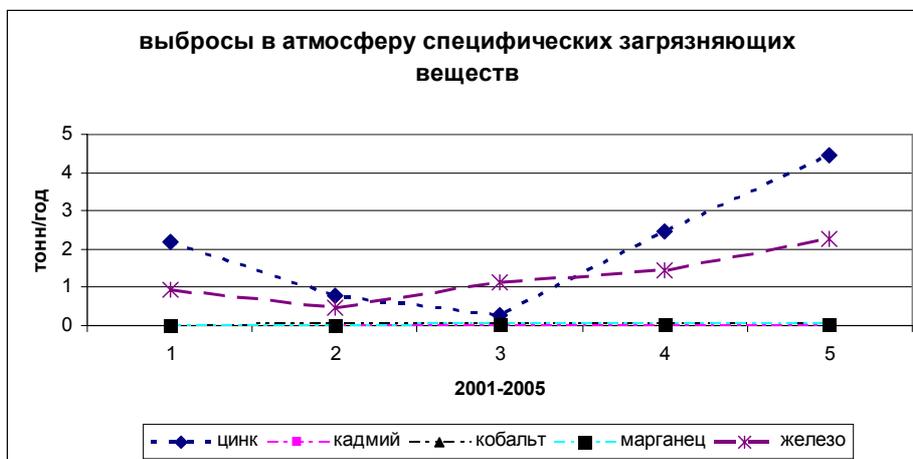


Рис. 2. Выбросы в атмосферу специфических загрязняющих веществ

На рис. 2 показаны количественные характеристики выбросов тяжелых металлов ОАО «ТО ТБО» и Восточная котельная.

Увеличение выбросов цинка, кадмия, железа наблюдается, начиная с 2003 года. В 2003 году количество выброшенных в атмосферу веществ составило 68,214 т. В 2004 году произошло увеличение на 43 %, в 2005 году - на 10 %.

2008 год характеризуется запозданием сезонного развития растений, а в период вегетации отмечено большое количество дней с наличием туманов. Диоксиды серы во влажной атмосфере легко превращаются в серную кислоту – основное действующее вещество кислотных дождей. Действие последних усиливают и окислы азота, которые кроме превращения в азотную и азотистую кислоты, участвуют в образовании токсичных фотохимических оксидантов и ядовитого смога. Техногенная кислота кроме прямого губительного действия на надземные части и поверхностную корневую систему растений увеличивает подвижность и вымывание почвенных катионов, нарушает почвенную микрофлору.

Находящиеся в воздухе сернистый ангидрид, озон и азотная кислота представляют собой и непосредственную угрозу для живых организмов. Эти вещества вызывают прямой ожог растительности (Гальперин, 2007).

В результате обследования растительности на пробных площадках были выявлены внешние признаки поражения листовых пластинок у следующих видов: *Betula sp.* – береза, *Sorbus gorodkovil Pojak* – рябина Городкова, *Salix caprea L.* – ива козья, *Vaccinium myrtillus* – черника, *Empetrum nigrum* – вороника, *Vaccinium vitis – idaea L.* – брусника, *Ledum palustris L.* – багульник болотный, *Andromeda polifolia L.* – подбел многолистный, *Chamaepericlymenum suecicum (L.) Aschers. Et Graebn* – дерен шведский, *Chamaenerion angustifolium* – иван-чай, *Trientalis europaea L.* – седмичник европейский, *Solidago lapponica With* – золотарник лапландский, *Pyrola sp.* – грушанка.

Поражения листовой пластинки были черного, коричневого цвета, местами вовсе выжженные (рис. 1,2,3).

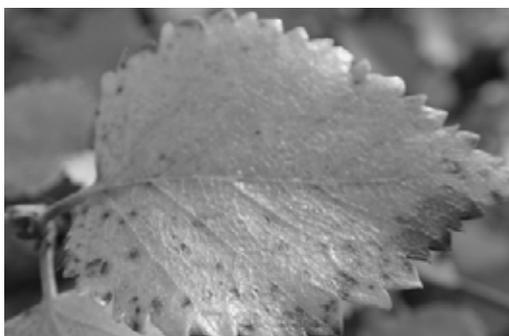


Рис. 1. Поражение листа березы
Betula sp.



Рис. 2. Поражение листа багульника
Ledum palustris L.



Рис.3. Поражение листа грушанки *Pyrola sp.*

Общеизвестно, что интенсивность фотосинтеза обусловлена не только факторами среды обитания (температурой, освещенностью, элементами питания), но и состоянием поверхности листовой. Пораженные листья снижают его основные функции, обмен веществ и следовательно продукционные процессы во всем фитоценозе.

Эффекты повреждающих факторов, в том числе антропогенного характера, проявляются на различных уровнях структурной иерархии фитогенных систем. Несмотря на то, что изучению адаптивных эффектов фитогенных систем посвящено достаточно много исследований, вопрос об их отклике на действие повреждающих факторов требует новых исследований, т.к. он представляется весьма важным для понимания фундаментальных основ адаптациогенеза, поскольку «многоэтажность» конструкции любой биологической системы предполагает и относительную независимость каждого из ее уровней. Степень этой независимости, с одной стороны, или их согласованности – с другой, в условиях, далеких от экологического оптимума, определяют основную (пассивную или активную) стратегию адаптивного ответа организма и надорганизменных структур (Жиров и др., 2006).

Список литературы:

- 1) Гальперин М.В. Общая экология: Учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА – М, 2007. – С. 336
- 2) Доклад по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2007 г. – Мурманск, 2008. С 102-106.
- 3) Жиров В.К., Хаитбаев А.Ф., Говорова А.Ф., Гонтарь О.Б. Взаимодействие структур различных уровней организации и адаптационных стратегий растений, Вестник МГТУ.- 2006.- том 9.- №5.-С. 725-728.
- 4) Понотова С.И., Минченков Е.Е. Экологические аспекты термической утилизации твердых бытовых отходов / Материалы студенческой научно-технической конференции-2007.

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Гасанов Р.Б., Пахомова Н.А. (МГТУ, кафедра биоэкологии, pahomovana@mstu.edu.ru)

Abstract. This text of the research phenology and climate change 2007-2008 years. And explore process influence climate change of environment in 2007-2008 years.

Одна из наиболее актуальных проблем, как в сфере фундаментальных исследований, так и в области планирования социально – экономического развития регионов планеты, - оценка значимости происходящих изменений климата для различных природных сред и, в частности, для биоты. Межгодовые изменения температуры воздуха, количества осадков, метеоусловий сезонов года, могут вызвать нарушения видовой и популяционной структуры сообществ, внутригодовой ритмики их состояния. Поэтому многолетние фенологические данные и материалы по видовому составу, динамике численности, обилия или продукционных показателей, в сопоставлении с соответствующими гидрометеорологическими показателями, приобрели особое значение (Кожаринов, 2001 г).

Характеристиками изменений биоты в зависимости от климатических флуктуаций могут служить: фенологические параметры, изменения структуры ареалов, видовое богатство, продуктивность.

Температурный, или тепловой режим – важнейшее условие существования организмов, в частности растений. Им определены все физиологические процессы, обуславливающие жизненные циклы. Климат определяет наличие и обилие видов растений в том или ином регионе.

Мурманская область входит в атлантико-арктическую климатическую зону умеренного пояса, для которой характерно частое поступление теплых масс воздуха с Атлантического океана и более интенсивная циклоническая деятельность зимой и в переходные сезоны летом. Влияние Арктики выражается в прорывах холодных и бедных влагой воздушных масс, приводящих к похолоданиям, а в весенний и осенний периоды – к заморозкам. Смена влияния Атлантического океана и Арктики сказывается на межгодовых изменениях метеорологических условий, что в свою очередь приводит к отклонению от среднестатистических сроков начала вегетационного периода у растений, т.е. к его сезонным колебаниям.

Растительное сообщество постоянно изменяется во времени, подстраивая свою структуру и функцию под изменения условий среды. Для наземных фитоценозов большее значение имеет сезонная и межгодовая изменчивость окружающей среды.

Значение температуры заключается в том, что она изменяет скорость протекания физико-химических процессов, а это отражается на жизнедеятельности организма в целом. Температура влияет на анатомо-морфологические особенности организма, развитие и рост растений.

Флора Мурманской области включает виды растений, способных переносить довольно широкий диапазон температур. В ходе длительного эволюционного развития и расселения по своему ареалу растения приспособились к периодическим изменениям температурных условий, выработали в себе потребность к теплу в разные периоды жизни. В период вегетации и цветения растениям требуется наиболее благоприятный тепловой режим, в связи с этим растениям свойственно «пережидать» неблагоприятные

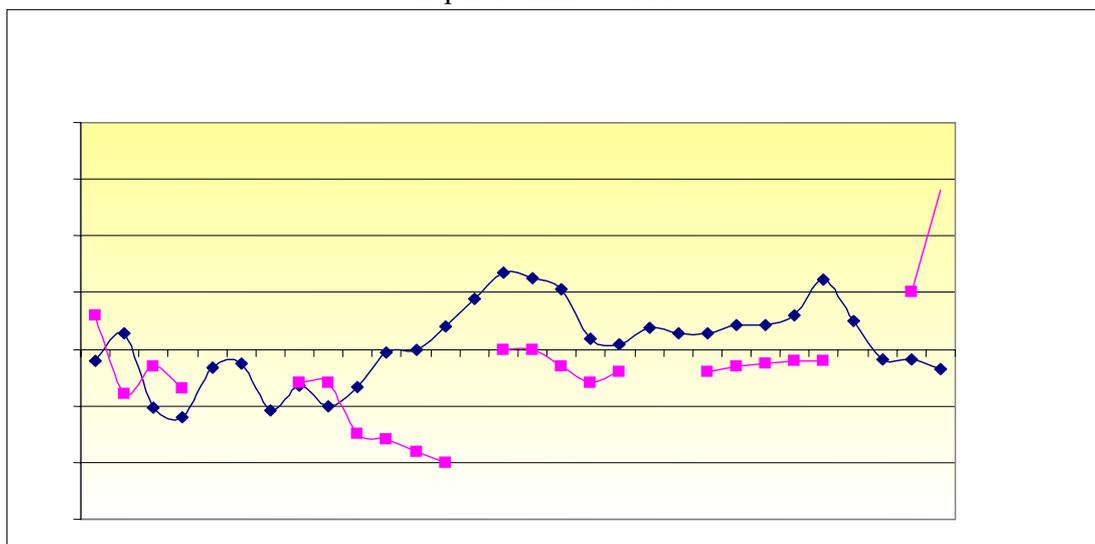
климатические условия в годы, характеризующиеся длительными весенними заморозками.

В данной работе излагаются результаты фенологических наблюдений, проведенных в 2008 г. Анализ климатических характеристик дан по опубликованным метеосводкам для г. Мурманска.

Погодные условия 2008 г. отличались от предыдущих лет, в частности 2007 г, который был охарактеризован как самый холодный за предшествующие десять лет, (Пахомова, Гасанов, 2008). Динамика среднесуточных температур приземного воздуха за апрель, май, и июнь 2007 и 2008 годов приведены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1

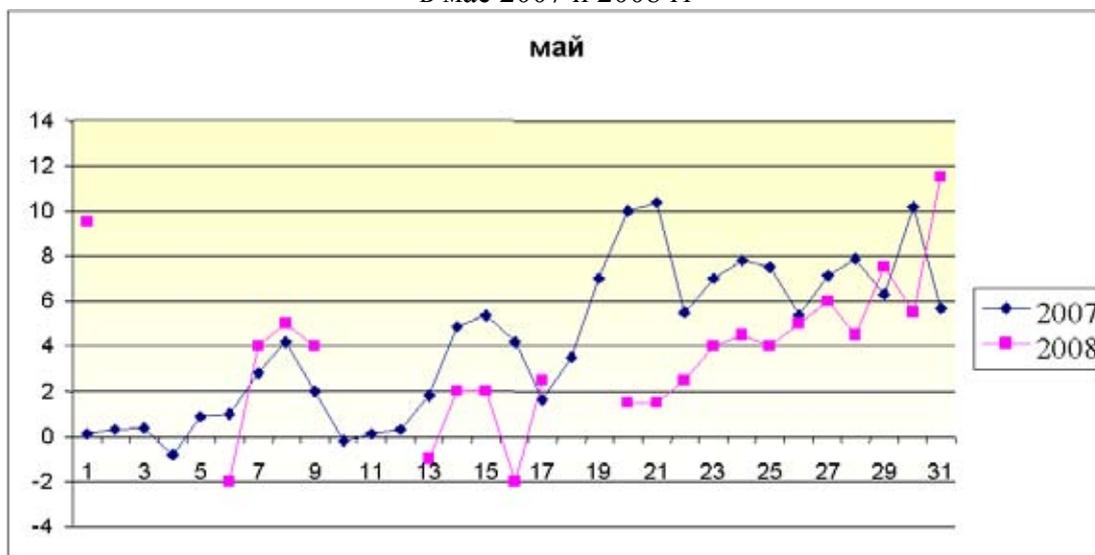
Среднесуточные температуры приземного воздуха
в апреле 2007 и 2008 гг

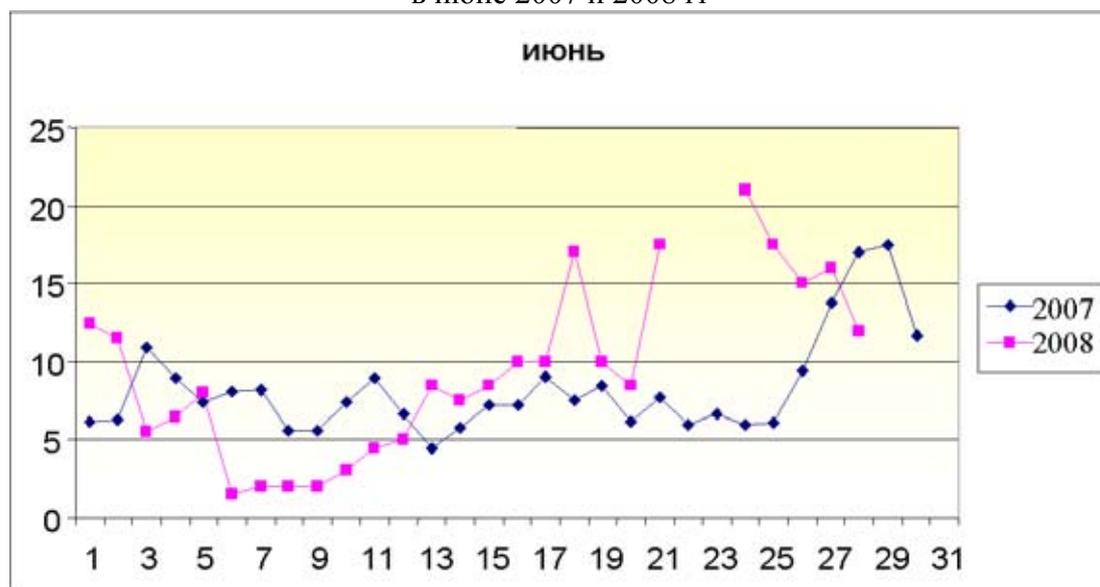


Как видно из таблицы, практически, за исключением нескольких дней в начале апреля температуры в 2008 году были намного ниже, чем в 2007 г. Минимальная температура составила -10°C 13 апреля, затем было повышение, но в целом в течение всего апреля температуры не поднимались выше 0°C .

Таблица 2

Среднесуточные температуры приземного воздуха
в мае 2007 и 2008 гг



Среднесуточные температуры приземного воздуха
в июне 2007 и 2008 гг

Повышение температуры воздуха в последних числах апреля сохранилось до первых чисел мая, в дальнейшем в течение мая температура воздуха колебалась от -2°C до $+10^{\circ}\text{C}$ в последние дни мая отмечено повышение температуры воздуха. Среднемесячная температура в мае составила $1,3^{\circ}\text{C}$. Кроме того май 2008 года отличался от всех предыдущих годов выпадением большого количества атмосферных осадков в виде снега. По наблюдению авторов снежный покров достигал в отдельные дни 15-20 см.

В июне 2007 года температура воздуха в первую половину месяца была выше нуля, однако за исключением нескольких дней она не поднималась выше 10°C . Во второй половине мая наметилась тенденция в повышению температуры воздуха.

Отмеченные нами особенности теплового режима 2008 года отразились на начале и развитии вегетационного периода у растений. По сравнению даже с холодным 2007 годом начало вегетации сдвинулось почти на один месяц. Эта задержка отразилась на течении всех последующих фенофаз как в лесных, так и антропогенно измененных экосистемах.

На рисунке 1 приведены феноспектры кустарничковых растений, доминирующих в лесных фитоценозах, по данным за 2007 и 2008 гг.

Как видно из рисунка, в 2008 г. у всех растений ритмы развития значительно отличались от 2007 г.: были сдвинуты и сокращены сроки вегетации, бутонизации и цветения (за исключением брусники и багульника, которые переживают зимние месяцы в зеленом состоянии). Неблагоприятные условия среды во время раскрытия почек возобновления и цветочных почек отразились на все периоде вегетации, цветение было непродолжительным и не завершилось образованием плодов и ягод. Официально 2008 год был признан неурожайным.

Полученные нами результаты отчетливо показывают связь роста, развития и размножения растительности с тепловым режимом в период года, когда у растений должны активно протекать биологические процессы. Как правило у растений высоких широт фотосинтез может протекать в диапазоне температур от -5 до $+40^{\circ}\text{C}$, однако, продуктивность в сообществах арктических растений лимитируется действием комплекса факторов среды обитания (теплового режима, освещенности и снежного покрова).

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОРСКОЙ СРЕДЫ, УЧЕТ КОТОРЫХ НЕОБХОДИМ ПРИ ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ В МОРЕ

Головина Ю.Ю.¹, Мартемьянова Е.С.² (Мурманск,
¹ *Министерство природных ресурсов и экологии Мурманской области,*
Yuliya_golovina@list.ru; ² *МГТУ, кафедра биоэкологии,* Axday@mail.ru)

Abstract. This report shows climatic features of the Barents Sea's zones, where oil and gas extraction activity is realizing or outlined. The significance of regional climatic features of the Barents Sea and current anthropogenic influence in the methodology of Marine EIA (environmental impact assessment) in oil and gas extraction activity, is shown.

Север – это территориально-экологический резерв планеты и поэтому сохранение его природы является актуальной проблемой человечества. В то же время, будучи крупнейшей кладовой разнообразных природных ресурсов, Север все больше становится важной ареной активной хозяйственной деятельности. В этих условиях уязвимая природа Арктики и Субарктики нуждается в экологически регламентированном морском природопользовании, а также в специальных методологических подходах эколого-экономических оценок воздействия.

В настоящее время весь арктический шельф России рассматривается как единый нефтегазоносный бассейн с запасами, превышающими показатели для других океанов Земли. В Карском море обнаружены Русановское и Ленинградское газоконденсатные месторождения, запасы газа в которых (по 4,5 трлн м³ в каждом) превышают известное Штокмановское газоконденсатное месторождение в Баренцевом море [4].

В настоящее время основными загрязнителями трофических цепей арктических экосистем являются хлорорганические углеводороды (DDT, HCH, PCBs). Глазовым М.В. [2] исследовано накопление основных хлорорганических и полиароматических углеводородов в почвах, растениях и животных тундр 30 районов от Кольского полуострова до Чукотки, включая архипелаг Новая Земля и другие арктические острова; 20 видов наземных и морских птиц. Накопление этих поллютантов в трофических цепях связано с глобальным загрязнением океана, трансграничным переносом и осаждением аэрозолей в Арктике, а также миграциями птиц. В сочетании с негативными глобальными изменениями природной среды Арктики локальные антропогенные нагрузки на популяции высокоширотных и островных промысловых животных привели к ухудшению их состояния.

В Баренцевоморском регионе сосредоточены крупнейшие в мире скопления морских птиц, контроль за которыми осуществляется Норвегией и Россией на паритетной основе в рамках Международных Программ охраны арктической флоры и фауны (GAFF) и Стратегии сохранения арктической среды (AEPS).

Известно, что климат – один из ведущих факторов динамики морских экосистем и формирования биопродуктивности. Эта сложная совокупность природно-антропогенных условий климата Баренцева моря будет усугубляться воздействиями на морские экосистемы интенсивным освоением углеводородов. Помимо промыслового изъятия биоресурсов это может быть морское судоходство, разрушение донных биоценозов при проведении дноуглубительных работ, гидротехническом строительстве, тралении, сбросе отходов бурения буровых платформ в море, а также возможные выпуски природного газа (конденсата) и аварийные разливы нефти и др.

Таким образом, экологическое состояние Баренцева моря в ближайшем будущем будет зависеть прежде всего от масштабов промышленного освоения и соблюдения требований экологической безопасности. В Арктике должны разрабатываться меры по охране природных комплексов и отдельных уязвимых видов, значительно более жесткие, чем в других районах мира. В российской литературе отмечается, что именно эта часть планеты является глобальным резервом экосистемной устойчивости.

Ниже приводятся выполненные авторами обобщения натурных судовых наблюдений за параметрами гидрометеорологического режима Баренцева моря, выполненных в рамках проекта "Моря СССР" научно-технической программы ГКНТ "Мировой океан" [1,5], которые используются для научного обеспечения проектных и изыскательских организаций режимными и расчетными данными. Учет этих характеристик необходим при разработке региональных ОВОС для нефтегазодобычи в море.

Горизонтальная видимость – важный параметр для обслуживания океанотехники, посадки вертолетов на платформу в море. В туманах она в 93% случаев менее 500 м, при парении моря в 77% превышает 1 км, т.е. погода по критериям ИКАО, чаще всего остается летной (табл.1).

Таблица 1. Повторяемость горизонтальной видимости в тумане и при парении моря, %

Явление	ВИДИМОСТЬ, м				
	≤ 50	51-200	201-500	501-1000	≥ 1000
туман	15	27	51	7	
Парение моря	1	1	6	15	77

По характеру годового хода повторяемости ограниченной видимости и роли факторов, ее обуславливающих в разные сезоны, выделяются районы севернее и южнее 75°с.ш. В северной половине моря максимум повторяемости видимости ≤ 1км наблюдается летом во время частых и плотных туманов, южнее 75°с.ш. – зимой и обусловлен интенсивными фронтальными снегопадами и метелями (рис.1,2). Однако зимой при осадках "зарядами" ухудшения видимости кратковременны, а летом, при морозящей низкой облачности и туманах периоды нелетней погоды могут длиться более 3-5 суток. Вероятность периодов с видимостью менее 2 км, ограничивающей мореплавание, зимой достигает 30 % в центральной части моря, летом (25%) – в северных районах.

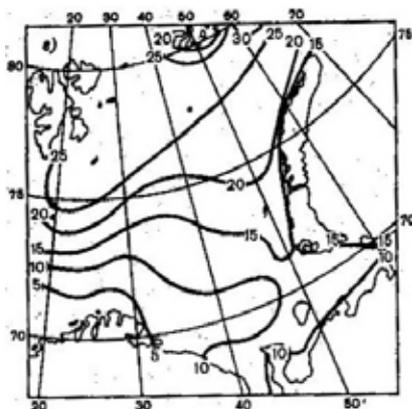


Рис.1. Повторяемость горизонтальной видимости ≤ 1 км, %, июль



Рис.2. Повторяемость туманов, %, июль

Доля летних туманов составляет 45-55% от их годового количества в южных айонах моря и увеличивается до 80 % на севере моря. Туманы испарения (с видимостью менее 1 км) образуются всего в 23% случаев возникновения явлений парения моря. Для образования туманов охлаждения необходима адвекция тепла с повышением температуры воздуха на 3-5⁰С, туманов испарения - адвекция холода с понижением температуры на 9-12⁰С. Среднее за месяц число дней с туманом составляет 13-20, а в отдельные годы может достигать 28 (рис.2). В районах моря с благоприятными для туманообразования условиями (Надеждинско-Медвежинское мелководье, Печорское море) средняя годовая суммарная продолжительность туманов достигает 500 час, а максимальная –1000 час. Непрерывная продолжительность одного случая тумана, наблюдаемого в той или иной точке моря, может меняться в широком диапазоне от получаса до 3-5 суток. От 40-60% всех туманов имеют непрерывную продолжительность не более 3 час, даже в летние месяцы, когда туманы наиболее устойчивы. Продолжительные туманы обусловлены снижением нижней облачности до поверхности моря, что осложняет условия работы в море и увеличивает технологические риски.

Зимние туманы, независимо от происхождения, очень неустойчивы и быстро рассеиваются при усилении ветра или переносятся в другие районы моря. Основными структурными особенностями пограничного слоя атмосферы над морем, определяющими условия работы вертолетов, являются: устойчивое термическое состояние, инверсионное распределение влажности, логарифмический характер вертикального распределения скорости ветра и отсутствие вертикальных сдвигов ветра, вплоть до высоты 300м, что значительно выше, чем в других географических районах; пониженная турбулентность и повышенная устойчивость пограничного слоя атмосферы.

Определяющая роль адвекции тепла в атмосфере и океане в формировании климата моря проявляется в образовании зим с теплыми ядрами; в годовом ходе влажности, облачности и туманов, противоположном их ходу на суше. Повторяемость теплоядерных зим увеличивается от 30-40% на юге, до 65-80% на севере моря. Интенсивность атмосферной адвекции тепла зимой в 2 раза больше, чем летом, над южной частью моря больше, чем над северной. Это обеспечивает более стабильные максимальные температуры воздуха в южной части моря, и большую изменчивость как максимальных, так и минимальных температур севернее 75⁰с.ш.

Интегральное влагосодержание слоя атмосферы 0-5км относительно мало по сравнению с его значениями в умеренных широтах, уменьшается как с высотой, так и с юга на север моря, поддерживается за счет интенсивного влагопереноса с Атлантики. Области наиболее высокой относительной влажности воздуха (85-90%) у поверхности моря располагаются над центральной и юго-восточной частями моря. Среднее годовое количество общей облачности велико, изменяется от 7,5 балла на окраинах до 9 баллов в районе Надеждинско-Медвежинского мелководья и в Печорском море (рис.3). Наибольший вклад нижней облачности в общую наблюдается в этих же районах с наиболее благоприятными для ее образования термодинамическими условиями, обусловленными активизацией циклонической деятельности в зонах гидрологических фронтов и стационарированием циклонов перед орографическим препятствием в виде архипелага Новой Земли. В целом за год число пасмурных дней на море вдвое больше, чем ясных.

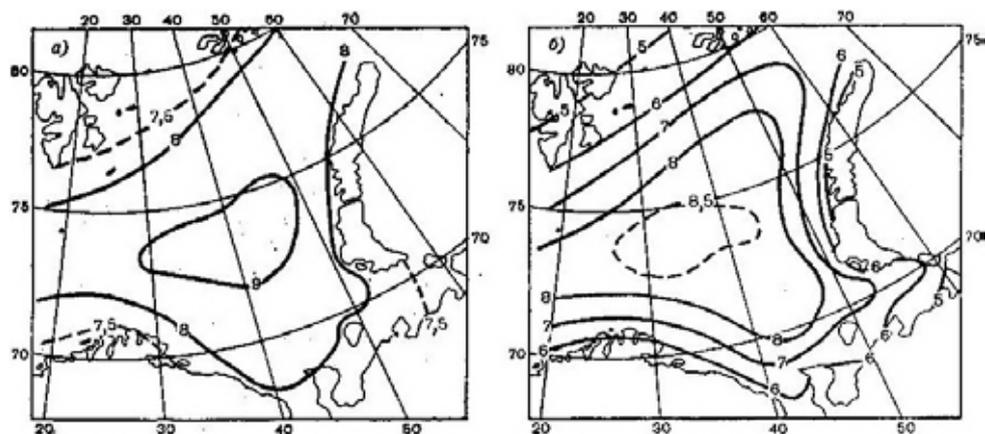


Рис.3. Общая (а) и нижняя (б) облачность, год, балл.

В соответствии со снижением интенсивности циклонической деятельности и влагопереноса от зимы к лету, с юго-запада в северо-восточную часть моря распределяется годовая сумма осадков, снижается величина их суточного максимума от 70-75 мм/сутки у побережий Скандинавии и Мурмана до 40-50 мм в центральных районах моря, до 20-25мм в районе Земли Франца-Иосифа, повторяемость осадков (рис. 4).

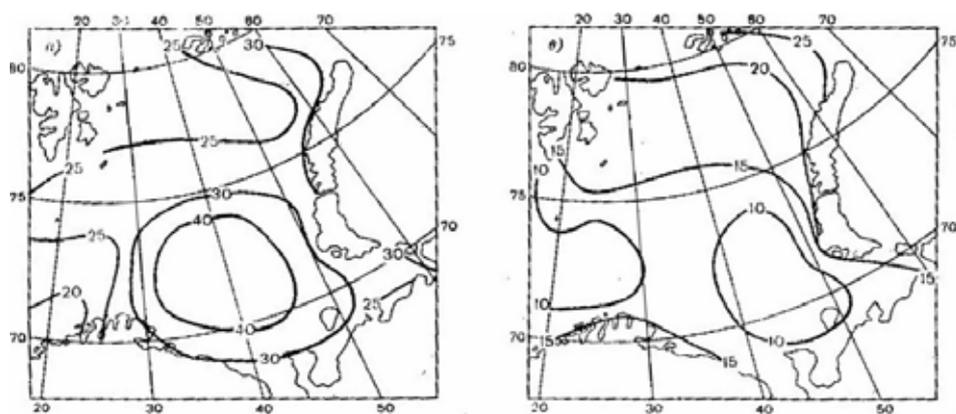


Рис. 4. Повторяемость осадков (%): а) – январь, в) – июль

Из представленных режимных данных следует, что активные процессы циркуляции водных и воздушных масс, взаимодействия атмосферы и океана, отсутствие “задерживающего” слоя в вертикальной стратификации нижнего слоя атмосферы будут способствовать интенсивному транзиту загрязняющих веществ. Высокое влагосодержание воздуха, теплые зимы (теплоядерность) будут активизировать биохимические процессы, а продолжительные туманы и низкая облачность, пониженная турбулентность – способствовать концентрации загрязнений в пограничном слое атмосферы.

Таким образом, представленные региональные особенности климата моря являются предпосылками дополнительных технологических рисков, которые необходимо учитывать в эколого-экономической оценке воздействий, в частности, региональных ОВОС. Для реализации устойчивого социально-экономического и экологически безопасного развития Западного сектора российской Арктики требование экосистемной устойчивости должно стать определяющим при оценке допустимых нагрузок на промышленные популяции, разработке планов и мероприятий по охране морской среды.

Список литературы:

- 1) Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т.1. Баренцево море. Вып.1. Гидрометеорологические условия // Под ред. Ф.С. Терзиева. Л.: Гидрометеоздат, 1990.
- 2) Глазов М.В. Влияние глобального загрязнения на птиц в российской Арктике // Ebbinge, B.S. et al. Heritage of the Russian Arctic. М.: Ecopros Publishers, 2000.
- 3) Головина Ю.Ю. Об учете абиотических и биотических факторов в методологии ОВОС нефтегазодобывающей отрасли в Баренцевом море// Матер. Межд. науч. Конф. "Большие морские экосистемы России в эпоху глобальных изменений". Р.-на-Д., 2007.
- 4) Грамберг И.С., Супруненко О.И. Арктический шельф - будущее нефтегазовой промышленности России// Арктика на пороге третьего тысячелетия: ресурсный потенциал и проблемы экологии. СПб.: Наука, 2000.
- 5) Зыкова Г.Г., Мартемьянова Е.С. Итоги исследования метеорологических условий шельфовой зоны Баренцева и Белого морей и задачи научного обеспечения проектных и изыскательских организаций // Проблемы Арктики и Антарктики, вып. 61, 1985. Л.: ААНИИ.
- 6) Мартемьянова Е.С. Головина Ю.Ю. Природно-климатические особенности Баренцева моря, учет которых необходим при разработке методологии ОВОС // Матер. Междун. научно-практич. конф. "Наука и образование –2007". Мурманск: МГТУ, 2007.

РАНЖИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Дроздова Е.И., Мартемьянова Е.С. (Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии; ellenium@bk.ru; axday@mail.ru)

Abstract. Indexes of summary of air pollution with analyzed grade of dangerous of harmful substances, of soil pollution, of superficial water sources and summary index of human influence to the region were generalized, analyzed for territory of Murmansk region. Influential factors of types of economical capability were exposed in this report.

Мурманская область характеризуется высоким уровнем промышленного освоения природных ресурсов в сочетании с круглогодичной транспортной доступностью сырья и продукции для предприятий-смежников и международной торговли. В то же время отличительными признаками экосистем Севера являются медленно протекающие биологические процессы самоочищения природной среды от промышленных загрязнений из-за низких температур и короткого периода биохимической деятельности микроорганизмов. Вследствие экстенсивного использования природно-ресурсного потенциала исследуемый регион отнесен к зонам экологического неблагополучия России как по характеру использования природных ресурсов, так и по качеству окружающей среды, питьевой воды и здоровью населения.

Антропогенные процессы загрязнения окружающей среды в большинстве случаев поддаются управлению. Экологическая практика в России и за рубежом показала, что ее неудачи связаны с неполным учетом негативных воздействий, неумением выбрать и оценить главные факторы и последствия, низкой эффективностью использования результатов натурных и теоретических экологических исследований при принятии решений.

В условиях активизации экономического развития региона необходима разработка системы природоохранных мероприятий по снижению техногенного воздействия на его окружающую среду и население с учетом отраслевой специфики региона и предельно допустимой экологической нагрузки. Для комплексной оценки фактической экологической нагрузки на регион применяются интегральные оценки экологического состояния как отдельных геокомпонентов, так и окружающей среды в целом. В проведенном исследовании обобщены, проанализированы и ранжированы по территории Мурманской области показатели суммарного загрязнения атмосферного воздуха с учетом класса опасности вредных веществ ($K_{\text{сумма воздуха}}$), почвы ($K_{\text{сумма почвы}}$), (учитывающие, в первую очередь, оксиды азота, серы, углерода, пыль, бенз(а)пирен и др.), поверхностных водоисточников ($K_{\text{сумма воды}}$), а также суммарный показатель антропогенной нагрузки на регион ($K_{\text{сум}}$).

Наибольшая доля проб атмосферного воздуха, превышающих ПДК, регистрировалась в зонах влияния промышленных предприятий ОАО «Североникель», «Печенганикель». По показателю загрязнения атмосферного воздуха ($K_{\text{сумма возд.}}$) лидируют г. Мончегорск - по окиси углерода, бенз(а)пирену (1,3 ПДК), формальдегиду (3,2 ПДК); г. Мурманск – по пыли, бенз(а)пирену (рис.1). Источники загрязнения воздушной среды – ГМК «Североникель», а в Мурманске - Мурманская ТЭЦ, ТЭКОС, ОАО «Завод ТО ТБО», автотранспорт (табл.1).

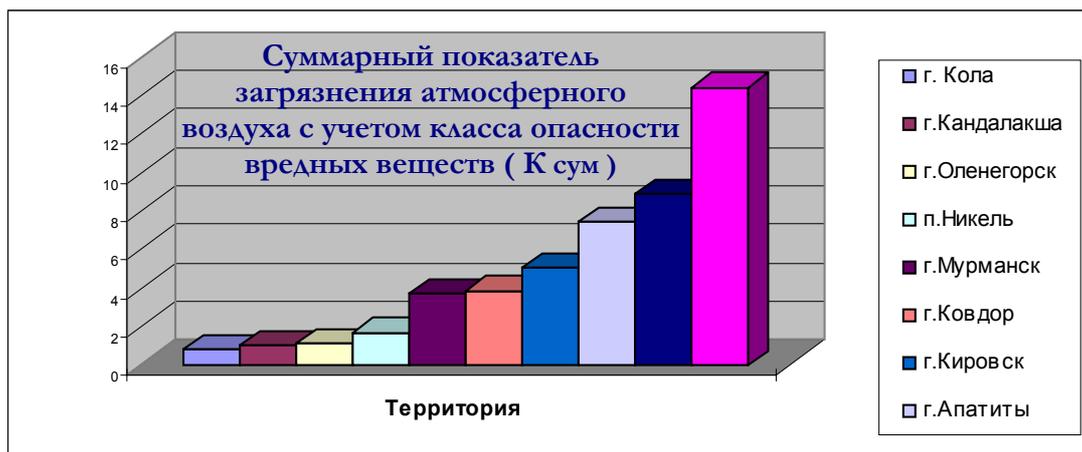


Рис.1. Ранжирование территории области по показателю загрязнения атмосферного воздуха

Таблица 1. Количество выбросов от основных стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха на территории Мурманской области в 2007г. [1]

№ п/п	Наименование предприятия	Город, населенный пункт	Выбросы, тыс. т
1.	ГМК «Печенганикель»	г. Заполярный, п. Никель	144,133
2.	ГМК «Североникель»	г. Мончегорск	42,011
3.	ОАО «ОЛКОН»	г. Оленегорск	29,514
4.	Мурманская ТЭЦ	г. Мурманск	20,916
5.	ОАО «Апатит»	Г. Кировск	15,523
6.	ОАО «Апатитская ТЭЦ»	г. Апатиты	14,578
7.	ОАО «КАЗ-СУАЛ»	г. Кандалакша	11,811
8.	ОАО «Ковдорский ГОК»	г. Ковдор	8,776
9.	ОАО «ТЭККОС»	г. Мурманск	4,837

Исследованиями выявлено, что зоной повышенного риска для здоровья населения при проживании вблизи мусоросжигательных заводов является расстояние в радиусе 24 км, особенно в первой 5км зоне (рис.2). Заметим, что мусоросжигательный завод в г. Мурманске удален от жилых домов по прямой всего на расстояние 3-4км.

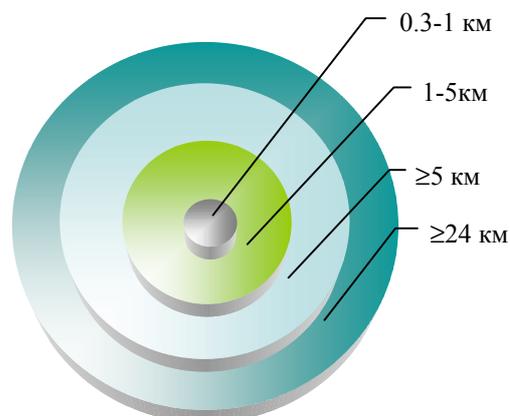


Рис. 2. Зоны повышенного риска для здоровья населения при проживании вблизи мусоросжигательных заводов

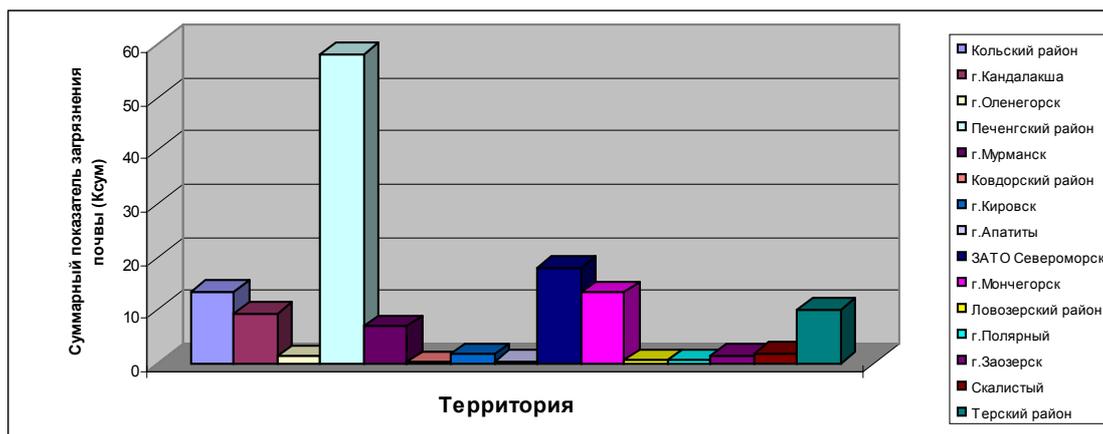


Рис.3. Ранжирование территории области по показателю загрязнения почвы

Ранжирование территории по загрязнению почвы показало следующее (рис. 3). Наибольший показатель загрязнения почвы $K_{\text{сум}}$ отмечается в Печенгском районе, в г. Мончегорске за счет влияния промышленных предприятий ГМК Печенганикель и Североникель; а также в ЗАТО г. Североморск – как результат военно-промышленной деятельности, с одной стороны, и отсутствие полигонов для размещения отходов производства и потребления, соответствующих СНИП, с другой. Ежегодно наибольшее количество проб, не соответствующих ПДК тяжелых металлов в почве, регистрируется в зоне влияния промышленных предприятий - 66,5%. Основными факторами, вызывающими загрязнение почвы, являются промышленные и бытовые отходы, а также аэрогенное загрязнение за счет выбросов предприятий. Пестициды применяют в ограниченном количестве, в основном в закрытом грунте.

В результате деятельности горно-перерабатывающей промышленности увеличивается отчуждение территории, прилегающей к населенным пунктам. За счет расширения карьеров, отвалов горных пород и хвостов обогащения образуются технологические пустоши, примерно 11% территории занимают нарушенные земли, которые являются вторичными источниками загрязнения атмосферного воздуха и водоемов.

Отходы горнометаллургического комплекса в том числе, вскрышные и проходческие породы, хвосты обогащения, металлургические шлаки составляют более 98 % всех отходов производства и потребления в области, из них 30 % используется, в том числе для закладки выемок отработанных карьеров и рудников. Переработкой хвостов занимается ОАО «Ковдорский ГОК», ежегодно перерабатывается более 2х миллионов тонн. Всего на территории области скопилось более 6 млрд. тонн отходов горнодобывающей промышленности.

Другой причиной загрязнения почв является проблема обращения с отходами потребления, в частности их хранение и утилизация. Как известно, природная среда Севера значительно хуже ассимилирует отходы, способствуя тем самым их накоплению. Кроме того, территориальная разбросанность военных гарнизонов, других поселений также провоцируют образование несанкционированных свалок. В настоящее время на территории области действуют 6 полигонов бытовых отходов, 14 санкционированных свалок и до 117 несанкционированных свалок [1].

Наибольший показатель загрязнения воды $K_{\text{сум}}$ отмечается в Кандалакше, Печенгском районе, обусловленный загрязнением поверхностных водоисточников за счет сброса сточных вод, а также атмосферных выбросов с Кандалакшского алюминиевого завода, ГМК «Печенганикель» (рис.4). Основными источниками загрязнения открытых водоемов в местах водопользования населения продолжают

оставаться промышленные предприятия, жилищно-коммунальные объекты, животноводческие комплексы. Основными загрязняющими веществами, сбрасываемыми в водоемы, являются взвешенные вещества, фосфаты, азот аммонийный, нефтепродукты, железо, СПАВ, никель. Объем сточных вод, сбрасываемых предприятиями Мурманской области в последние года имеет тенденцию к снижению, однако возросла доля сбрасываемых сточных вод без очистки. Пример- Мурманская ТЭЦ (табл. 2.)

Таблица 2. Степень очистки сбрасываемых сточных вод Мурманской ТЭЦ (2003-2007 гг.)

Источник	Единицы измерения	Без очистки	Недостаточн о очищен.	Нормативно очищенные	Всего
Центральная ТЭЦ	Тыс.м3	—	50,93	—	50,93
Южная котельная	Тыс.м3	—	46,28	—	46,28
Восточная котельная	Тыс.м3	—	50,35	—	50,35

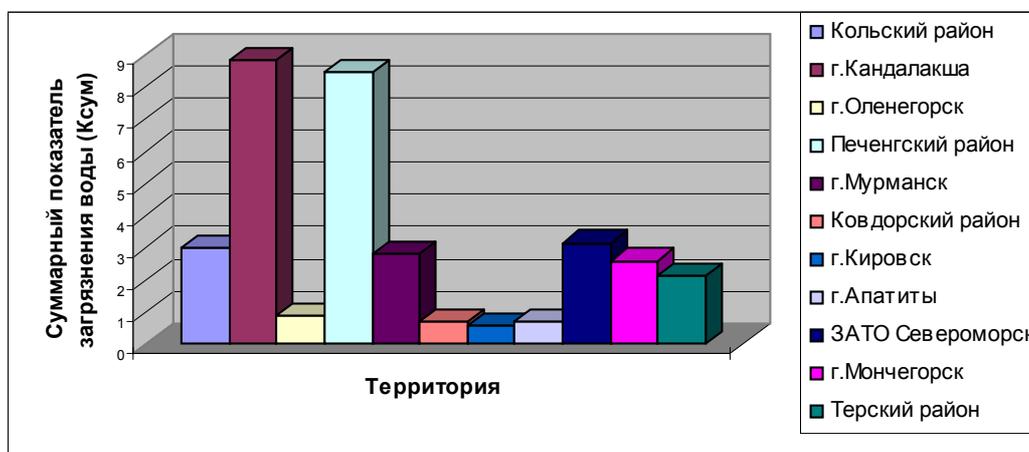


Рис.4. Ранжирование территории области по показателю загрязнения воды [1]

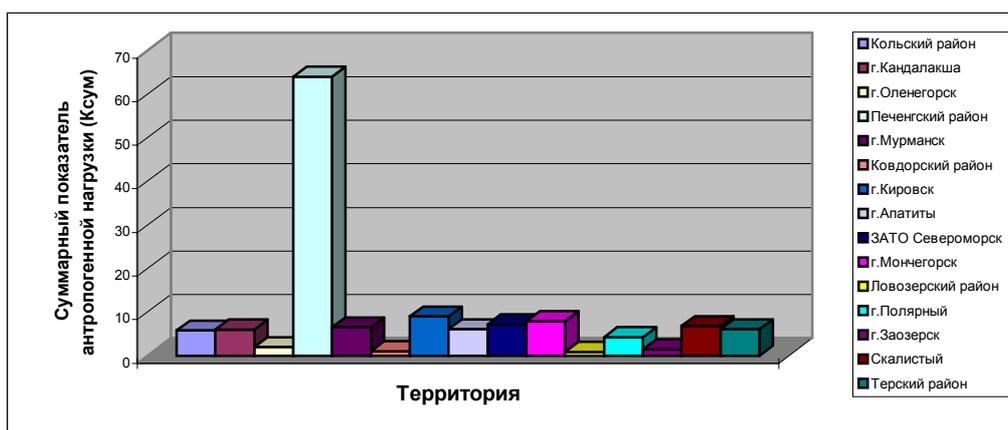


Рис.5. Ранжирование территории по показателю комплексной антропогенной нагрузки на окружающую среду

При ранжировании территории области по показателю комплексной антропогенной нагрузки на окружающую среду (рис.5) выделяется Печенгский район за счет лидирующего загрязнения всех природных сред: воздуха, почвы и поверхностных водных объектов ($K=64$), что в 7 раз выше предшествующего по уровню загрязнения району г. Кировска и в 8 раз - г. Мончегорска.

Таким образом, в условиях активизации экономического развития региона необходима разработка системы природоохранных мероприятий по снижению техногенного воздействия на окружающую среду и население с учетом отраслевой специфики и предельно допустимой экологической нагрузки на регион.

Список литературы:

- 1) Доклады по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 1997-2007гг.: Мурманск. МПР и экологии Мурманской области.

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НА ПРИМЕРЕ ОАО «МУРМАНСКИЙ МОРСКОЙ РЫБНЫЙ ПОРТ»

Дроздова Е.И. (Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии; ellenium@bk.ru)

Abstract. Analyze of considerable anthropogenic influence of company OJSC «Murmansk marine fishing port» to the condition of environment of Murmansk region is given in this report.

В представленном исследовании выполнен анализ воздействия предприятия ОАО «Мурманский морской рыбный порт» (далее ОАО ММРП) на состояние окружающей среды. Данное предприятие включает девять подразделений, размещенных на трех промплощадках: №1 - Северный район, №2 - Южный район, №3 - нефтеперегрузочный комплекс, расположенных в черте г. Мурманска. Предприятие имеет санитарно-защитные зоны по каждой промплощадке: промплощадка №1 – 100м от стоянки автотранспорта; промплощадка №2 – 1000м от котельной; промплощадка №3 – 500м как наибольшее расстояние от места хранения нефтепродуктов.

Основной вид деятельности предприятия – проведение погрузо-разгрузочных работ, выработка и снабжение тепловой энергией береговых предприятий, прием, временное хранение и реализация нефтепродуктов на танкера и автотранспорт, сбор судовых и льяльных вод и нефтесодержащих смесей.

В результате производственной и непроизводственной деятельности ОАО «ММРП» оказывает значительно негативное воздействие на состояние ОС, в том числе и акваторию Кольского залива. Основными источниками негативного воздействия на ОС являются: нефтеперегрузочный комплекс, котельная, транспортный цех (автотранспорт). Потенциально опасным участком загрязнения ОПС является нефтеперегрузочный комплекс. Аварийные разливы нефтепродуктов, загрязнение почв, подземных вод и прибрежной зоны Кольского залива нефтепродуктами, пожары – наиболее тяжелые возможные аварийные ситуации.

Предприятие имеет 41 стационарный источник выброса. Основным объектом загрязнения атмосферы является котельная и автотранспорт. На балансе предприятия имеется большой автотранспортный парк – 19 единиц легкового автотранспорта, 3 автобуса, 48 единиц грузового автотранспорта различного назначения, 39 единиц дорожной техники, автопогрузчиков.

От деятельности подразделений предприятия в атмосферу выделяются: 3 вещества 1 класса опасности (свинец, зола, бензапирен); 4 вещества 2 класса опасности (марганец, диоксид азота, серная кислота, фтористый водород); 5 веществ 3 класса опасности (сварочная аэрозоль, сажа, железа оксид, серы диоксид, спирт бутиловый); 5 веществ 4 класса опасности (оксид углерода, углеводороды, аммиак, ацетон, спирт этиловый). На предприятии имеется одна газоочистная установка (ГОУ) типа «Циклон» в ремонтно-строительном подразделении. Основную массу образующихся и выбрасываемых в атмосферу ЗВ составляют газообразные вещества (рис 1). Динамика выбросов ЗВ в атмосферу за 2004-2008гг. свидетельствует о превышении ПДВ валовых выбросов за 2007г. на 1287,4 тонн (рис. 2).

Предприятие имеет 8 выпусков сточных ливневых вод, 6 выпусков производственно-бытовых сточных вод, 1 выпуск нормативно-чистой, не требующей очистки морской воды. Водоприемник сточных вод — Кольский залив Баренцева моря, который является рыбохозяйственным водным объектом высшей категории.

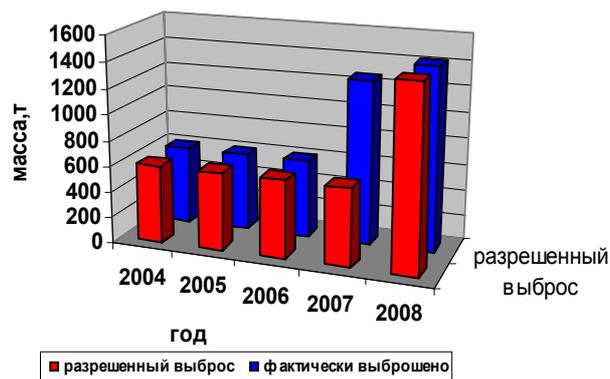
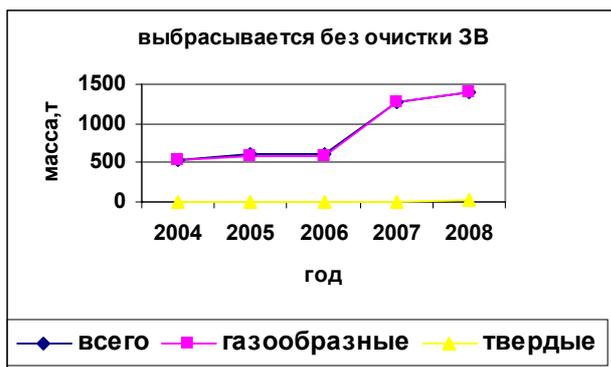


Рис. 1. Соотношение выбрасываемых в атмосферу без очистки ЗВ всего к газообразным и твердым.

Рис.2 Соотношение массы фактически выброшенных загрязняющих веществ к их ПДВ

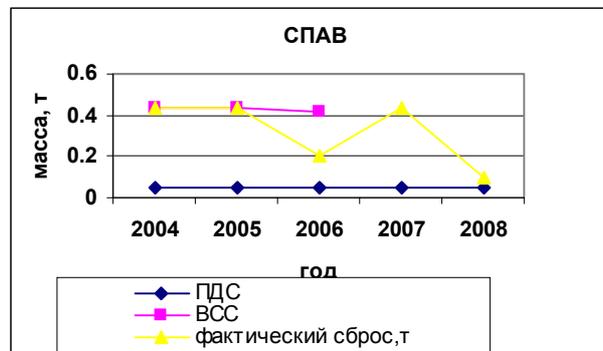
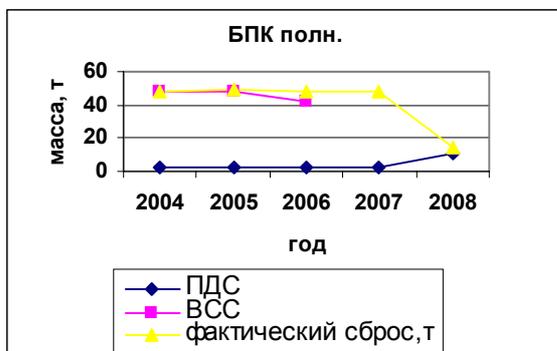


Рис. 3. Динамика сбросов приоритетных ЗВ в Кольский залив от ОАО «ММРП» в 2004-2008 гг.

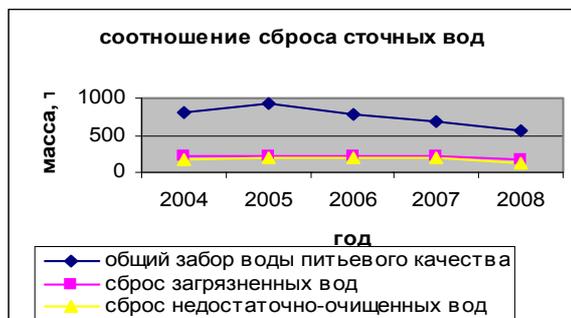
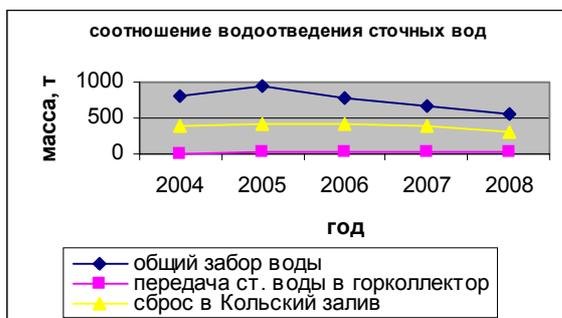


Рис 4. Динамика соотношений водозабора и сброса сточных вод в Кольский залив с 2004 г. по 2008 г.

Динамика сбросов загрязняющих веществ со сточными водами свидетельствует о том, что в период с 2007г. по 2008г. в целом на предприятии наблюдается значительное снижение сбросов ЗВ со сточными водами, связанное с уменьшением объема сброса сточных вод от подразделений ОАО «ММРП» (рис. 3, 4).

Анализ материалов ОАО «ММРП» показал, что за период 2004-2008гг. уменьшилось водопотребление, а также сброс сточных вод в Кольский залив предприятием в связи с сокращением объема работ и реорганизацией подразделений (Рис.5). Для очистки сточных вод, поступающих в Кольский залив, предприятие имеет: четыре локальные очистные установки (мазутоловушка; отстойник-жироуловитель; масложироуловитель на предприятии-абоненте ОАО «Мурманский траловый флот»); очистные сооружения – на сбросе сточных вод в Кольский залив от объектов рыбного порта (нефтеперегрузочный комплекс). Нефтеперегрузочный комплекс предприятия занимается утилизацией нефтесодержащих вод, в том числе льяльно-балластных. Технологии, применяемые для очистки льяльно-балластных и других нефтесодержащих вод от нефтепродуктов, большей частью устарели и не обеспечивают нормативную очистку сточных вод от нефтепродуктов.

Предприятие является многоструктурным, на его территории образуются различные виды отходов, характерные для конкретного технологического процесса. На территории имеется 10 площадок временного и 1 – длительного хранения отходов.

В общем количестве отходов Мурманской области отходы ОАО «ММРП» составляют всего 0,01% [1]. Всего на предприятии образуется 31 вид отходов, инвентаризация которых по классам опасности представлена в табл.1.

Таблица 1. Соотношение видов отходов по классам опасности (на 2008 г.)

Класс опасности	Число видов	%	Масса, т
1 – чрезвычайно опасные	1	0,006	0,178
2 – высоко опасные	1	0,024	0,68
3 – умеренно опасные	13	38,81	1082,429
4 – мало опасные	10	42,61	1188,27
5 – не опасные	6	18,56	517,664
Итого	31		2789,221

На предприятии чрезвычайно опасные отходы (1 класса) образуются одного вида (трубки люминесцентные ртутьсодержащие и ртутные лампы), высоко опасные (2 класса) - также 1 вида (кислота серная аккумуляторная). В общей массе образующихся отходов обладают отходы 3 и 4 классов опасности (умеренно и малоопасные).

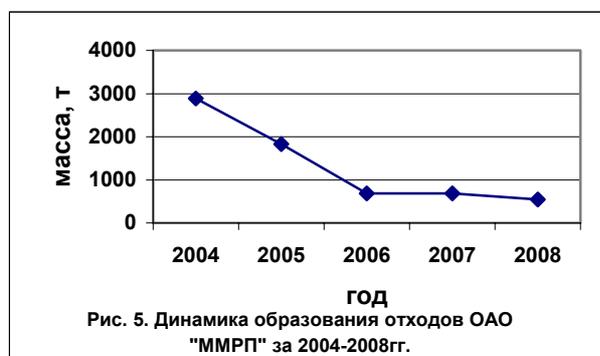


Рис. 5. Динамика образования отходов ОАО «ММРП» за 2004-2008гг.

В связи с продажей объектов недвижимости, сокращением площади убираемых территорий в период с 2006 по 2008 гг. объем образования мусора бытовых помещений (масса образующихся ТБО) организаций и прочих коммунальных отходов уменьшился (рис. 5.)

Такие виды отходов, как шлам нефтеотделительных установок, отходы при механической очистке сточных вод, шлам очистки емкостей и трубопроводов от нефти без временного хранения размещаются на собственных объектах – двух шламохранилищах.

Самая большая проблема в регионе в этом плане - это обращение с нефтесодержащимися отходами. На территории ОАО «ММРП» образуются такие отходы в виде отработавших ГСМ (масла; фильтры промасленные; обтирочные материалы, пропитанные маслами; нефтешламы, осадок и т.д.). Отработавшие ГСМ накапливались в резервуарах для временного хранения, которые уже переполнены. Остро стоит вопрос с утилизацией твердых отходов, содержащих нефтепродукты: шламы очистки мазутных резервуаров, замазученных грунтов, промасленной ветоши и т.д. Предприятие сдает эти отходы на переработку другим организациям, имеющим технические возможности и лицензии на их переработку.

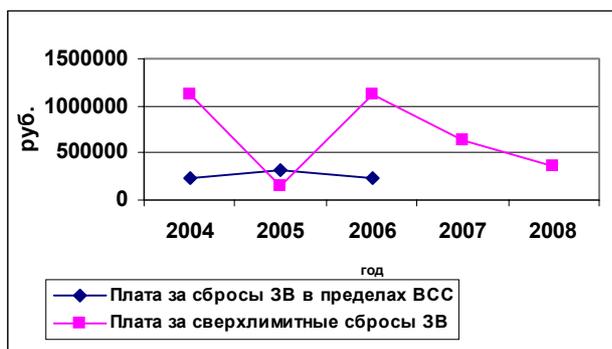


Рис. 6. Динамика платежей за сбросы ЗВ ОАО «ММРП» за 2004-2008 гг.

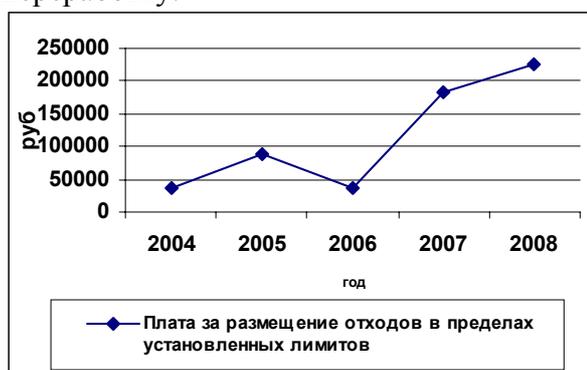


Рис. 7. Динамика платежей за размещение отходов ОАО «ММРП» за 2004-2008 гг.

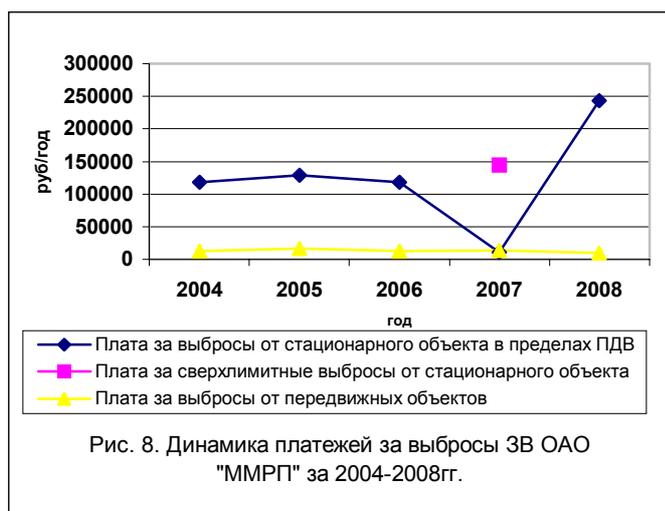


Рис. 8. Динамика платежей за выбросы ЗВ ОАО «ММРП» за 2004-2008 гг.

Анализ платы за загрязнение окружающей среды ОАО «ММРП» за 2004-2008 гг. свидетельствует о том, что большую часть платежей предприятия составляет плата за сбросы ЗВ (рис.6). Плата за сверхлимитные сбросы и выбросы от передвижных источников в период с 2006-2008 гг. существенно снизилась в связи с сокращением объема работ на производстве и реорганизацией подразделений предприятия (рис.8).

В целом ОАО «ММРП» является одним из крупнейших предприятий, расположенных в черте

г. Мурманска. По характеру производственной деятельности, степени негативного воздействия на состояние ОС оно относится к экологически опасным и нуждается в глубокой модернизации: реконструкции существующих очистных сооружений нефтесодержащих стоков на нефтеперегрузочном комплексе, организации локальных очистных сооружений на каждом выпуске, строительстве и введении в эксплуатацию станции очистки льяльно-балластных вод, установки газоочистного оборудования на котельной предприятия, реконструкции ГОУ в ремонтно-строительном подразделении, введении замкнутого водооборотного цикла использования воды.

Список литературы:

- 1) Доклад по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2007гг.: Мурманск. МПР и экологии Мурманской области.

ПЕРВИЧНО-ПОЛОВЫЕ КЛЕТКИ В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ ТРЕСКИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Журавлёва Н.Г.¹, Oddvar Ottesen² (¹ Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии; ² Bodo University College, Norway)

В качестве материала для исследования служили личинки трески, выращенные в условиях бассейнов аквариальной базы ММБИ в пос. Дальние Зеленцы (Восточный Мурман), а также морской экспериментальной базы Университета Бодо (Норвегия). Температура воды, поступающая в бассейны в период выращивания личинок, соответствовала температуре воды в природных условиях и составляла в условиях Восточного Мурмана 4-6 0 С, средней части Норвегии 10-12 о С .

У трески во время онтогенетического развития гаметогенез начинается с момента обособления первичных половых клеток (ППК). Эти клетки характеризуются крупными размерами (до 20 мкм) у личинок трески. ППК имеют крупные округлые ядра диаметром 10 мкм. Отмеченные для ППК осетровых рыб глыбки желтка и гликоген в ППК личинок трески не выявлены применяемыми методами. Они располагаются у личинок трески между 9-11 сегментами (миотомами), над кишечником, в области почечных протоков. В момент миграции клетки могут быть уплощены. На 8 сутки после вылупления у личинок трески они локализируются под перитонеальным эпителием в виде цепочки, число их варьирует от 5 до 8. В возрасте 10 суток личинок они лежат первоначально на значительном расстоянии друг от друга. ППК имеют округлую форму, их ядра располагаются в центре клетки и хроматин в них распределен диффузно. В ядре имеется одно ядрышко, но оно трудно различимо среди агрегаций хроматина. По мере роста личинки в возрасте 13 суток количество ППК увеличивается до 10- 12. Миграция их длится, видимо, довольно долго, так как мигрирующие клетки можно обнаружить даже у 40-дневных личинок, когда количество ППК возрастает до 15- 20. В зависимости от степени морфологической сформированности личинок обособление, миграция и локализация ППК будут сдвинуты на более ранние или поздние стадии развития. Следует особо подчеркнуть, что степень морфологической сформированности личинок трески зависит от температуры воды и обилия кормовых организмов оптимального размера. Результаты представленных исследований важны для устойчивого развития марикультуры трески и создания однополрой (все самки) популяции при ее товарном выращивании. Детальное знание периодов становления и дифференцировки пола у трески актуально в связи с разработкой методов и определением времени воздействия на репродуктивную систему с целью получения стерильных самок.

MORPHOGENESIS OF ATLANTIC COD LARVAE GUT

Zhuravleva N.G., Larina T.M. (*Murmansk, MSTU, Department of Bioecology*)

Investigation of digestive system morphogenesis in cod larvae from the hatching till the age of 1.5 months old has been carried out. (Forage was offered from the moment of transfer into mixed type of feeding and subsequently till the end of the experiment). Morphological structure of the larval gut maintained without forage till the moment of mortality has been also investigated.

Digestive system in cod larvae at the stage of mixed feeding is represented by the alimentary canal in which three parts are distinguished morphologically, these are – anterior part, middle part and posterior part. Longitudinal folds of mucous membrane appear in the posterior part of the esophagus, transverse processes are formed in the middle part of the gut with the age. A large number of mucous cells containing the mixture of neutral and acidic mucopolysaccharides appear in the esophagus's epithelium in the 40 days old juveniles overcome the stage of mixed feeding. Mitotic dividing cells are registered in the cylinder epithelium. Alimentary canal's structure in cod larvae at the stage of mixed and completely exogenous feeding is of presumptive character. "Lacunae" containing blood's drops transporting nutrients are located in the basal part of the gut's folds.

The moment of transfer to the exogenous feeding is critical for the cod larvae. Larval appearance and body's proportions are being changed during prolonged starvation of larvae. Cease of growing, proceeding to the death shortening of the larval bodies starts soon after the beginning of starvation. The body is twisted in the exhausted larvae. Mucous cells are not differentiated. Submucous layer is absent. There are no transverse folds in the gut; the nuclei of epithelial cells are picnotic. Larval gut is in the degeneration state. Irreversible changes occur in the gut if larvae starve during 14-15 days since the day of hatching. Mass larval mortality starts since this moment- they are doomed to mortality regardless on the subsequent availability of the forage. Inability to the digestion of the forage is conditioned by the deep destructive processes occurring in their alimentary canal.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В ПЕРИОД ПЕРЕХОДА ЛИЧИНОК АТЛАНТИЧЕСКОЙ ТРЕСКИ GADUS MORHUA НА ЭКЗОГЕННОЕ ПИТАНИЕ

Ларина Т.М.¹, Журавлёва Н.Г.¹, Оттесен О.², Треашер Дж.³
(¹ Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии; ² Bodo University College, Норвегия, ³ Ардтое, Viking Fish Farms Ltd. Морская лаборатория Ардтое, Великобритания)

Abstract. Commercial interest in the farming of Atlantic cod *Gadus morhua* has increased in the course of the past few years. Peak mortality rates are observed during the first feeding and weaning periods, and optimization of diets, feeding regimes and culture conditions might still have the potential to increase survival rates.

Начало экзогенного питания – это критический этап развития личинок трески, как и личинок большинства других рыб. Этот период характеризуется массовой гибелью, как в природных, так и в лабораторных условиях. После истощения запасов желтка, отсутствие питания (Hunter, 1981; Theilacker, 1986) так же как и несоответствие применяемых диет у выращиваемых рыб значительно уменьшают выживаемость в первые дни или недели их жизни. Степень выживания в течение первых дней экзогенного питания зависит от вида рыбы, качества икры, возраста. Например, у *Mugil cephalus* выживание составляет до 82 % (Tamarueta, 1994), 41 % у *Gadus morhua* (Baskerville-Bridges and Kling, 2000; Puvanendran and Brown, 2002), 75 % у *Dicentrarchus labrax* (Cahu и другие, 2003), 91 % у *Sparus aurata* (Yufera и другие., 2005), 85 % у *Solea senegalensis* (Yufera и другие, 2005), 60 % у *S. solea* (Palazzi и другие., 2006), 46 % у *Sciaenops ocellatus* (Brinkmeyer and Holt, 1998), 38 % у *Melanogrammus aeglefinus* (Hamlin and Kling, 2001) и 25 % у *Hippoglossus hippoglossus* (Olsen и другие, 1999). Выживание личинок снижено, когда не соблюдаются оптимальные условия выращивания, при освоении новых видов рыб в качестве объектов марикультуры и разработке диет для них (Kaji и другие, 1996; Fernández-Díaz and Yúfera, 1997; Cahu и другие, 1998; Hamlin and Kling, 2001; Robin and Vincent, 2003; Papandroulakis и другие, 2005; Yúfera и другие, 2005).

Изучение особенностей питания и пищеварения у рыб приобретает всё большую актуальность в связи с практическими задачами рыбоводства для более эффективного подбора стартовых кормов, установления сроков их введения в рацион с целью уменьшения гибели молоди рыб.

Пищеварительная система рыб демонстрирует широкую адаптационную пластичность, которая достигается за счет приспособительных реакций на молекулярном, клеточном, органном, организменном, видовом и биоценотическом уровнях организации живой материи, которые взаимодействуют и обеспечивают четкую координацию пищеварительной функции организма рыб, характеризующихся разнообразием условий среды обитания (Неваленный, 2003).

В течение личиночного периода треска претерпевает важные функциональные и морфологические изменения. Главная характеристика этой стадии заключается в том, что количество питательных веществ и энергии, которые необходимы для роста и развития, изменяется в зависимости от запасов желтка. Поэтому в этот момент огромное значение имеет степень готовности пищеварительной системы к процессу переваривания.

В норме пищеварительный тракт личинок трески представлен передним отделом кишечника или пищеводом с продольными складками, как и у взрослых особей.

Передний отдел кишечника окружен слоем мышечных клеток. В задней части переднего отдела кишечника имеются столбчатые клетки со светлой цитоплазмой и направленными назад жгутиками. Клетки со жгутиками отмечены в кишечнике многих личинок, хотя это не характерно для взрослых особей. Позади этих клеток с ресничками имеется область многослойного эпителия с небольшими направленными микроворсинками и маленькими плотными включениями в апикальной цитоплазме.

Средний отдел кишечника окружен столбчатыми эпителиальными клетками с разветвленными микроворсинками на апикальной поверхности. Клетки среднего отдела кишечника имеют много митохондрий, у них хорошо развит аппарат Гольджи, рибосомы, гладкая и шероховатая эндоплазматическая сеть (ЭПС). Как и у других личинок костистых рыб в клетках кишечника отмечена небольшая пикнотическая активность. Нет слизистых клеток. На базальной мембране располагаются 1-2 слоя клеток, содержащих митохондрии и шероховатую ЭПС и внешний слой чешуйчатого эпителия. Миофиламенты имеются в клетках сопредельных к базальной мембране.

Средний и задний отделы кишечника отделяются друг от друга перегородкой, что, по-видимому, имеет важное значение для сохранения ферментов в среднем отделе кишечника с целью их вторичного использования.

На апикальной поверхности цитоплазмы эпителиальных клеток имеются пузырьки, которые, по-видимому, осуществляют активный пиноцитоз на поверхности клетки. Это явление описано у более старших личинок трески и у личинок других костистых рыб. Данные особенности отмечены также и у взрослой трески, хотя на апикальной поверхности клеток имеется меньшее количество пузырьков и отмечены более крупные лизосомы. Пузырьки – этот результат абсорбции макромолекул белка из просвета кишечника в клетки заднего отдела кишечника, после чего следует внутриклеточное переваривание. Считается, что это процесс специализации у личинок, когда еще отсутствует желудок с железами и только начинает формироваться многослойный эпителий. Очевидно, что в этой области пищеварительного тракта в дальнейшем сформируется желудок.

Например, у личинок *Solea senegalensis* к началу экзогенного питания (на 2 день после вылупления) открыт рот и анус; пищеварительный тракт разделён на буккально-фарингеальную полость, пищевод, желудок, передний и задний отделы кишечника (Ribeiro et al., 1999). Когда у личинок открывается ротовое отверстие, в клетках разных отделов пищеварительного тракта появляется и усиливается активность кислой и щелочной фосфатазы, липазы и аминопептидазы. У личинок *Pagrus pagrus* рот открывается на 3 день после вылупления. Однако, в пищеварительном тракте пища отсутствует (Roo et al., 1999).

Через 4 дня после вылупления у личинок атлантической трески *Gadus morhua* завершается развитие челюстей (Hall et al., 2004).

Кишка представлена в виде простой трубки, в которой можно выделить передний, средний и задний отделы кишечника. Так же необходимо отметить, что уже на этом этапе развития поджелудочная железа, печень и желчный пузырь уже могут функционировать.

К моменту экзогенного питания, личинки трески уже способны полноценно переваривать и усваивать пищу. В течение этого периода главными лимитирующими факторами является размер рта, который ограничивает размер потребляемой пищи, а также длина личинки, которая определяет плавательную способность и, следовательно, успех охоты. Для того чтобы личинки трески более эффективно переваривали и

усваивали питательные вещества необходимо дальнейшее дифференцирование пищеварительного тракта.

Как уже было отмечено выше, начало экзогенного питания определяется видом рыб и экологическими условиями. Вместе с тем известно, что личинки рыб, вылупившиеся из одной партии икринок, могут приступить к экзогенному питанию в разное время. Причина этого скрывается в анатомо-физиологических различиях и в степени индивидуальной агрессивности, которая в свою очередь зависит от плотности кормовых организмов. Таким образом, по истечении нескольких часов или нескольких дней в зависимости от вида рыб и температуры воды на экзогенное питание переходят 100 % особей (Polo et al., 1992; Næss et al., 1995; Doi et al., 1997a,b; Olsen et al., 2000; Parra and Yúfera, 2000).

Так как размер потребляемого корма у личинок рыб ограничен размером рта, то на стадии начала экзогенного питания, корм сортируется в зависимости от размера пищевых частиц, а не от вкуса или каких-либо других факторов. Личинки рыб способны проглотить пищу соизмеримую с размером рта и при этом предпочитают добычу меньших размеров (Shirota, 1970; Busch, 1996; Fernández-Díaz et al., 1994; Munk, 1997; Cunha and Planas, 1999; Østergaard et al., 2005). В течение нескольких первых дней размер рта быстро увеличивается (Shirota, 1970; Fernández-Díaz et al., 1994; Doi et al., 1997a), что позволяет личинкам увеличивать размер добычи и объём приема пищи (Polo et al., 1992; Olsen et al., 2000). Показано, что личинки золотистого морского карася *S. aurata* (Fernández-Díaz et al., 1994), питаясь мягкими частицами, выбирали большие размеры пищи чем тогда, когда питались твердыми. Это - важный момент, потому что на ранних стадиях развития личинки многих рыб имеют недостаточное количество слизистых клеток желудка, следовательно, пища должна быть адекватной диаметру пищевой трубки во избежание, трения и ранений пищеварительного тракта.

Размер пищевых частиц и объём потребляемой пищи у личинок морских рыб являются очень изменчивыми показателями. Трудности в получении достоверных данных о стартовом питании проявляется в том, что не все личинки начинают питаться одновременно (Yúfera et al., 1993a). Вообще, в течение первых дней начала подачи пищи одна личинка может проглотить пищи в объёме 100 % от своего собственного веса (Parra and Yúfera, 2000, 2001; Wuenschel and Werner, 2004; Darias, 2005). Однако, можно сказать со стопроцентной вероятностью, что качество и пригодность добычи имеет первостепенное значение для личинок на стадии экзогенного питания.

Дифференцирование пищеварительного тракта способствует улучшению процесса переваривания и поглощения питательных веществ, что в свою очередь приводит к быстрому росту личинки. После окончания этого короткого периода происходит дальнейший рост личинки, при этом увеличивается её длина, и процесс охоты становится более эффективным. После этого момента личинки становятся быстрыми пловцами и начинают накапливать запасы для того, чтобы сделать следующий шаг в развитии. Любое ограничение в питательных веществах приводят к неправильному развитию органов и структур и, следовательно, может повлиять на дальнейший рост и выживаемость.

Список литературы:

- 1) Неваленный, А.Н. Адаптация рыб к различным экологическим факторам среды на примере процесса пищеварения / А.Н. Неваленный // Успехи соврем, естествозн. — 2003. — № 2. — С. 82.
- 2) Baskerville-Bridges, B., Kling, L.J., 2000. Larval culture of Atlantic cod (*Gadus morhua*) at high stocking densities. *Aquaculture* 181, 61–69.

- 3) Brinkmeyer, R.L., Holt, G.H., 1998. Highly unsaturated fatty acids in diets for red drum (*Sciaenops ocellatus*) larvae. *Aquaculture* 161, 253–268.
- 4) Busch, A., 1996. Transition from endogenous to exogenous nutrition: larval size parameters determining the start of external feeding and size of prey ingested by Ruegen spring herring *Clupea harengus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 130, 39–46.
- 5) Cahu, C., Zambonino-Infante, J.L., Escaffre, A.M., Bergot, P., Kaushik, S., 1998. Preliminary results on sea bass *Dicentrarchus labrax* larvae rearing with compound diet from first feeding. Comparison with carp (*Cyprinus carpio*) larvae. *Aquaculture* 169, 1–7.
- 6) Cahu, C., Zambonino-Infante, J.L., Barbosa, V., 2003. Effect of dietary phospholipid level and phospholipid:neutral lipid value on the development of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae fed a compound diet. *Br. J. Nutr.* 90, 21–28.
- 7) Cunha, I., Planas, M., 1999. Optimal prey size for early turbot larvae (*Scophthalmus maximus* L.) based on mouth and ingested prey size. *Aquaculture* 175, 103–110.
- 8) Darias, M.J., 2005. Balance energético y ontogenia del aparato digestivo durante el desarrollo larvario del pargo, *Pagrus pagrus*, y el sargo, *Diplodus sargus*, en cultivo. Tesis doctoral. Universidad de Cádiz, Spain. 246 p.
- 9) Doi, M., Ohno, A., Kohno, H., Taki, Y., Singhagraiwan, T., 1997a. Development of feeding ability in red snapper *Lutjanus argentimaculatus* early larvae. *Fish. Sci.* 63, 845–853.
- 10) Doi, M., Toledo, J.D., Golez, M.S.N., de los Santos, M., Ohno, A., 1997b. Preliminary investigation of feeding performance of larvae of early red-spotted grouper, *Epinephelus coioides*, reared with mixed zooplankton. *Hydrobiologia* 358, 259–263.
- 11) Fernández-Díaz, C., Yúfera, M., 1997. Detecting growth in gilthead seabream, *Sparus aurata* L., larvae fed microcapsules. *Aquaculture* 153, 93–102.
- 12) Hall, T.E., Smith, P., Johnston, I.A., 2004. Stages of development in the Atlantic cod *Gadus morhua*. *J. Morph.* 259, 255–273.
- 13) Hamlin, H.J., Kling, L.J., 2001. The culture and early weaning of larval haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) using a microparticulate diet. *Aquaculture* 201, 61–67.
- 14) Hunter, J.R., 1981. Feeding ecology and predation of marine fish larvae. In: Lasker, R. (Ed.), *Marine Fish Larvae: Morphology, Ecology, and Relation to Fisheries*. Washington Sea Grant Program, pp. 33–77.
- 15) Munk, P., 1997. Prey size spectra and prey availability of larval and small juvenile cod. *J. Fish Biol.* 51 (Supp. A), 340–351.
- 16) Olsen, A.I., Attramadal, Y., Reitan, K.I., Olsen, Y., 2000. Food selection and digestion characteristic of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) larvae fed cultivated prey organisms. *Aquaculture* 181, 293–310.
- 17) Olsen, Y., Evjemo, J.O., Olsen, A., 1999. Status of the cultivation technology for production of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) juveniles in Norway/Europe. *Aquaculture* 176, 3–13.
- 18) Østergaard, P., Munk, P., Janekarn, V., 2005. Contrasting feeding patterns among species of fish larvae from the tropical Andaman Sea. *Mar. Biol.* 146, 595–606.
- 19) Palazzi, R., Richard, J., Bozzato, G., Zanella, L., 2006. Larval and juvenile rearing of common sole (*Solea solea* L.) in the Northern Adriatic (Italy). *Aquaculture* 255, 495–506.
- 20) Papandroulakis, N., Mylonas, C.C., Mayngot, E., Divanach, P., 2005. First results of greater amberjack (*Seriola dumerili*) larval rearing in mesocosm. *Aquaculture* 250, 151–161.

- 21) Parra, G., Yúfera, M., 2000. Feeding, physiology and growth response in first-feeding gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) larvae in relation to prey density. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 243, 1–15.
- 22) Parra, G., Yúfera, M., 2001. Comparative energetics during early development of two marine fish species, *Solea senegalensis* (Kaup) and *Sparus aurata* (L.). *J. Exp. Biol.* 204, 2175–2183.
- 23) Polo, A., Yúfera, M., Pascual, E., 1992. Feeding and growth of gilthead seabream (*Sparus aurata*, L.) larvae in relation to the size of the rotifer strain used as food. *Aquaculture* 103, 45–54.

СТРОЕНИЕ КОЖИ НЕМЕРТИН *LINEUS RUBER*

Журавлёва Н.Г. (Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии)

Abstract. Text

1. Параграф

Согласно наблюдениям большинства авторов тело *Lineus ruber* покрыто столбчатыми воронкообразными ресничными эпидермальными клетками, широкий конец которых направлен наружу. Между этими клетками расположены опорные, вставочные, чувствительные и железистые клетки (рис. 1). Под эпидермисом располагается толстая (50 мкм) волокнистая базальная мембрана.

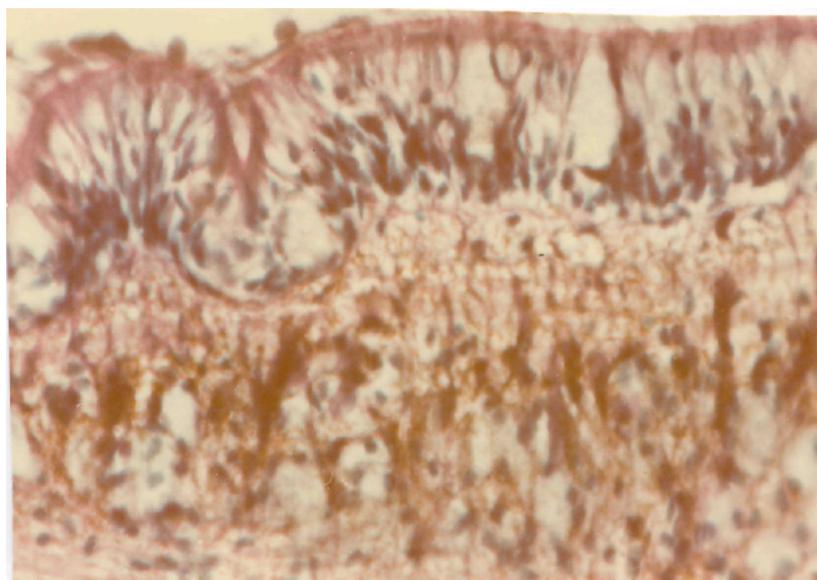


Рис. 1. Часть сагиттального среза тела *Lineus ruber* (Триоксигематеин Ганзена, ШИК – реакция). Увел: об.45; ок.10; 1 – клетки эпидермиса; 2 – клетки с ШИК – положительными гранулами; 3 – слизь на поверхности тела; 4 – пигментные клетки.

Следующий слой кутис (cutis) или дерма является соединительнотканной основой кожи и имеет сложное строение. Он слогаается в основном из соединительнотканых клеток, но включает также железистые и мышечные элементы. Рыхлая соединительная ткань представлена фибробластами, гистиоцитами, макрофагами. Фиксированные соединительнотканые клетки содержат пигмент в виде мелких гранул.

Под базальной мембраной располагается тонкий слой подкожной кольцевой мускулатуры. В глубокие слои кутиса погружены многочисленные пакеты железистых клеток. Между железами кутиса проходят многочисленные волокна продольного мускульного слоя. Кутис содержит гладкие мышечные волокна, а также эластические, ретикулиновые, тонкие коллагеновые волокна, ориентированные в разных направлениях.

Под дермой локализуются мускульные слои: наружный продольный, кольцевой и внутренний продольный, имеющие приблизительно одинаковую мощность (рис. 2). Стенка кишечника отделена от продольного мышечного слоя прослойками соединительной ткани (рис. 3).

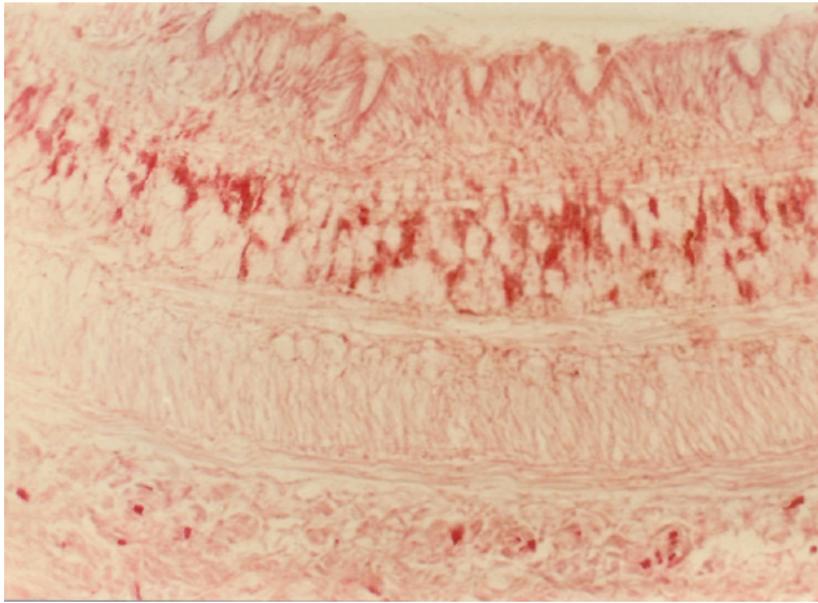


Рис. 2. Часть фронтального среза тела *Lineus ruber*, ШИК – реакция. Увел: об. 24, ок. 10. 1 - эпидермис; 2 – субэпидермальные железы с ШИК – положительными гранулами; 3 – продольный слой мышц; 4 - круговой слой мышц; 5 – соединительная ткань, подстилающая кишечник; 6-клетки с ШИК- положительными гранулами.

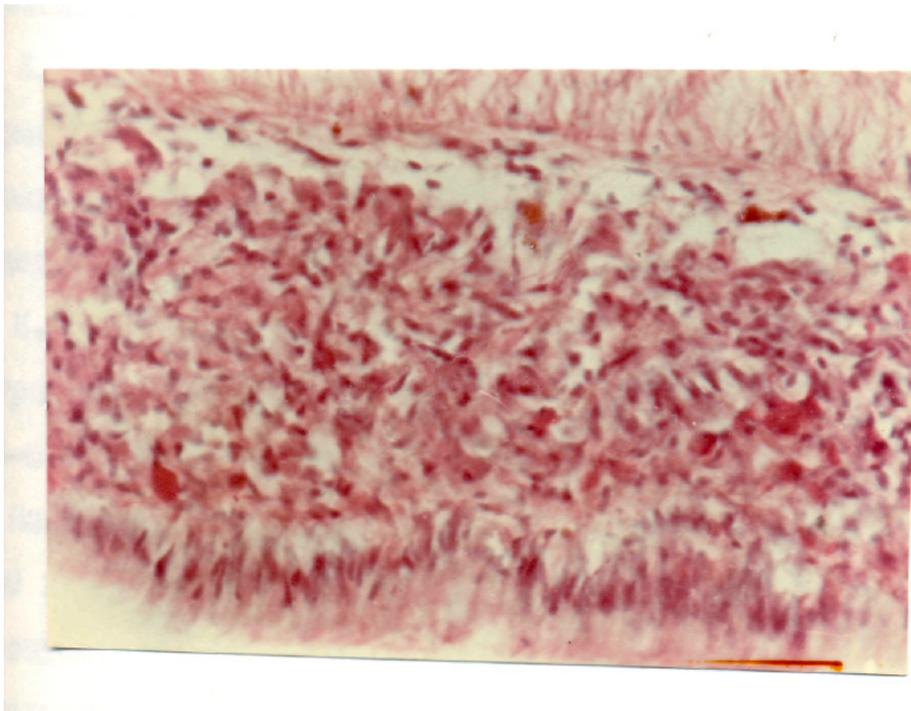


Рис.3. Часть фронтального среза тела *Lineus ruber*. Толуидиновый синий, ШИК – реакция. Увел. об. 45, ок.10 . 1 – клетки с ШИК- положительными гранулами секрета; 2 – соединительнотканнные клетки.

ВЛИЯНИЕ КОРМЛЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ В ПОВЕДЕНИИ ГРЕНЛАНДСКИХ И СЕРЫХ ТЮЛЕНЕЙ

Зайцев А.А., Пахомов М.В., Гладких А.С. (Мурманск, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН; edr750v@yandex.ru)

Abstract. In given article influence of feeding on change in behaviour greenland and grey seals was researched. During experiment animals of two kinds, a grey seal and the greenland seal have been involved. The received material has been removed on video camera. Thus, during experiment it has been revealed, that process of feeding, directly or indirectly influences change in behaviour of the given animals. But thus, size and character of these changes of envy from individual characteristics of a seal.

1. Параграф

При изучении животных, немаловажным направлением являются этологические исследования. Поскольку они помогают ответить на ряд важных вопросов, касающихся различных форм поведения. На основе этих исследований, можно выявить какие факторы вызывают те или иные поведенческие реакции, а также научиться прогнозировать различные изменения в организме животного. Одним из показателей является изменение двигательной активности, на степень которой влияют, как внешние факторы, так физиологическое состояние животного (Ильченко, Попов, 1990).

Данные исследования проводились на экспериментальном полигоне ММБИ в Сайда-Губе. В ходе эксперимента были задействованы животные двух видов, серый тюлень (*Halichoerus grypus*) – три животных (№1, №2, №3) и гренландский тюлень (*Pagophilus groenlandicus*) одно животное (№4). Полученный материал был снят на видеокамеру. Съемки проводились до и после кормления два раза в день, продолжительность наблюдения составляла 10 минут. Впоследствии эти данные были обработаны при помощи видеоредактора. Учитывалось время нахождения животного под водой и на поверхности.

Таблица. Показатели изменения в поведении до и после кормления

Животное №	Положение измерений относительно кормления	Среднее время под водой, сек.	Среднее время на поверхности, сек.	Количество всплытий, в мин.
№1	до	6.52±2.12	43.75±12.91	1.20
	после	5.74±1.24	34.64±7.34	1.45
№2	до	21.02±4.86	14.56±1.42	1.70
	после	11.98±1.81	34.18±6.69	1.30
№3	до	16.72±3.33	51.08±12.01	0.90
	после	27.97±3.89	77.91±17.88	0.03
№4	до	21.59±3.91	131.11±26.90	0.40
	после	7.40±1.37	78.84±23.17	0.70

По данным представленным в таблице видно, что большую часть бюджета времени, животные проводили под водой как до, так и после кормления. У тюленей под номерами 1 и 4 частота всплытия увеличилась после кормления, а у №2 и №3 данный показатель снизился. Также у животных №1, №2 и №4 сократилось среднее время нахождения под водой. В то время как у животного №3 данный показатель увеличился.

На рис. 1 показано изменение общего соотношения нахождения животного в воде и на поверхности, до и после кормления. Красным цветом указано время нахождения на поверхности, соответственно синим указано время, проведенное под водой.

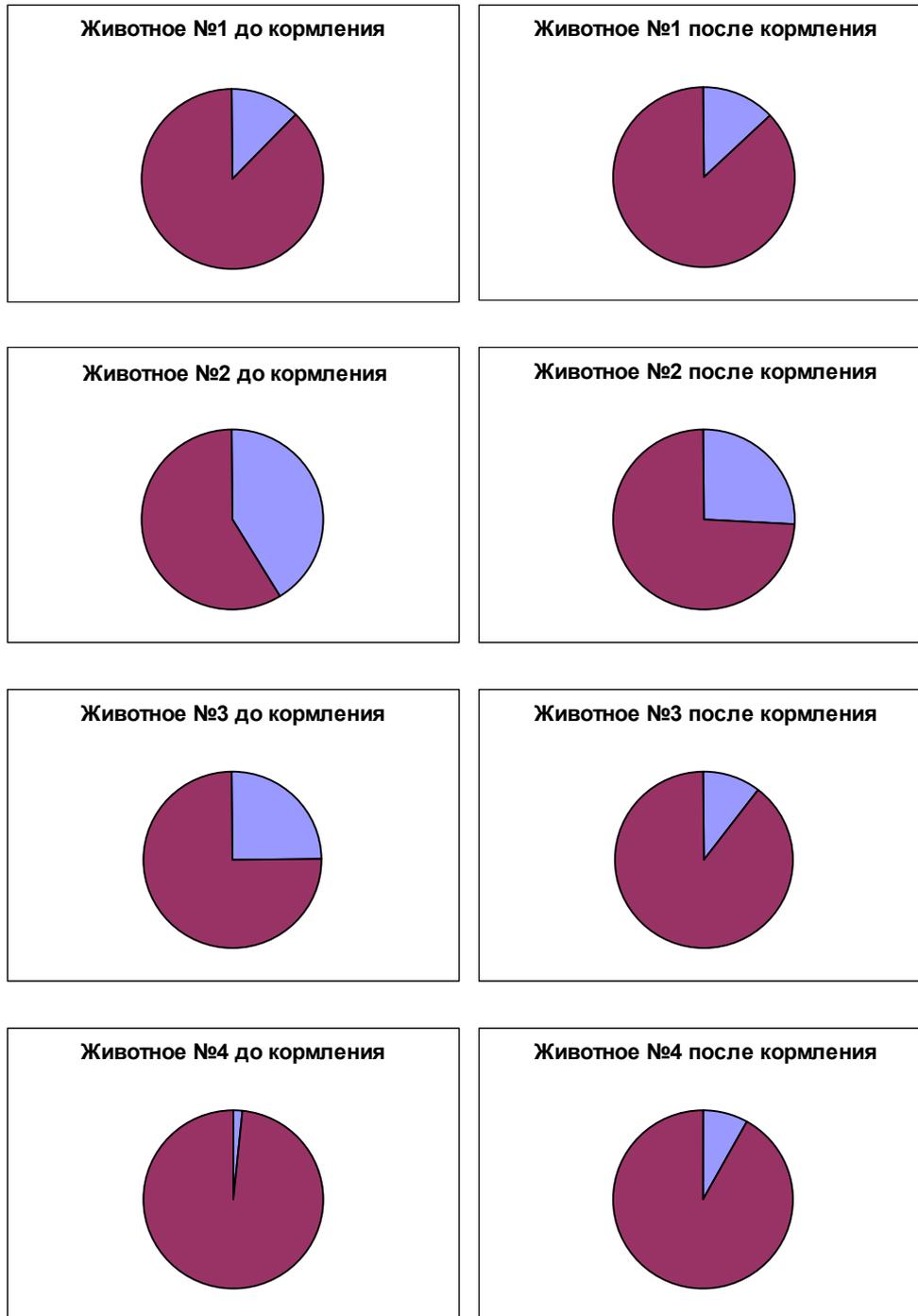


Рис. 1 Соотношения времени нахождения под водой и на поверхности, до и после кормления

На данных диаграммах видно, что у животных под номерами 2 и 3 после кормления время нахождения под водой сократилось. Увеличение данного показателя, произошло у животных №1 и №4.

Таким образом, в ходе эксперимента было выявлено, что процесс кормления, напрямую или косвенно влияет на изменение в поведении данных животных. Но при этом, величина и характер этих изменений зависят от индивидуальных характеристик тюленя.

Список литературы:

- 1) Ильченко О.Г., Попов С.В. Методические рекомендации по этологическим наблюдениям за млекопитающими в неволе. М.: Изд. Моск. зоопарк, 1990. 77с

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ИХТИОФАУНЫ ВОДОХРАНИЛИЩА ИМАНДРА

Колпашников А.А. (Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии,
a.kolpashnikov@gmail.com)

Имандра – самый большой водоем на Кольском полуострове. Имандра – водохранилище озерного типа. После строительства в 1936 г. плотины Нивской ГЭС на вытекающей из озера реки Нива, озеро было преобразовано в водохранилище с многолетним регулированием стока. Длина озера равна 109 км, ширина меняется от 9 до 19 км, общая площадь водоема 885,1 км². Среднее годовое колебание уровня воды составляет 1,6 м, достигая в отдельные годы до 3 м от наибольшего уровня. Озеро состоит из трех в значительной мере обособленных плесов: Большой, Экостровской и Бабинской Имандры, соединенных между собой салмами. Наибольшую площадь водного зеркала имеет Иокостровская Имандра – 352,2 км².

На дне Имандры широко представлены каменистые грунты, еще более широко – песчаные, среди которых нередки и валунные скопления. Песчаные грунты обычно располагаются на глубинах 10-15 м. Но наибольшую площадь на дне озера представляют илистые грунты, выстилая глубины 10-15 м. Летом на озере преобладают преимущественно ветровые течения (поверхностные), скорость которых изменяется от 4 до 12 см/с. Стоковые течения имеют место в приустьевых участках и в проливах. По гидрохимическому составу воды Имандра является типичным для Заполярья водоемом с низкой минерализацией воды (25-60 мг/л). Кислородный режим водоема благоприятен для фауны (9,0-11,5 мг/л). По своим продуктивным характеристикам Имандра относится к олиготрофным водоемам.

Для водохранилища Имандра характерен следующий состав ихтиофауны: кумжа (*Salmo trutta* L.), голец (*Salvinus alpinus* L.), ряпушка (*Coregonus albula* L.), сиг (*Coregonus lavaretus* L.), хариус (*Thymallus thymalus* L.), корюшка (*Osmerus eperlanus* L.), щука (*Esox Lucius* L.), голянь (*Phoxinus phoxinus* L.), налим (*Lota lota* L.), колюшка девятииглая (*Pungitius pungitius* L.), окунь (*Perca fluviatilis* L.), ерш (*Acerina cernua* L.). Промысловое значение имеют 9 видов рыб: сиг, щука, голец, кумжа, хариус, окунь, налим, ряпушка и корюшка. Наибольшее рыбохозяйственное значение имеют лососевые и сиговые виды рыб. По своей структуре ихтиоценоз делится на: планктофагов – молодь рыб, ряпушка; бентофагов – сиг, ерш, голянь, девятииглая колюшка и хищников - кумжа, голец, радужная форель, щука, окунь, налим, корюшка.

В питании рыб бентофагов, за исключением голяня и колюшки, преобладает понтопорея (*Pontoporeia affinis*), численность которой на отдельных участках озера превышает 1000 экз/м³. В целом биомасса бентоса в озере невысока 0,8-1,4 г/м². Высокую конкуренцию бентофагам составляет корюшка, которая потребляет в пищу как ряпушку, так и понтопорею и при этом имеет высокую численность. Так, по данным учетного вылова в 2008 ФГУ «Мурманрыбвод», в водохранилище Имандра в процентном соотношении в видовом составе уловов корюшка занимает второе место после сига (Рис. 1). Основу рациона лососевых рыб по массе составляют ряпушка и корюшка. В питании окуня доминирует также ряпушка. Налим использует в пищу ряпушку, молодь сига, окуня и ерша.

По данным ФГУ «Мурманрыбвод», учетный статистический вылов на водохранилище Имандра составил 12,25 т, что выше среднестатистического вылова за предыдущие десять лет (Табл. 1.). При осуществлении промышленного рыболовства на водохранилище выловлено 4,67 т рыбы. Ведущими видами по объему вылова являются

ряпушка (1,55 т) и корюшка (2,04 т). При осуществлении любительского рыболовства вылов составил 7,58 т рыбы (из них сига - 2,946 т, щуки – 1,236 т, налима – 0,870 т, окуня – 1,736 т, кумжи – 0,007 т, гольца – 0,0015 т, хариуса – 0,037 т, корюшки – 0,131 т, ряпушки – 0,134 т, плотвы - 0,478 т). Как видно, любительское рыболовство в основном направлено на изъятие особо ценных видов рыб, в первую очередь сиговых, что в значительной степени оказывает влияние на качественный состав ихтиофауны водохранилища Иmandра.

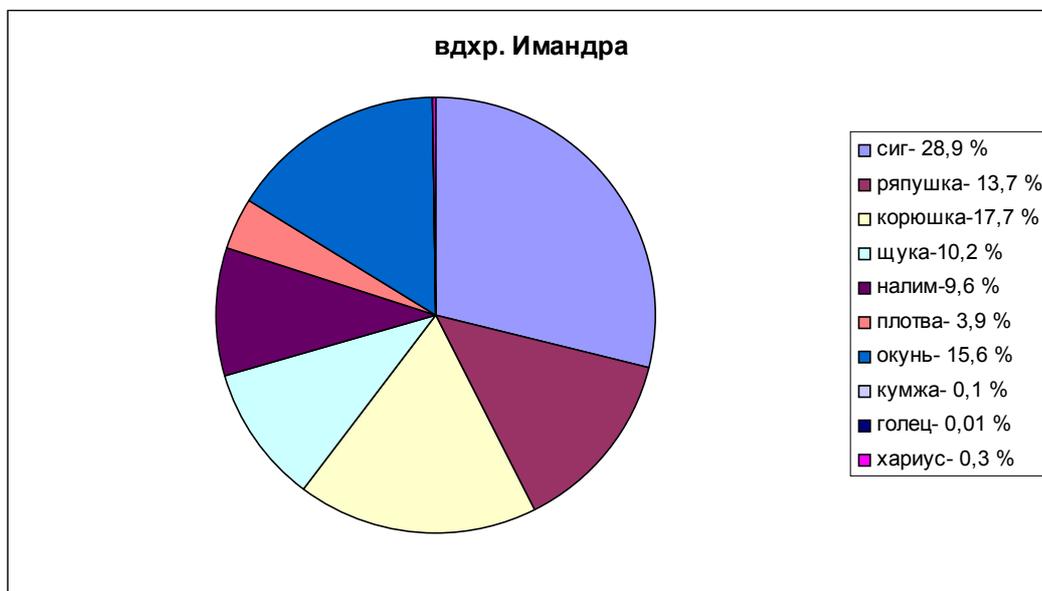


Рисунок 1. Видовой состав уловов водохранилища Иmandра в 2008 г.

Таблица 1. Вылов рыбы в водохранилище Иmandра за 10 лет (тонн)

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Вдх. Иmandра	8.4	12.4	12.6	10.393	16.952	11.981	7.045	1.954	6.589	12.339

Таблица 2. Размерно-возрастной состав рыб (ряпушка, корюшка, окунь)

Вид	Возраст	Количество	Средняя длина, см
Ряпушка	2+	15	11.5
	3+	201	13
Корюшка	2+	5	9.5
	3+	36	14
	4+	20	18.5
	5+	20	20.5
	6+	4	19.7
Окунь	3+	7	17.2
	4+	20	22
	5+	37	24
	6+	17	24.5
	7+	9	23
	8+	1	22

В ходе обследования в 2008 водохранилища Имандра было выявлено значительное количественное преобладание в уловах ряпушки и корюшки, 71 % от общего улова (216 экз. ряпушки, 85 экз. корюшки, 91 экз. окуня, 20 экз ерша, 6 экз. сига, 2 хариуса, 1 экз. щуки и 1 экз. гольца). Размерно-возрастные показатели по ряпушке, корюшке и окуню представлены в таблице 2.

Заметное влияние на качественный состав ихтиофауны водохранилища Имандра оказывает загрязнение водоема производственными и хозяйственно бытовыми отходами. Этот водоем подвержен значительному антропогенному прессу. В результате загрязнения промышленными стоками, в первую очередь, предприятий «Апатит» и «Североникель» произошли количественные и качественные изменения в кормовой базе рыб, претерпели изменения абиотические показатели. Это привело к снижению запасов сига и других ценных видов рыб.

Однако, не смотря на это, промысел не использует полностью природные возможности водоема. Увеличение вылова возможно за счет роста активности рыболовов любителей и организации спортивного рыболовства на водоеме. А так же более полного использования возможностей промышленного лова. Промышленное рыболовство оказывает благоприятное воздействия на качественный и количественный состав ихтиофауны. Промысловая нагрузка при осуществлении промышленного рыболовства направлена на изъятие менее ценных, и хищных видов рыб, поедающих икру и молодь рыб (корюшка, щука, налим), что создает более подходящие условия для развития особо ценных видов (сиговые, лососевые).

ХАРАКТЕРИСТИКА СИГА *COREGONUS LAVARETUS* (L.) КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Колпашников А.А. (*Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии,*
a.kolpashnikov@gmail.com)

Сиг, как и голец, относится к сложнокомплексным видам. Он образует множество экологических форм, отличающихся друг от друга целым рядом морфологических признаков, местами и сроками нереста, особенностями питания, роста, плодовитостью и многими другими биологическими параметрами. Распространение сига - циркумполярное, обитает в озерах, реках, водохранилищах, выходит в эстуарные районы. Ранее было описано 33 подвида, но в последнее время их число сокращено.

Как и у кумжи у сига Кольского полуострова отмечено несколько экологических форм - озерный сиг, озерно-речной и полупроходной. Озерный сиг наиболее распространен. Среди озерного сига различают 3 формы - многотычинковый, среднетычинковый, малотычинковый сига, отличающиеся морфологическими признаками, образом жизни, некоторыми популяционными параметрами, в частности численностью, темпом роста особей и ролью в функционировании ихтиоценозов. Озерно-речной сиг встречается реже озерного. Отмечен ранее для Серебрянковских водохранилищ и в 2006 году специалистами ФГУ «Мурманрыбвод» при проведении контрольных и научных ловов в оз. Гирвас. По-видимому, встречается и в других крупных водоемах.

Полупроходной сиг более редок, чем озерно-речной и озерный. По структуре чешуи и характеру миграции отмечен в 2006 году в р. Кола (Табл. 1.).

Таблица 1. Линейный диапазон возрастных групп сига

Возрастная группа	Длина рыбы, см	
	min	max
1.	9,5	15,5
2.	10	20,5
2+	11	35
3.	15,5	22,5
3+	6	30
4.	16,1	28
4+	12	35
5.	20,4	38
5+	14	48
6.	21	35
6+	14	49
7.	23	47
7+	20	53
8+	20	51
9+	19	47
10+	21	51
11+	36	55
12+	51	55
13+	46	46

Сиг в уловах 2006 года представлен в основном средневозрастными особями. При сравнении одноразмерных групп в первую очередь выявляются высокие колебания длины и веса рыб (табл. 1.). Причиной столь высоких колебаний служит различный темп роста сига в разных водоемах, а также то, что в ходе проведения контрольных ловов не проводилось диагностика сигов по принадлежности к различным формам: многотычинковому, среднетычинковому и малотычинковому сигу.

Общее соотношение самок и самцов сига в уловах составляет 1:1,2. Однако и этот показатель значительно варьирует по разным водоемам. Опять же такие различия могут быть связаны как с популяционными особенностями, так и с характером проведенного лова.

По полученным данным за 2006 год наиболее быстрым ростом отличается сиг озер Канозеро, Килпъявр, Верхнее и Нижнее Чалмозеро, Сейдозеро, Пиренгского водохранилища, реки Печенга.

Сравнивая показатели зрелости рыб в преднерестовый период, выявлена следующая особенность. После середины сентября у 22% рыб длиной тела более 30 см и в возрасте 6+, то есть у особей которые должны были отнереститься в текущем году или уже хотя бы один раз нерестились, гонады находились на 2-3 стадии зрелости. То есть данные рыбы пропускали нерест. Пропуск нереста сигом является известным фактом и был также отмечен для сига Ловозера, при этом процент рыб пропускающих нерест составлял 20%. Пропуски нерестовых чаще происходят тогда, когда рыба не достигает определенного уровня жирности. Самки в уловах имели несколько меньший процент жирности, чем самцы - в среднем 1,5 балла против 1,8, что может быть связано с большей затратой энергии самками при подготовке к нересту.

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДОЕМОВ МУРМАНСКА МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Лазуренко В.В. (Мурманск, МГТУ, отдел лицензирования и аккредитации)

Abstract. The topic of the given work is "The qualitative estimation of the level of pollution of the water bodies of Murmansk by the method of biotesting." The water bodies of the city of Murmansk were the object of the research. The water bodies were investigated in 2007-2008. The technique using has not been applied to the chosen water bodies before.

В условиях постоянно нарастающего антропогенного загрязнения источников водоснабжения обеспечение безопасности и безвредности питьевой воды, поставляемой населению предприятиями водоснабжения, в значительной мере зависит от полноты, достоверности и оперативности контроля качества воды. Высокая токсичность и соответственно низкие значения предельно допустимых концентраций для ряда тяжелых металлов и большинства органических токсикантов существенно усложняют процедуры аналитического химического контроля, требуют продолжительного времени и весьма значительных материальных затрат на проведение комплексного контроля качества воды. Кроме того, проведение даже полного анализа качества воды по всем установленным в нормативных документах индивидуальным показателям не дает возможность определить их комплексное воздействие на организм человека, а принятие системы суммирования относительных концентраций не отражает в полной мере механизм совокупного воздействия токсикантов на степень опасности потребляемой человеком воды.

В связи с этим наряду с традиционными методами для контроля качества воды в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения могут применяться методы биологического тестирования, основанные на оценке степени опасности воды источников водоснабжения и питьевой воды по реакции специально подготовленных живых организмов - тест-объектов.

Особенность информации, получаемой с помощью методов биотестирования, состоит, в интегральном характере восприятия и отражения всех токсических воздействий, обусловленных совокупностью содержащихся в воде токсикантов и комплексных факторов их совместного присутствия.

Возможно комплексное использование различных био-тестов, взаимно дополняющих друг друга по чувствительности к различным группам токсикантов.

Исследования ориентированные на оценку общей токсичности вод поверхностных водоемов с применением живых организмов (тест-объектов) позволяют дать комплексную оценку состояния экосистемы и использовать их с многокомпонентными и непостоянными источниками загрязнения.

Значимость данной работы заключается в том, что полученные данные могут быть использованы для общей оценки состояния водоемов при проведении мониторинга загрязнения окружающей среды.

Целью настоящего исследования являлась качественная оценка загрязненности водоемов г. Мурманска методом биотестирования.

Объектом исследования являлась вода, отбираемая из водоемов г. Мурманска (оз. Окуневое, оз. Ледовое, оз. Семеновское, река Кола, река Тулома).

Исследования проводились в течение 2007-2008 г.г., посезонно. Отбор проб воды осуществляли 2 раза в неделю, по каждому водоему. Всего было исследовано 480 проб воды. По каждому водоему было исследовано по 96 проб.

Бассейн р.Тулома представлен реками Лотта, Акким, Вува и Нота (по одному створу) и Верхнетуломским водохранилищем (5 створов). Загрязнение р.Тулома происходит за счет хозяйственно-бытовых и производственных стоков поселков, расположенных на ее берегах и на берегах рек ее бассейна, Верхнетуломского водохранилища, которые не имеют очистных сооружений.

Бассейн р. Кола представлен реками Кола (3 створа) и Кица и оз. Колозеро. Реки относятся к озерно-речным системам. В реку Кола и ее притоки поступают сточные и фильтрационные воды с полей, территорий, навозохранилищ и жижеборников совхозов "Мурманск", "Пригородный", "Кольский", ОПХ "Восход", птицефабрик "Мурманская" и "Снежная" и промышленные, бытовые и ливневые сбросы некоторых мелких предприятий и поселков, расположенных по берегам реки.

Река Кола - это питьевой и рыбохозяйственный водный объект высшей категории. В районе поселка Тайбола находится рыболовный завод по разведению мальков семги. В 5 км выше устья расположен водозабор гг. Мурманск и Кола.

Ледовое озеро расположено почти в центре города, между Кольским проспектом и Горелой горой. Назвали его Ледовым потому, что раньше поморы заготавливали здесь для хозяйства лёд и даже брали его в долгие экспедиции: растопив лёд, воду можно было пить. От загрязнения бытовыми отходами, грязными стоками автохозяйства, которые на берегу озера, Ледовое чуть не погибло.

Семёновское озеро расположено в городской зоне Мурманска. Сток воды - по ручью Семёновский в Кольский залив. Озеро находится в северной части города Мурманска, почти по его берегу проходит улица Героев-североморцев. На другом берегу озера - "Лапландия" (Дом детского творчества). Сейчас это зона отдыха мурманчан и это очень негативно сказывается на состоянии озера, так же надо учитывать, что практически по краю озера проходит крупная проезжая часть, что еще больше усугубляет загрязненность озера.

Окуневое озеро расположено в Первомайском округе в районе Долина Уюта рядом с озером находятся больница ОМСЧ "Севрыба" и авто-городок № 13. На территории авто-городка №13 присутствует мойка машин не замкнутого типа. Это одни из самых сильных загрязнителей озера.

Исследования проводились по методике определения токсичности воды с использованием инфузории *Stylonychia mytilus*

Методика основана на установлении различия между количеством погибших стилонихий в анализируемой пробе (опыт) и культивационной воде (контроль).

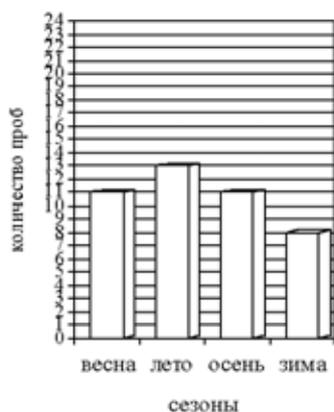


Рис.1. Озеро Ледовое.
Количество токсичных проб воды в разные сезоны.

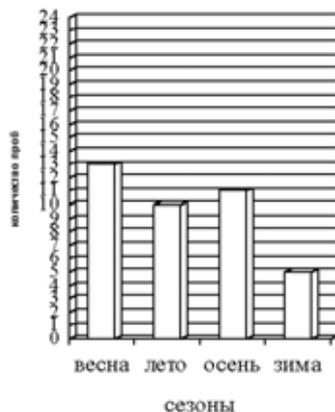


Рис.2. Озеро Семеновское..
Количество токсичных проб воды в разные сезоны.

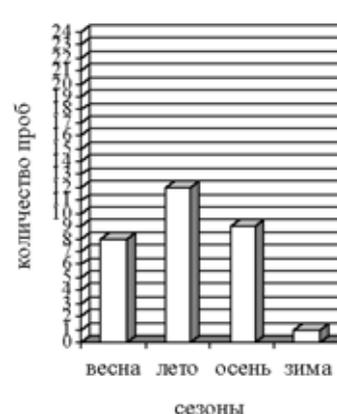


Рис.3. Озеро Окуневое.
Количество токсичных проб воды в разные сезоны.

Критерием острой летальной токсичности является гибель 50% инфузорий и более в опыте по сравнению с контролем за 48 ч биотестирования.

Общая продолжительность биотестирования составляет 48 ч. Предварительный просмотр делают через 15 мин., 1 час, 6 часов, 24 часа. Во время предварительных просмотров проверяют реакцию тест-организма на окружающую среду, реакция может проявляться следующим образом: замедление или увеличение подвижности, прекращении размножения либо наоборот, гибель тест-организма. Если токсичность исследуемой воды очень высокая, то уже через 1 час наступает гибель тест-организма.

За окончательный результат считают 48 часов, в течение которого количество клеток инфузории уменьшается, остается неизменным или увеличивается.

Из представленных данных следует, что в зимний период количество токсичных проб воды значительно меньше, чем в летний и осенне-весенний период. В зимний период вода практически не подвергается загрязнению т.к. находится под толщей льда и загрязняющие вещества попадают в воды водоемов в незначительных количествах. В летний период было выявлено наибольшее количество токсичных проб. Исключение составило озеро Семеновское что по всей вероятности можно объяснить тем, что в весенний период (май месяц) количество токсичных проб воды в озере Семеновское было самым высоким по сравнению с другими озерами.

Весной и осенью во всех озерах количество токсичных проб воды было практически одинаковым. Это можно объяснить тем, что в эти периоды поступление токсических веществ обусловлено одними и теми же причинами: таяние снега, дожди.

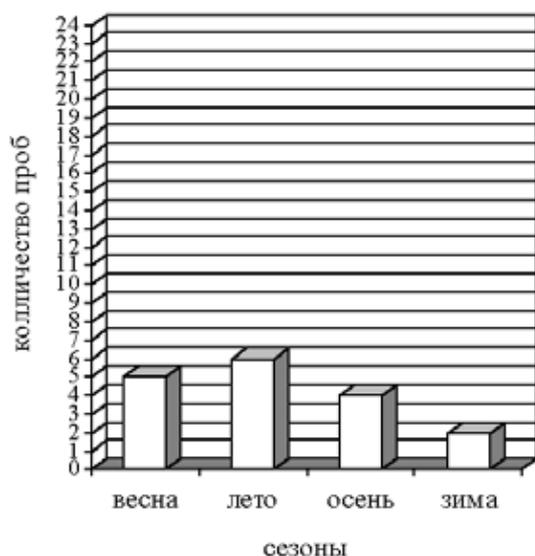


Рис.4. Река Тулома. Количество токсичных проб воды в разные сезоны.

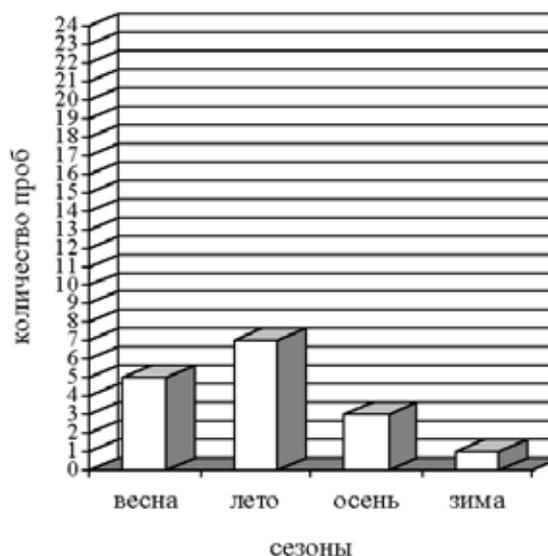


Рис.5. Река Кола. Количество токсичных проб воды в разные сезоны.

Из представленных данных следует, что в зимний период количество токсичных проб воды значительно меньше, чем в летний и осенне-весенний период. В зимний период вода практически не подвергается загрязнению т.к. находится под толщей льда и загрязняющие вещества попадают в воды водоемов в незначительных количествах. В летний период было выявлено наибольшее количество токсичных проб это можно объяснить тем, что поверхностный сток с площади водосбора содержит органические и минеральные вещества, вымываемые из почвы, микроорганизмы, в том числе попадающие в почву с физиологическими выделениями людей и животных. В период

паводка часть прибрежной полосы вместе с растительным покровом затопляется. Процесс этот сопровождается ин-тенсивным распадом остатков растений, в результате чего в водоем поступает значительное количество растворенных веществ.

Весной и осенью в реках количество токсичных проб воды было практически одинаковым. Это можно объяснить тем, что в эти периоды поступление токсических веществ обусловлено одними и теми же причинами: таяние снега, дожди.

В ходе исследования воды открытых водоемов г.Мурманска были получены и обработаны данные, которые позволили оценить общую токсичность водоемов города Мурманска. Полученные данные позволяют сделать заключение, что в летний период вода в озерах и реках более токсична. Это объясняется таянием снега, т.к. при этом в озера и реки попадает большое количество мусора при помощи талых вод, а талые воды несут с собой как физические, так и химические элементы и производственные осадки горючих материалов (бензин, солярка, мазут).

В летний период средняя температура воды составляла +10-12°C, а в зимний период +1-3°C. Что позволяет сделать заключение, чем выше температура воды, тем больше растворимость большинства ядов и их концентрация в воде. При низкой температуре многие соединения выпадают в осадок, плохо проникают в организм гидробионтов. С другой стороны, температура оказывает неспецифическое влияние, поскольку с ней связана интенсивность обмена веществ и скорость всасывания токсикантов. С подъемом температуры воды повышается чувствительность организмов к ядам, сокращается время проявления симптомов интоксикации и ускоряется гибель. Поэтому концентрации, нетоксичные при низких температурах, могут оказаться летальными при повышенных температурах.

Общее количество токсичных проб воды в озерах составляет от 31% до 44%, что говорит о высоком уровне загрязненности водоемов. В реках общее количество токсичных проб воды составляет от 16% до 17%, что говорит о низкой токсичности.

Самая высокая загрязненность озер Семеновское, Ледовое, Окуновое (май) приходится на летний период, а самая низкая на зимний период. В реках Тулома и Кола, самая высокая загрязненность приходится на летний период, а самая низкая на зимний.

На загрязненность воды водоемов и ее высокую токсичность влияют: располагающиеся в водоохраной зоне предприятия, сбрасывающие сточные и ливневые воды.

Список литературы:

- 1) Новиков Ю.В., Оценка качества воды по комплексным показателям / Ю.В. Новиков, С.И. Плитман, К.С. Ласточкина и др // Гигиена и санитар. 1987. № 10. - С. 7-11.
- 2) Окснюк О.П., Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О.П. Окснюк, В.Н. Жукинский, Л.П. Брагинский и др. // Гидробиол. журн. 1993. Т. 29. № 4. - С. 62-77.
- 3) Лукьяненко В.И. Экологические ПДК и комплексный экологический мониторинг качества вод / В.И. Лукьяненко., Г.С.Розенберг, Г.П.Краснощевков/ Волжский бассейн: экологическая ситуация и пути рационального природопользования - Тольятти: ИЭВБ РАН, 1996. - С. 218-219.

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕГИОНЕ

Мартемьянова Е.С., Дроздова Е.И. (Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии; axday@mail.ru; ellenium@bk.ru)

Аннотация. Выполнен анализ платежей за негативное воздействие на окружающую среду и размещение отходов от предприятий региона, занимающихся различной производственной деятельностью. Представлены затраты на природоохранные мероприятия и экологические льготы; а также финансирование природоохранных затрат региона.

Экологическая безопасность и устойчивое развитие Мурманской области во многом зависят от экологической политики крупнейших предприятий горнодобывающей промышленности и цветной металлургии, объектов ВПК, деятельность которых оказывает существенное негативное воздействие на окружающую среду. Основным инструментом управления экологической безопасностью региона является экономическое регулирование природоохранной деятельности предприятий и органов местного самоуправления.

На примере деятельности горнообогатительного предприятия (ОЛКОН), горнометаллургического предприятия (Кольская ГМК) и автотранспортного предприятия (автобаза почтовой связи) показаны возможности экономического регулирования негативных воздействий на окружающую среду (рис.1-6).

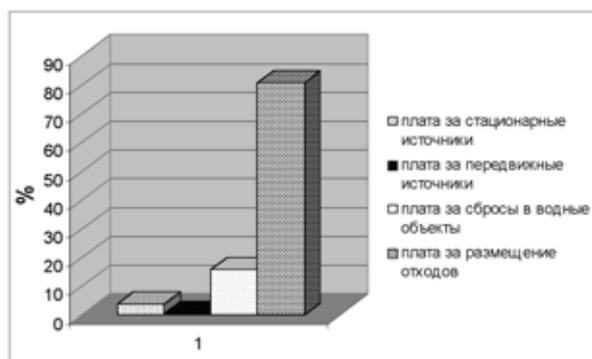


Рис. 1 . Структура платежей за загрязнение ОС ОАО "Оленегорский ГОК"

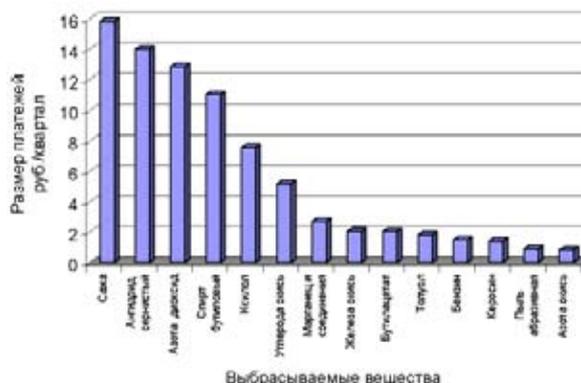


Рис.2. Структура платы за выбросы ЗВ от стационарных источников автобазы почтовой связи

Основной долей платы за негативное воздействие на окружающую среду ОАО "Оленегорский ГОК" является платеж за размещение отходов, достигающий 82 % от общей суммы платежей за негативное воздействие, так как одним из основных способов обращения с крупнотоннажными отходами является их складирование в поверхностных хвостохранилищах. Наибольшие платежи при обслуживании автотранспорта связаны с выбросами высоко токсичных соединений сажи, соединений серы, азота (рис.2). Динамика платежей за загрязнение окружающей среды и размещение отходов на Кольской ГМК свидетельствует о значительных годовых суммах (110- 115 млн руб/год).

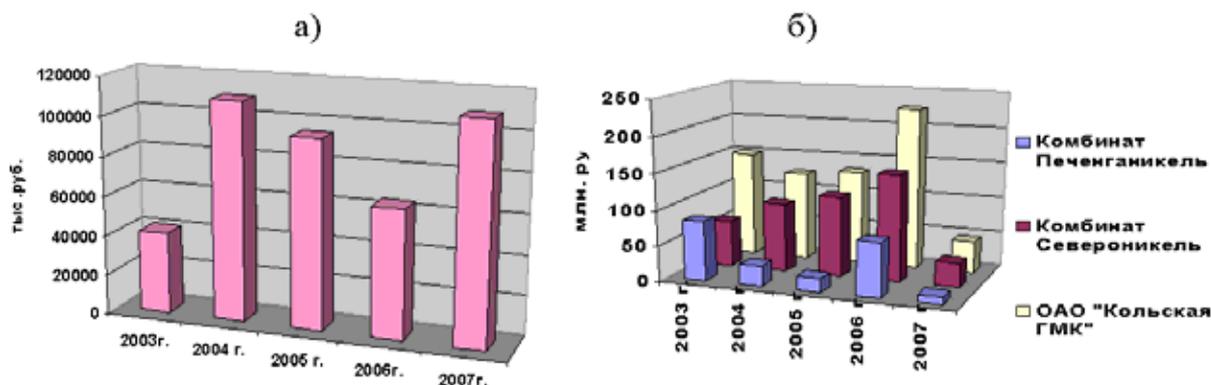


Рис. 3. Динамика платежей за загрязнение окружающей среды и размещение отходов (а) и освоения капитальных вложений ОАО "Кольская ГМК" в природоохранные мероприятия (б).

Однако Кольская ГМК стремится минимизировать вредное воздействие производства на ОС, реализуя природоохранные мероприятия, которые финансируются за счет собственных средств Компании, гранта Правительства Норвегии и кредита Nordic Investment Bank. Реализуя комплекс природоохранных мероприятий, Кольская ГМК стремится соблюдать баланс экономических и социально-экологических интересов. Они направлены как на развитие собственного производства и экономики Мурманской области в целом, так и на снижение негативного влияния промышленного производства на состояние здоровья работников и жителей региона, сохранение и восстановление ОС (табл.1).

Таблица 1. Затраты ОАО "Кольская ГМК" на природоохранные мероприятия (млн. руб)

Предприятие	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.
Освоение капитальных вложений на природоохранные мероприятия					
ОАО "Кольская ГМК", всего, в т. числе:	148,998	124,928	132,662	225,832	44,39
ГМК Североникель	65,427	96,351	113,588	150,147	34,14
ГМК Печенганикель	83,571	28,577	19,074	75,685	10,25
Затраты на научно-исследовательские работы					
ОАО "Кольская ГМК", всего, в т. числе:	6,14	6,76	10,60	10,4	18,49
ГМК Североникель	4,46	4,22	5,15	5,88	16,83
ГМК Печенганикель	1,68	2,54	5,45	4,52	1,66
Рекультивация земель и озеленение					
ОАО "Кольская ГМК", всего, в т. числе:	2,92	11,46	12,63	12,55	12,525
ГМК Североникель.	2,72	9,8	10,4	10,196	10,175
ГМК Печенганикель	0,19	1,66	2,23	2,35	2,35

Указанные мероприятия подпадают под перечень природоохранных мероприятий, утвержденный Госкомэкологии России [1], за исполнение которых согласно постановлений Правительства РФ, полагается льгота по плате за негативное воздействие на ОС [3,4]. Поэтому постановлением [5] затраты на выполнение природоохранных мероприятий ОАО "Кольская ГМК" были засчитаны в счет платы за негативное воздействие на ОС в следующем году в размере 38737 тыс. рублей; ОАО "Апатит" – в размере 29600 тыс. руб; ГОУП "Мурманскводоканал" – 1572, 5 тыс. руб. Перечисленное является примером того, как предприятие, вкладывая значительные средства в природосберегающие технологии и природоохранные мероприятия, может получать государственные льготы по экологическим платежам.



Рис. 4. Инвестиции, направленные на охрану окружающей среды региона (млн руб)

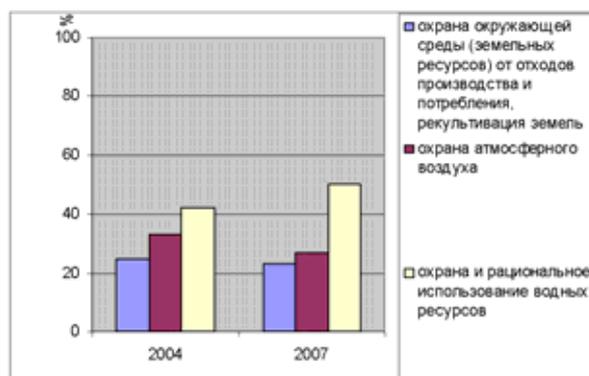


Рис. 5. Структура текущих затрат, направленных на охрану окружающей среды, %

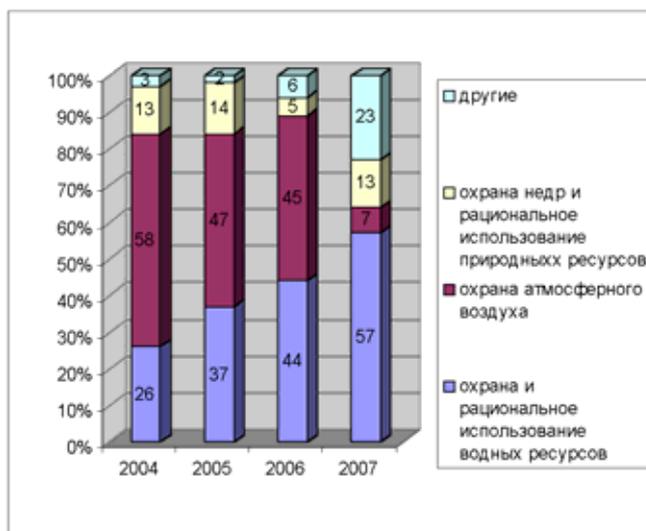


Рис. 6. Структура инвестиций в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов

Предприятия области являются основным источником инвестиций в основной капитал, направленный на охрану окружающей среды (рис. 4). Их доля составляет 87 % в общем объеме инвестиций. Кроме того, финансирование природоохранных мероприятий ведется за счет средств федерального и областного бюджетов в рамках целевой программы по обеспечению экологической безопасности региона.

В структуре природоохранных инвестиций, направленных в основной капитал, а также в структуре текущих затрат более 50 % занимает охрана и рациональное использование водных ресурсов (рис. 5, 6). При весьма сложном и дорогостоящем оборудовании затраты на очистку воды выше затрат на очистку воздуха, хотя ущерб от загрязнения воздуха не меньше, чем от загрязнения воды. Поэтому неслучайно, затраты на защиту атмосферы в масштабе страны составляют около 10-15%, водного бассейна – 75-80% всех расходов на охрану окружающей среды, остальная часть приходится на защиту от твердых отходов (с развитием атомной энергетики эти расходы увеличиваются). Наиболее рациональным путем сбережения воды в промышленности считается создание оборотных и замкнутых систем водоснабжения, исключая сброс воды в водоемы. При таком водоснабжении предусматривается охлаждение и

необходимая очистка сточной воды, охлаждение оборотной воды, ее обработка (водоподготовка) и повторное использование. Применение оборотного водоснабжения позволяет в 20-50 раз уменьшить потребление природной воды. Однако реализовать 100% водооборот на производствах, где вода входит в контакт с сырьем или продуктом практически нереально, в первую очередь, из-за экономической нецелесообразности (чем выше процент водооборота, тем выше затраты). Стоимость очистки сточных вод даже после значительного разбавления очень велика. После достижения 80 % водооборота затраты начинают расти в геометрической прогрессии. Так, если принять стоимость 90 % очистки за 1 условную единицу (у.е), то очистка на 99% будет дороже в 10 раз, а очистка на 99,9%, которая требуется чаще всего, будет дороже уже в 100 раз, т.е. составит 100 у.е. В результате локальная очистка сточных вод только от характерных для данного вида стоков загрязнений для их повторного использования в том же производстве оказывается существенно дешевле их полной очистки в соответствии с требованиями санитарных органов.

Таким образом, экономика Мурманской области базируется и развивается за счет видов экономической деятельности, интенсивно эксплуатирующих природные ресурсы и оказывающих негативное влияние на состояние ОС. Объем очищенных сточных вод до нормативных значений составляет 4%. Образование твердых отходов увеличивается ежегодно. Такая тенденция прогнозируется и на перспективу. Региональный характер эффекта природоохранных мероприятий проявляется не только и не столько на предприятиях и в отраслях, где проводятся эти мероприятия, а на всей территории, на которую распространяется их действие. Поэтому для того, чтобы определить эффект природоохранных мероприятий, необходимо установить не только затраты этого предприятия или отрасли, но и изменение затрат у предприятий, использующих нарушенные природные ресурсы. Необходимо ужесточать экономические санкции, искать эффективные пути обеспечения экологической безопасности региона.

Список литературы:

- 1) Примерный перечень работ и услуг природоохранного назначения: Приказ Госкомэкологии России № 102 от 06.09.1999.
- 2) Об утверждении Порядка заполнения и представления формы федерального государственного статнаблюдения № 4-ОС "Сведения о текущих затратах на охрану окружающей среды и экологических платежах": Постан. Госкомстата РФ № 80 от 01.09.2003.
- 3) Об утверждении Положения о составе затрат по производству и реализации продукции (затрат, услуг), включаемых в себестоимость продукции (затрат, услуг) и о порядке формирования финансовых результатов, учитываемых при налогообложении прибыли: Пост. Правит. РФ № 552 от 5 авг. 1992г.
- 4) О порядке корректировки размеров платы за негативное воздействие на окружающую среду природопользователей с учетом освоения ими средств на выполнение природоохранных мероприятий: пост. Правит. Мурман. Обл. № 217-ПП от 29.06.2004.
- 5) О зачете средств, освоенных предприятиями ОАО «КГМК», ОАО «Апатит», ГОУП «Мурманскводоканал» в 2006г. на выполнение природоохранных мероприятий, в счет платы за негативное воздействие на окружающую среду в 2007г.: Пост. Правит. Мурман. области № 566-ПП от 23.11.2007.

СОДЕРЖАНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ЗОНЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОЛЬСКОЙ АЭС

Минченок Е.Е. (Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии, elena_minchenok@mail.ru)

Abstract. Some questions of content of radionuclids in plants and soil at different distance from Kola Nuclear Power Plant have been considered in this article. The major factors which influence on changing of content of radionuclids were studied.

Одним из местных промышленных источников поступления радиоактивных веществ в окружающую среду является Кольская АЭС. Радионуклиды поступают в окружающую среду с газоаэрозольными выбросами в атмосферу и с промливневыми и хозяйственными стоками в губу Молочную оз. Бабинская Имандра.

Радиационный мониторинг в районе размещения КАЭС ведется с 1972 года, когда были выполнены «фоновые» замеры радиоактивности основных природных объектов. Радиологическая группа Апатитского центра ГСЭН осуществляет мониторинг содержания радионуклидов в атмосферном воздухе, водоемах, питьевой воде, растительности, почве и других объектах природной среды в зоне деятельности КАЭС. Для наблюдения за радиоактивностью объектов внешней среды выбраны постоянные контрольные участки или районы наблюдений: 1-й контрольный участок «грязный» - территория в 30-ти км зоне Кольской АЭС; 2-й контрольный участок «чистый» - территория за пределами этой зоны.

В таблице 1 представлены сведения о суммарной бета-активности в почве и растительности в зоне наблюдения Кольской АЭС.

Таблица 1. Суммарная бета-активность (ГБк/км²) почвы и растительности (Бк/кг) в зоне наблюдения Кольской АЭС в 2004-2007 гг.

(Материалы докладов по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2004-2007гг.)

Наименование	2004	2005	2006	2007
Почва – контрольная точка	-	28.86	28.12	0.16
Почва – наблюдаемая зона	-	13.32	11.84	0.16
Трава – контрольная точка	105.8	209.7	201.6	111,1
Трава – наблюдаемая зона	126.9	132.9	102.4	80,1
Хвоя – контрольная точка	97.6	68.1	90.6	63,1
Хвоя – наблюдаемая зона	78.25	79.6	75.4	33,8

Почва является естественным биогеохимическим барьером на пути миграции радионуклидов в экосистемах. С инфильтрационным стоком мигрируют десятые – сотые доли % суммарного количества радионуклидов в год. При этом за пределы почвенного профиля выход радионуклидов с гравитационной влагой составляет не более сотых долей % в год. Таким образом, в почве аккумулируется основное количество активности: от 80 до 95%.

Фоновая плотность радиоактивных веществ в почве (контрольная точка – п. Африканда) составляет величину $1.59 \cdot 10^{10}$ Бк/км² или 15.9 ГБк/км² (Доклад по охране окружающей среды ..., 2008). По данным табл.1 плотность радиоактивных веществ в почве в 2004-2007 гг. колеблется в больших пределах от 0.16 до 28.86 ГБк/м². Отмечено незначительное превышение фонового уровня в 2005 и 2006 гг. – 28.86 и 28.12 ГБк/м²

соответственно. Такую ситуацию можно объяснить сложными процессами перераспределения радионуклидов в почвенном профиле: диффузией свободных и сорбированных ионов, конвективным переносом радионуклидов в ионной форме и составе органических и неорганических коллоидов, гидрологическим режимом и физическими свойствами почвы.

Суммарная бета-активность в траве и хвое сосны колеблется в пределах от 33.8 до 209.7 Бк/кг, что соответствует фоновым значениям.

О состоянии загрязнения территории от антропогенных источников (ядерные взрывы и аварии, последствия деятельности атомной энергетики) можно судить по содержанию цезия-137 и стронция-90 в компонентах природной среды. Эти искусственные радионуклиды характеризуются высокой биологической активностью. Ситуация считается относительно удовлетворительной при радиоактивном загрязнении по цезию-137 и стронцию-90 соответственно до 1 и 0.3 Ки/км². Запас цезия-137 на всей территории Мурманской области не превышает глобального фонового уровня, установившегося к началу 1981 года, и колеблется от 0 до 0.4 Ки/км². На долю чернобыльского цезия приходится 30% от суммарного запаса, и локализуется он в верхнем слое почвы, до 2 см. По содержанию цезия -137 территория Мурманской области относится к незагрязненным, так как запасы его меньше 1 Ки/км² (Экологический атлас Мурманской области, 1999).

По данным лаборатории мониторинга Госкомгидромета, вклад аварийного выброса на ЧАЭС в формирование загрязнения почвы региона цезием-137 оценивается 23%, ядерных взрывов – 75%, а влияние атмосферных выбросов КАЭС – всего 2% (Состояние окружающей природной среды ..., 2001).

В таблице 2 приведены сведения о содержании стронция-90 и цезия-137 в траве и хвое в зоне наблюдения Кольской АЭС.

Таблица 2. Среднее содержание Sr-90 и Cs-137 (Бк/кг) в растениях в зоне наблюдения Кольской АЭС в 2004-2007 гг.

(Материалы докладов по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2004-2007гг.)

Наименование	2004		2005		2006		2007	
	Sr-90	Cs-137	Sr-90	Cs-137	Sr-90	Cs-137	Sr-90	Cs-137
Трава – контрольная точка	9.40	1.58	6.30	0.38	5.5	0.28	1,33	2,7
Трава – наблюдаемая зона	5.20	0.46	3.12	0.19	5.0	0.34	5,8	3,05
Хвоя – контрольная точка	15.4	1.50	3.60	3.54	8.40	4.30	1,2	0,64
Хвоя – наблюдаемая зона	15.0	1.75	1.30	6.30	1.29	0.30	1,0	0,66

До пуска Кольской АЭС (1972 г.) удельная активность радионуклидов в траве составляла: цезия-137 – 4.4 – 480 Бк/кг, стронция-90 – 14 – 126 Бк/кг (Состояние окружающей природной среды ..., 2001). За период 2004-2007 гг. среднегодовое содержание цезия-137 в траве составило от 0.19 до 3.05 Бк/кг, в хвое сосны – от 0.30 до 6.30 Бк/кг; среднегодовое содержание стронция-90 в траве составило от 1.33 до 9.40 Бк/кг, в хвое сосны – от 1.0 до 15.4 Бк/кг. По данным табл.2 загрязнение растительности долгоживущими радионуклидами находится на фоновом уровне. За период 2004-2007 гг. не выявлена зависимость между уровнем удельной радиоактивности в траве и хвое и деятельностью Кольской АЭС.

Исследования глобального фона радиоактивного загрязнения в наземных экосистемах в 1999г. (по сравнению с 1980 г.) показали, что в почвах северных регионов наблюдается некоторое увеличение цезия-137 и заметное возрастание содержание этого изотопа в зеленых частях растений. Этот факт объясняется глобальным переносом радионуклидов в результате Чернобыльской аварии и ядерных испытаний (Покаржевский и др., 2003), а, следовательно, приоритетным влиянием этого фактора в формировании радиоактивного загрязнения территории.

Таким образом, результаты мониторинга почвы и растительности за период 2004-2007 гг. показывают отсутствие зависимости уровней их радиоактивности от расстояния до Кольской АЭС. Приведенные данные позволяют сделать вывод о том, что Кольская АЭС, работающая в нормальном режиме, не оказывает существенного влияния на радиоэкологическую обстановку в районе её расположения. Радиоактивное загрязнение почвы и растительности обусловлено, в первую очередь, глобальным переносом и выпадением радионуклидов в результате ядерных испытаний и аварийных выбросов Чернобыльской АЭС.

Список литературы:

- 1) Доклад по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2004 году / Доклад Комитета по природным ресурсам и охране окружающей среды Мурманской области. – Мурманск, 2005. – 100 с.
- 2) Доклад по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2005 году / Доклад Комитета по природным ресурсам и охране окружающей среды Мурманской области. – Мурманск, 2006. – 120 с.
- 3) Доклад по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2006 году / Доклад Комитета по природным ресурсам и охране окружающей среды Мурманской области. – Мурманск, 2007. – 160 с.
- 4) Доклад по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2007 году / Доклад Министерства природных ресурсов и экологии Мурманской области. – Мурманск, 2008. – 148 с.
- 5) Покаржевский А.Д. Глобальный фон радиоактивного загрязнения в наземных экосистемах спустя 13 лет после Чернобыльской АЭС / А.Д. Покаржевский, Е.Ю. Успенская, Ж.В. Филимонова // Экология. – 2003. - №2. – С. 83-89.
- 6) Состояние окружающей природной среды Мурманской области в 2000 году / Доклад Комитета природных ресурсов по Мурманской области. – Мурманск, 2001. – 186 с.
- 7) Экологический атлас Мурманской области / под ред. Г.В. Калабина. - Москва-Апатиты, 1999. – 48 с.

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ КОЛЬСКОЙ АЭС

Семенихина М.Е. (Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии, marsem06@mail.ru)

Abstract. The major questions of accumulation of radionuclids in needles, leaves in 2006-2007 years have been considered in this article.

1. Введение

В режиме нормальной эксплуатации АЭС активность ее радионуклидов, накапливаемых растениями и в фитогеоценозе, в целом такова, что радиационное воздействие АЭС на растения невелико и не приводит к каким-либо необратимым последствиям в их организмах.

Из продуктов деления наиболее хорошо изучено листовое поглощение нуклидов стронция и цезия (Тихомиров, 1972). Радионуклиды, усвоенные растением, неравномерно распределяются по нему: например, для травянистой растительности большая доля усвоенной активности концентрируется в стеблях (60-80 % усвоенного растением стронция-89 или стронция-90) и меньшая - в плодах; для древесных растений наиболее высокие значения удельной активности стронция-90 отмечены в листьях и хвое, а наименьшие в древесине, причем установлено, что лиственные породы характеризуются более высоким значением коэффициента накопления стронция-90, чем хвойные. Радиоизотопы стронция легко перемещаются в наземную часть растения и концентрируются в основном в фотосинтезирующих частях растения.

Радиоизотопы цезия-134 и цезия-137 ведут себя примерно так же, как изотопы стронция, но распределяются по растению более равномерно.

Растения достаточно интенсивно усваивают радионуклиды из почвы и являются активным передаточным звеном радионуклидов в пищевых цепочках. Кроме того, известно, что радионуклиды поступают с АЭС в наземные биогеоценозы постоянно; из всех возможных биогеоценозов лесной, а особенно лесной сосновый, оказывается наиболее радиочувствительным. Поэтому получение информации о реакции лесного ценоза на малые, но длительные радиационные воздействия является важной задачей радиоэкологии (Охрана окружающей среды при эксплуатации АЭС, 1990).

В данной статье уделено внимание вопросу накопления радионуклидов в хвое сосны и ели и листьях березы и осины, произрастающих в районе размещения Кольской АЭС (г. Полярные Зори) и за ее пределами (п. Нивский).

2. Материал и методы

Отбор проб хвои сосны и ели, листьев березы и осины производился в летний период 2004-2007 г.г. Отбор осуществлялся в 3-х точках: в лесной зоне г. Полярные Зори, в районе Лысой горы и в районе п. Нивский. Всего отбиралось по 0,5 кг каждой пробы.

Основные исследования проб были проведены по существующим методикам на оборудовании Лаборатории мониторинга окружающей среды Мурманского управления Гидрометеослужбы.

3. Результаты и обсуждение

Радионуклидный состав проб хвой сосны и ели, листьев осины и березы за 2004 год ранее был представлен в статье «Некоторые аспекты накопления радионуклидов в растительности и грибах в районе размещения Кольской АЭС» (Семенихина, 2007).

Содержание цезия-137 в пробах листьев и хвой за период 2006-2007 г.г. представлен в таблице 1. Стоит при этом обратить внимание, что стронций-90 в пробах листьев осины и березы не обнаруживался, пробы хвой сосны и ели на содержание стронция не исследовались.

Таблица 1. Содержание цезия-137 в пробах листьев и хвое за период 2006-2007 г.г.

Район отбора проб	2006 год	2007 год
Ель		
Лесная зона в районе г. Полярные Зори	8,0	7,6
Гора Лысая	11,9	12,1
п. Нивский	7,3	6,9
Сосна		
Лесная зона в районе г. Полярные Зори	7,4	6,0
Гора Лысая	8,0	8,4
п. Нивский	2,4	3,0
Береза		
Лесная зона в районе г. Полярные Зори	11,8	10,0
Гора Лысая	9,3	9,4
п. Нивский	-	3,5
Осина		
Лесная зона в районе г. Полярные Зори	11,5	9,5
Гора Лысая	8,1	-
п. Нивский	-	2,7

- цезий-137 не обнаруживался

Исходя из данных таблицы видно, что содержание цезия-137 в период 2006-2007 г.г. в хвое ели и сосны, в листьях березы и осины не отличается в широких пределах.

В пробах листьев березы содержание цезия-137 за 2006-2007 г.г. в среднем составило 8,8 Бк/кг, в пробах осины- 7,45 Бк/кг, в хвое ели-8,9 Бк/кг, в хвое сосны- 5,9 Бк/кг. Можно отметить также разницу по количественному содержанию цезия-137 в хвое и листьях деревьев, но в целом, такие колебания допустимы, значительных различий с показателями предыдущих лет нет, что свидетельствует о стабильности работы КАЭС.

Список литературы:

- 1) Нормы радиационной безопасности НРБ-99. Госкомсанэпиднадзор.-1999.-116с.
- 2) Тихомиров, Ф.А. Действие ионизирующих излучений на экологические системы. М.: Атомиздат, 1972.-176 с.
- 3) Охрана окружающей среды при эксплуатации АЭС/ В.В. Бадаев, Ю.А. Егоров, С.В.Казаков -М.: Энергоатомиздат, 1990.-224с.:ил.

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДИАПАЗОН РАЗВИТИЯ ДРОЖЖЕЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ ДАГЕСТАНА

Абдуллабекова Д.А., Магомедова Е.С. (Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра, лаборатория эколога-биохимических основ рационального использования биоресурсов, pibrdncran@iwt)

Abstract. The temperature interval of yeast development of different taxons is shown. A relation of wine yeast *S. cerevisiae* to the temperature increasing is studied. It is revealed an ability of separate strains, isolated from nature conditions and characterized by high thermal climate to insignificant decreasing of metabolic activity at 37⁰C what allows to consider them as potentially prospective strains for selection of thermo-tolerant forms.

1. Параграф

Изучение дрожжей, активно участвующих в биологических процессах окружающей среды и являющихся продуцентами многих соединений, необходимых для человека, перспективно во многих аспектах. В центре внимания остаются вопросы поиска и селекции штаммов, на основе которых возможна интенсификация биохимических процессов и разработка ресурсосберегающих биотехнологий.

Так как температура является основным фактором, обуславливающим скорость биохимических процессов микробной культуры, её рост и размножение, то исследования по её влиянию на дрожжевую клетку не теряют своей актуальности.

Известно, что большинство из дрожжей, эволюционно сложившихся как мезофилы, способно развиваться при 0...5⁰C, с наибольшей скоростью растёт при 20...30⁰C и имеет максимальную температуру, при которой наступает необратимая инактивации клеточных компонентов в пределах 30...40⁰C. Температурный диапазон развития дрожжей зависит от таксономической принадлежности и для каждого рода, вида и даже штамма может быть индивидуален.

Исследования, проведенные нами на изолятах дрожжей, выделенных с ягод винограда и идентифицированных как представители родов *Saccharomyces*, *Debaryomyces*, *Pichia*, *Rhodotorula*, имели целью выявить их температурный интервал роста. В работе использовали двух-трёхсуточные культуры, которые рассевали на агаризованное виноградное сусло в чашки Петри и выдерживали в течение 2-4 недель при температуре -1...44⁰C. В результате экспериментов было показано, что наиболее низкие значения температур, в пределах которых клетки развивались, дрожжи родов *Rhodotorula* и *Debaryomyces* - 1...35⁰C и 1...37⁰C, соответственно. Минимальная температура роста биомассы дрожжей рода *Saccharomyces* составляла 3⁰C, а максимальная у разных штаммов достигала 40...43⁰C. Пленчатые дрожжи *Pichia* проявляли активность вплоть до 40⁰C, при этом нижняя отметка превышала 8⁰C.

С возрастанием температуры скорость размножения дрожжей при ассимиляции углеводов значительно увеличивалась, что сокращало время роста клеточной массы в отмечаемых интервалах с 10-14 до 1-2 суток.

Полученные сведения полезны как при изучении участия дрожжей в природных микробиологических процессах, так и при использовании их в биотехнологии.

Повышение температуры в анаэробных условиях брожения способно создать для дрожжевых клеток стрессовую ситуацию, в результате чего они могут утратить

свою бродильную активность. Нарушение технологического цикла, вызванное этим обстоятельством особенно неблагоприятно при производстве спиртосодержащих напитков. В связи с этим, новые потенциально-перспективные для производства штаммы дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae*, желателно тестировать на устойчивость к повышенной температуре.

В течение ряда лет нами были выделены винные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, которые входят в состав естественных эпифитов, тесно связанных с плодами и ягодами. Пробы отбирали с растительных субстратов, различающихся биологическим видом и экологическими условиями культивирования на территории Дагестана. Такой подход, когда конкретно известны субстрат и местообитание популяции способствует получению сведений, касающихся вопросов распространения и организации дрожжей в природе, а также позволяют вести поиск активных форм для производства. Одним из важных природных факторов, способным определять развитие и ареал дрожжей, а также оказывать селекционирующее влияние на их популяции является температура окружающей среды. В связи с этим отбор проб проводили в географических точках, где температурный режим значительно различался.

Выделенные изоляты тестировали на способность к росту при температуре, °С – 37, 40, 42, 43 по методике, приведённой выше. Согласно полученным данным, размножение клеток во всех вариантах наблюдали уже на вторые сутки, однако с повышением температуры штрих культуры становился более скудным (рис.1). При 43°С отмечали слабый рост биомассы только у некоторых штаммов, выделенных из микрорайона бархана Сарыкум, характеризующегося высокой теплообеспеченностью (1).

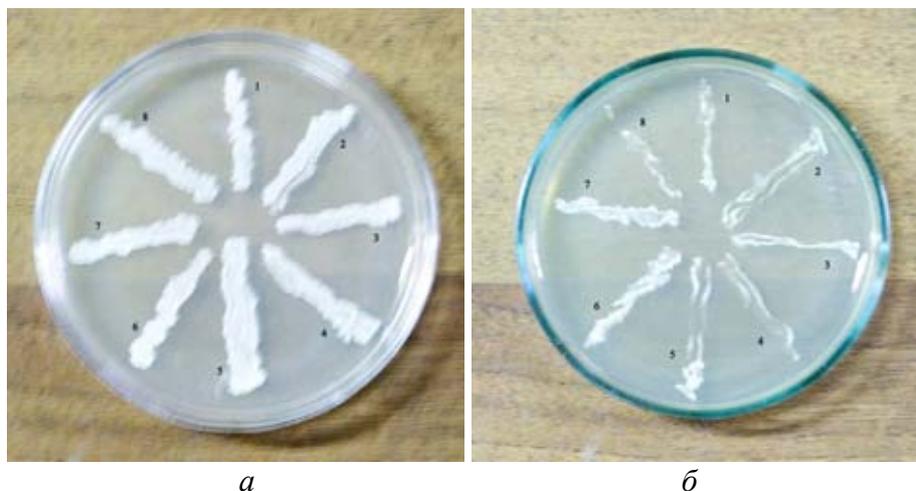


Рис.1. Рост биомассы дрожжей-сахаромицетов выделенных с абрикосов (1-4) и винограда (5-8) при температуре, °С: а – 37; б- 42

При указанных температурах, находящихся вне оптимума, характерного для винных рас дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, клетки претерпевали морфологическую перестройку – эллипсоидная форма, характерная для них сменялась на округлую, почти шаровидную, а при 42°С у отдельных клеток отмечали разрыв стенки. На рисунке 2 представлена микроскопия культуры, выращенных на агаризованном виноградном сусле при 27°С, лежащей в пределах оптимума, и при повышенной - 42°С.

На примере одного из штаммов, проявивших способность к ассимиляции углеводов при 43°С исследовали энергию брожения и размножение клеток при 27 и 37 °С – контроль и опыт, соответственно.

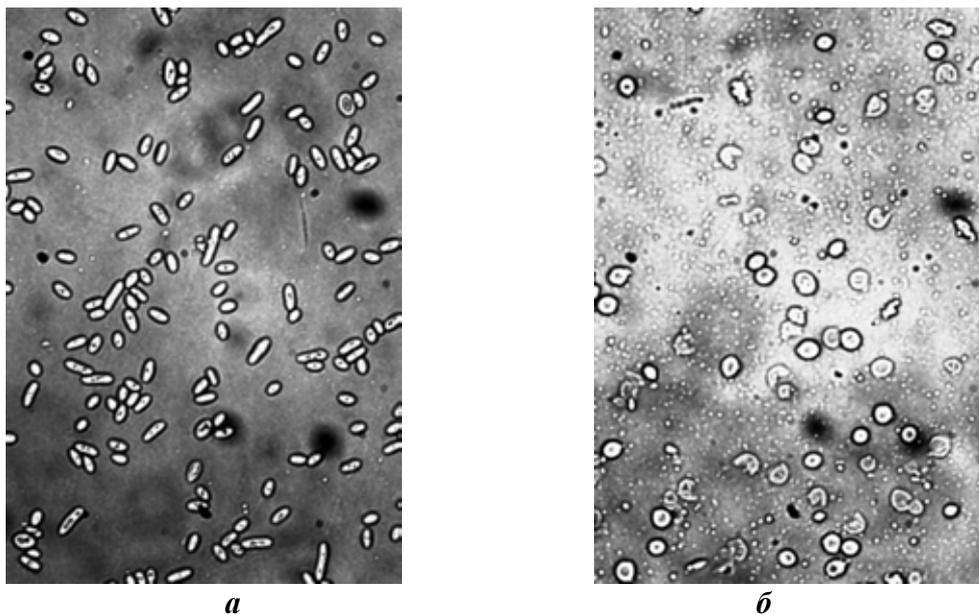


Рис.2. Клетки дрожжей –сахаромицетов, выращенные при температуре, °С
27(а) и 42 (б)

Согласно полученным результатам энергия брожения, о которой судили по количеству выделившегося диоксида углерода при брожении в анаэробных условиях виноградного сусла с концентрацией сахаров $21,9\text{г}/100\text{ см}^3$, в контрольном варианте превышала опыт.

При 37°C количество сброженных сахаров в сусле составило 70% , а в контроле 100%. Изменение условий брожения на более оптимальные для дрожжевой клетки – свободный доступ кислорода, меньшая исходная сахаристость сусла, увеличение количества засевной биомассы способствовали более глубокой утилизации сахаров при 37°C , достигающей 80- 100%.

В серии экспериментов по изучению размножения дрожжей их активный рост наблюдали в обоих случаях, однако в условиях ингибирования повышенной температурой он несколько отставал, и через 48 часов составлял, млн/ см^3 при: 27°C - 127, 3; 37°C - 193,7. Известны данные о снижении функции размножения штаммов винных дрожжей при 37°C , когда количество клеток за такой же период было в 5-7 раз меньше, чем при 27°C , и только длительная адаптация к температуре позволила им размножаться с одинаковой скоростью при этих значениях (2).

Исследования дрожжевой культуры, выращенной при оптимальной и повышенной температуре, показали стабильность пылевидной структуры осадка, непостоянство формы клеток и цвета. Перестройку формы клеток при 37°C наблюдали только при ассимиляции и брожении с доступом кислорода. Культура имела белый и тёмно-кремовый цвет, соответственно в контроле и опыте.

Согласно полученным данным, отдельные штаммы винных дрожжей способны проявлять высокую бродильную активность при 37°C . Изменение формы клеток в результате возрастания температуры, отмеченное только при доступе кислорода, по-видимому связано с ее адаптивным регуляторным механизмом и его зависимостью от условий жизнедеятельности.

Таким образом показано, что дрожжи в зависимости от их таксономической принадлежности, могут иметь индивидуальный температурный интервал развития. Ценные для пищевой биотехнологии винные дрожжи вида *Saccharomyces cerevisiae*, изолированные с винограда и плодовых растений, произрастающих в различных

экологических условиях Дагестана, проявили способность к ассимиляции углеводов в пределах 3...43⁰С. Подчиняясь общим закономерностям развития мезофилов, отдельные штаммы сахаромицетов, обитающие в экологических условиях, отличающихся высокой теплообеспеченностью, сохраняли достаточно высокую метаболическую активность вне температурного оптимума, что позволяет рассматривать их в качестве потенциально-перспективных для селекции термотолерантных форм.

Список литературы:

- 1) Абрамов Ш.А., Абдуллабекова Д.А., Магомедова Е.С. Дрожжевая флора винограда экосистемы бархана Сарыкум //Виноделие и виноградарство. 2006. №4 С.20-21.
- 2) Кишковская С.А., Бурьян Н.И. Термотолерантные варианты винных дрожжей //Микробиология. 1980.Т.XLIX. №1.С. 156-159.

ИЗУЧЕНИЕ ПОРФИРИНА P₆₈₃, ЛОКАЛИЗОВАННОГО В ПЛАЗМАТИЧЕСКИХ МЕМБРАНАХ ДРОЖЖЕВЫХ КЛЕТОК

Пиняскина Е.В. (*Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН; elpin1@rambler.ru*)

Abstract. The fluorescence with maximum at 683 nm from isolated yeast plasma membranes has been detected. The fluorescence was due to a membrane-bound compound absorbing in the visible range of the spectrum. The fluorescence excitation spectrum of this compound has a structure typical for porphyrins. In several fluorescence properties the porphyrin localized in the plasma membrane is different from other intracellular porphyrins (protoporphyrin, coproporphyrin).

Среди множества экологических проблем человечества, проблема разрушения озонового слоя является наиболее важной, т.к. даже слабое повышение интенсивности солнечного излучения значительно увеличивает эффективность деструктивных фотосенсибилизированных повреждений.

В последнее время все большее внимание уделяется фотодинамическим деструктивным реакциям, протекающим в биологических системах под действием света длинноволновой ультрафиолетовой (УФ) и видимой областей спектра.

О молекулярных механизмах, лежащих в основе фотодинамических эффектов, сенсibiliзируемых эндогенными порфиринами (при облучении клеток низкоинтенсивным красным светом) известно пока очень мало. Это в значительной мере связано с отсутствием данных о внутриклеточной локализации порфиринов, выступающих в качестве сенсibilизаторов.

Ранее было показано, что главной мишенью при инактивации дрожжевых клеток, вызываемой видимым светом, являются их плазматические мембраны [1,4]. Известно, что сенсibilизированные фотодеструктивные реакции в первую очередь протекают во внутриклеточных структурах, с которыми сенсibilизатор ассоциирован. Это позволило предположить, что в клетках дрожжей порфирины, участвующие в запуске реакций, приводящих в итоге к летальному эффекту, локализованы в плазматических мембранах.

Для выяснения связи порфиринов с плазматическими мембранами в настоящей работе проведены спектрофлуориметрические и адсорбционные анализы этих структур, выделенных из дрожжевых клеток.

Материалы и методы

Культура дрожжей. Использовали дрожжи *Candida guilliermondii* ВСБ-656 (культура получена во ВНИИсинтезбелок). Смыв клеток с суточного косяка (сусло-агар) вносили в качалочные колбы со 100 мл жидкой питательной среды следующего состава (г/л): NH₄H₂PO₄-2 г, (NH₄)₂HPO₄- 0.5 г, K₂SO₄-0.2 г, MgSO₄-0.2 г; дрожжевой автолизат - 20 мл; сахароза -1%; вода водопроводная (начальное значение pH 5,7). Дрожжи выращивали на качалке (230 об/мин) при 32°C в течение 8 ч до концентрации 10⁸ кл/мл. Полученную культуру отмывали (1500 г, 5 мин) дважды от среды выращивания дистиллированной водой и 0,05 М фосфатным буфером (pH 7,0).

Изолированные плазматические мембраны дрожжей и эндогенные порфирины получали в соответствии с методикой, описанной в работе [5].

Реактивы. Использовали реактивы фирмы Sigma, органические растворители и кислоты отечественного производства специальной очистки, применяемые в

хроматографических исследованиях.

Спектрофлуориметрия. Спектры флуоресценции и возбуждения флуоресценции снимали на спектрофлуориметре Hitachi-850. При анализе густых суспензий отмытых целых клеток (10^{10} кл/мл) и мембран (2 мг/мл) в 0,05 М фосфатном буфере использовали треугольную кварцевую кювету, которую располагали под углом 45° к направлению возбуждающего света. При спектрофлуориметрическом анализе экстрактов из плазматических мембран и клеток и использовали квадратную кварцевую кювету. Все спектры флуоресценции снимали при ширине щели возбуждения 6 нм и ширине щели флуоресценции 3 нм, а все спектры возбуждения флуоресценции - при 3 и 6 нм соответственно. С целью уменьшения побочных эффектов светорассеяния между возбуждающим светом и кюветой (за исключением возбуждения флуоресценции УФ-светом 280 нм) ставили светофильтр БС-7, пропускающий свет длин волн >350 нм. С той же целью на выходе флуоресценции устанавливали фильтр, пропускающий свет длин волн >430 нм. Спектры регистрировали с коррекцией, на низком усилении при скорости сканирования 120 нм/мм.

Все используемые в работе реактивы были проверены и не содержали флуоресцирующих примесей в изучаемом нами диапазоне спектра

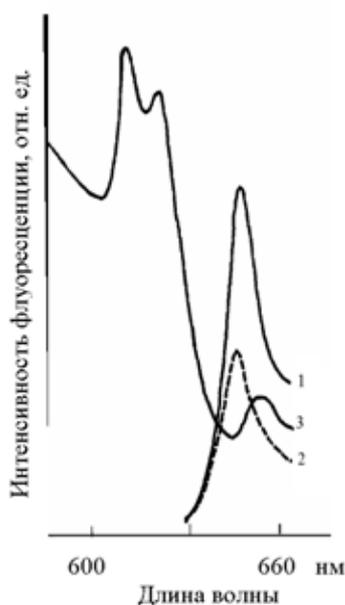


Рис. 1. Спектры флуоресценции изолированных плазматических мембран (1,2) и целых клеток (3) при возбуждении светом длиной волны 410 нм (1,3) или 280 нм (2). По оси ординат – интенсивность флуоресценции (I, отн.ед.), по оси абсцисс – длина волны, нм.

Результаты и обсуждение

Спектрофлуориметрический анализ изолированных плазматических мембран дрожжей; показал, что в них локализовано вещество, обладающее флуоресценцией в красной области спектра. Как видно на рис. 1 (кривая 1), спектр этой флуоресценции имеет один максимум при 683 нм; основной максимум в спектре ее возбуждения расположен в области 400 нм, что близко совпадает с полосой Soret для порфиринов. При изменении длины волны возбуждающего света в диапазоне 350-600 нм какой-либо другой флуоресценции плазматических мембран, за исключением указанной, мы не наблюдали. Вместе с тем возбуждение светом в УФ-области спектра с максимумом при 280 нм, соответствующим максимуму поглощения белков, приводило к появлению той же флуоресценции с пиком при 683 нм (рис.1, кривая 2). На рис.1 (кривая 3) представлен спектр флуоресценции целых клеток в красной области, зарегистрированный нами, как и в случае измерения флуоресценции плазматических мембран, при возбуждении светом с длиной волны 400 нм. Однако, как следует из сравнения двух спектров, спектр флуоресценции клеток характеризуется тремя

максимумами: двумя главными (при 620 и 640 нм) и третьим пиком меньшей интенсивности при 690 нм. По данным - литературы [3], это отражает наличие в клетках двух флуоресцирующих типов порфиринов копропорфиринов (главный максимум флуоресценции при 620 нм) и протопорфиринов (главный максимум флуоресценции при 640 нм).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что выявленная нами флуоресценция плазматических мембран обусловлена локализованным в них соединением (возможно, порфириновой природы), отличным от упомянутых типов порфиринов, содержащихся в других клеточных структурах. Дополнительное подтверждение этого было получено при исследовании флуоресценции экстрактов из плазматических мембран.

Спектрофлуориметрический анализ кислотной фракции эфирного экстракта из плазматических мембран, полученной после добавления к нему соляной кислоты и последующего разделения смеси, показал, что эта фракция не обладает флуоресценцией в красной области спектра, т.е. флуоресцирующий компонент плазматических мембран в соляную кислоту из эфирного экстракта не переходит. В этом заключается отличие данного соединения от ряда других порфиринов, которые в кислой среде дают, как известно, характерные спектры флуоресценции [2]. В качестве иллюстрации на рис.2 приведен зарегистрированный нами спектрофлуоресценции кислотной фракции эфирного экстракта, полученного из целых клеток дрожжей. Как видно, он имеет максимумы при 605 и 660 нм, типичные для флуоресценции протопорфирина в кислой среде [2], и плечо при 620 нм, которое может быть отнесено к флуоресценции копропорфирина.

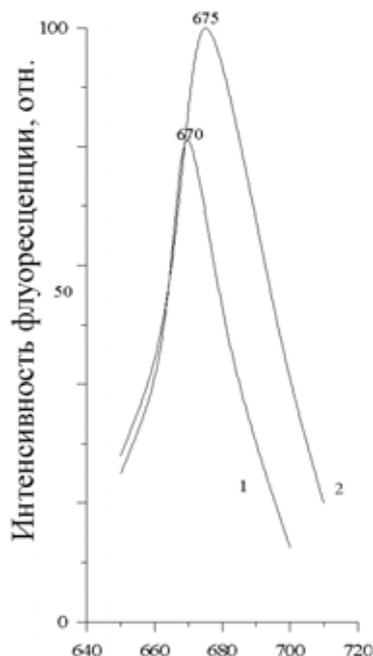


Рис.2. Спектры флуоресценции хлороформного, экстракта (1) и этилацетатной фракции эфирного экстракта (2) из изолированных плазматических мембран ($\lambda_{\text{возб}}=410$ нм)

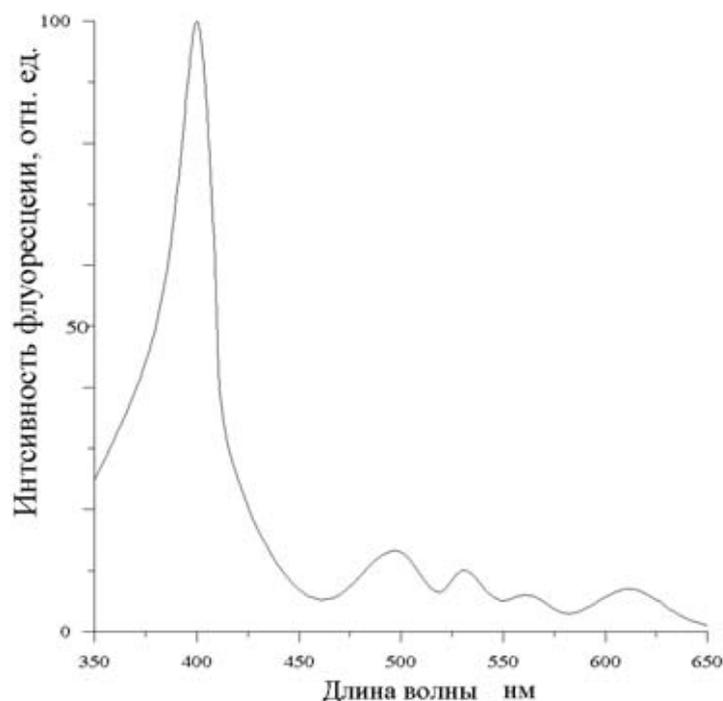


Рис.3. Спектр возбуждения флуоресценции этилацетатного экстракта из изолированных плазматических мембран ($\lambda_{\text{возб}}=675$ нм)

Другое отличие во флуоресцентных свойствах соединения, локализованного в плазматических мембранах, и других порфиринов, содержащихся в дрожжевых клетках, было установлено при излучении спектра флуоресценции хлороформенного экстракта из изолированных плазматических мембран. На рис. 3 (кривая 1) показано, что единственный максимум в этом спектре расположен при 671 нм, тогда как спектры флуоресценции протопорфирина и копропорфирина в хлороформе характеризуются главными максимумами соответственно при 638 и 625 нм и имеют дополнительные менее интенсивные пики в более длинноволновой области спектра [2].

Выше отмечалось, что внутриклеточные порфирины (протопорфирин, копропорфирин) переходят из эфирного экстракта в соляную кислоту. В оставшейся этилацетатной фракции флуоресценция данных порфиринов не обнаруживается. В противоположность этому этилацетатная фракция эфирного экстракта из плазматических мембран, оставшаяся после добавления к нему соляной кислоты и последующего разделения смеси, обладает флуоресценцией в красной области спектра с одним максимумом при 675 нм (рис.3, кривая 2). Спектр возбуждения этой флуоресценции (рис.3) имеет основной максимум при 410 нм и четыре менее интенсивных пика в области 500-620 нм, что характерно для соединений порфириновой природы. При возбуждении УФ-светом (280 нм) флуоресценция экстрагированного из плазматических мембран компонента не наблюдается.

Приведенные выше данные показывают, связанный с плазматическими мембранами, флуоресцирующий компонент отличается от внутриклеточных порфиринов (прото-, копропорфиринов). Это, прежде всего выражается тем, что в спектрах его флуоресценции как в составе мембран, так и в органических растворителях представлен только один максимум. Кроме того, в отличие от указанных порфиринов флуоресцирующий компонент плазматических мембран не переходит в кислотную фракцию эфирных экстрактов. С другой стороны, спектр возбуждения флуоресценции данного соединения обнаруживает структуру, типичную для аналогичных спектров порфириновых молекул, и это позволяет отнести его к соединениям порфириновой природы.

Нами показано, что при возбуждении УФ-светом (280 нм) экстрагированный из плазматических мембран компонент флуоресцирует. Однако в составе мембран наблюдается его флуоресценция в красной области спектра при 683 нм (см. рис.1, кривая 2). Если учесть, что при длине волны 280 нм расположен максимум в спектре поглощения белков, то установленный факт можно рассматривать как указание на наличие миграции энергии от белка на порфирин и соответственно на его тесную связь с белковыми компонентами мембраны. Вместе с тем, данные о возможности экстрагирования этого порфирина неполярными растворителями (хлороформ) свидетельствуют о его гидрофобных свойствах. Таким образом, представляется вероятным, что в мембране молекулы порфирина локализованы между белковыми и липидными компонентами.

Идентификация мембранно-связанного порфирина и изучение молекулярных механизмов фотосенсибилизируемых им деструктивных реакций в белковых и липидных компонентах плазматических мембран - задача дальнейших исследований.

Список литературы:

- 1) Беленикина Н.С., Кирпичникова Н.А., Тимофеев К.Н., Фрайкин Г.Я. Фотоокисление липидов в плазматических мембранах дрожжей под действием видимого света // Биофизика. 1991. Т. 36. № 4. С. 599-602.
- 2) Карнаухов В.Н. Люминесцентный анализ клеток. Пуццино: Аналитическое микроскопия. 2002. - 131 с.

- 3) Манешин С.К., Аревшатян А.А. Люминесценция порфиринов в дрожжах р. *Candida*, выращенных на углеводородах // Биофизика. 1972. Т. 17, вып.3. С. 352-354.
- 4) Пospelов М.Е., Туровецкий В.Б., Фрайкин Г.Я. О роли повреждения мембран в инактивации дрожжевых клеток видимым светом // Микробиология. 1987. Т. 56. С. 882-885.
- 5) Фрайкин Г.Я., Страховская М.Г., Пиняскина Е.В. О локализации порфиринового соединения в плазматических мембранах дрожжей и его участия в фотосенсибилизации перекисного окисления липидов // Биохимия. 1995. Т. 60. № 7. С.1155-1160.
- 6) Sandberg S., Romslo I., Hovding G. and Bjorndal T. Porphyrin-induced photodamage as related to the subcellular localization of the porphyrins // Acta Dermatol. Supple. 1982. V.100. P. 75-80.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРОЖЖЕЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ С ВИНОГРАДА, КУЛЬТИВИРУЕМОГО В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЯСНОСТИ

Абрамов Ш.А., Магомедова Е.С. (*Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра, лаборатория эколого-биохимических основ рационального использования биоресурсов, pibrdncran@iwt*)

Abstract. A physiological and biochemical research of *Saccharomyces vini* excreted from vine cultivated in different vertical zone in Daghestan is carried out. On all height marks there is shown an occurrence of potentially prospective forms, whose metabolic activity approaches to the reference forms contributing to generation of the high quality of wine materials from grape resources of plains and foothills.

1. Параграф

Изучение дрожжевой флоры растений по экологическим критериям способствует выявлению закономерностей их организации в природе, сохранению генетического пула, поиску и селекции высокоэффективных штаммов для микробного синтеза.

Специфические дрожжевые комплексы в составе микроорганизмов, объединенных трофическими взаимоотношениями или устойчивостью к факторам внешней среды, складываются на виноградном растении, способном произрастать в широком диапазоне природных условий.

Целью наших исследований было получение сведений о потенциале дрожжей, обитающих на винограде, произрастающем в условиях различной вертикальной поясности Дагестана. Климатические контрасты наблюдаемые здесь на равнине и в предгорьях позволяют проводить сравнительное изучение эпифитных дрожжей в различных экологических условиях, что способствует выявлению закономерностей их распределения в природе, расширяет сведения об адаптивных возможностях, позволяют вести поиск новых активных форм в интересах биотехнологии.

Объектом исследования служили чистые культуры дрожжей, выделенные с ягод винограда сорта Ркацители, адаптированного к условиям равнинного и предгорного Дагестана. Хозяйства, где культивируется виноград расположены на различных высотных отметках над уровнем моря – ГУП «Каякентский» (равнина, 50м.), ГУП «Красный Октябрь» и СПК «Алходжакентский» (предгорье, 200 и 265м.), обозначенных соответственно – микрорайон I, II, III. В качестве контроля использовали штаммы, полученные в результате селекции и широко применяемые в промышленности – Дербентская 74, Махачкалинская-12Х. Контрольные расы получены в лаборатории и защищены авторскими свидетельствами (А. с. СССР № 1446353, 1973; А.с. СССР № 1104149, 1984г.).

В течение двух лет (2006-2007гг), виноград собирали в период технической зрелости и извлекали сок непосредственно на местах сбора с соблюдением необходимых мер стерильности, предусмотренных по микробиологии [1,3]. Для выявления всего спектра размножившихся дрожжей в динамике проводили посеvy на твердую питательную среду виноградное сусло-агар в чашках Петри, которые инкубировали при температуре 18-20⁰С. Выросшие изолированно колонии, после предварительного микроскопирования, выделяли в культуры и подвергали

диагностическому тестированию по культурально-морфологическим признакам, согласно которым проводили идентификацию дрожжей, руководствуясь определителями и пособиями [1-3].

Показано, что присутствие этих биологических агентов во всех исследованных местностях, сопровождается их таксономической гетерогенностью на уровне различных рангов.

Дифференциация сообществ показала различия в качественном составе, характере распределения группировок по градиенту вертикальной поясности и, в зависимости от метеоусловий года. Отмечена группа дрожжей, постоянно присутствующая на растениях, в том числе представители рода *Saccharomyces*. Их диагностическое тестирование на видовую принадлежность позволило выявить среди них дрожжи *Saccharomyces vini*.

Известно, что условия обитания могут влиять на формирование у дрожжей морфологических и физиолого-биохимических признаков, составляющих основу специфических свойств, в том числе обуславливающих их практическую ценность. В связи с этим вызывает интерес сравнительное исследование дрожжей этого вида в экобиотехнологическом аспекте, когда конкретно известен субстрат и местность обитания.

В данной работе представлен фрагмент исследования физиолого-биохимических свойств винных дрожжей, выделенных с винограда, произрастающего на различных высотных отметках. Предварительный отбор культур для более глубокого изучения их метаболизма проводили по скорости забраживания, осветления, типу осадка, органолептике.

Известно, что скорость брожения, высокий выход алкоголя, при небольшом количестве летучих кислот, наряду с органолептической оценкой, являются вопросами, имеющими первостепенное значение для практического виноделия.

В результате изучения бродильной активности, были отобраны лучшие по данному признаку штаммы. Выделенные с различных высотных отметок, они обозначены соответственно - №1 (микрорайон I, 50м), №2 (микрорайон II, 200м), и №3 (микрорайон III, 265м).

Дрожжи обеспечивающие более энергичное забраживание испытывали на способность к трансформации и продуцированию ряда компонентов, играющих важную роль в формировании качества винодельческой продукции.

Многие исследователи приходят к выводу, что в районах, дающих вина высокого качества, следует использовать чистые культуры местных дрожжей (1,4,5).

При изучении биотехнологических свойств винограда, произрастающего в условиях различной вертикальной поясности, проведенного сотрудниками лаборатории, было показано, что образцы, полученные из сорта Ркацители, культивируемого в равнинной зоне имеют химический состав, оптимальный для производства высококачественных сухих вин и коньячных виноматериалов. Из винограда предгорья были выработаны шампанские виноматериалы высокого качества. Соответственно, возник интерес в плане изучения потенциала винных дрожжей, выделенных с винограда данных местностей.

Для выявления биосинтезирующей способности изолятов, опыты ставились по схеме, традиционно применяемой для дрожжей данного вида.

Так, изучение сахаросбраживающей и спиртообразующей способности выделенных культур проводили на стерильном сусле, полученном из винограда равнинной и предгорной зон (урожаи 2006г). Массовая концентрация сахаров в сусле, полученном из винограда произрастающего на равнине (микрорайон I) и в предгорье (микрорайоны II и III) составляла - 20,1 и 21,0 г/100см³, соответственно. В качестве

контроля для штамма №1 испытывался Д-74, а для №2 и №3 – М-12Х. Чистая культура задавалась в порядке 3% по объему в бутылки емкостью 500см³, температура, в период закладки опыта колебалась в пределах 22-23⁰С. По окончании брожения исследовали состав и органолептические свойства сброженного субстрата.

Во всех образцах брожение началось на следующие сутки и протекало планомерно. По окончании процесса виноматериалы охлаждали в холодильной камере, затем снимали с осадка и подвергали анализу.

Сбраживающая способность природных штаммов позволила получить сухие виноматериалы с содержанием этанола в количествах, приближающихся к контрольным. Прошедшие первичную адаптацию, опытные культуры, синтезировали всего на 0,1-0,2%об. меньше основного продукта жизнедеятельности дрожжей, по сравнению с контрольными (табл.). Количество остаточных сахаров также находилось примерно на одном уровне, что свидетельствует о сравнимости метаболического потенциала опытных и контрольных вариантов. Общим для всех штаммов явилось увеличение показателя титруемых кислот - на 1,2-1,8 г/дм³, при этом, в большей мере она повышалась в образцах, где их исходная концентрация в сусле была ниже. Исключение составлял контрольный вариант, не изменивший значение этого показателя.

Таблица.

Показатели	Виноматериал из винограда равнинной зоны		Виноматериал из винограда предгорной зоны		
	Штаммы				
	№1	Д-74	№2	№3	М-12Х
Спирт, % об.	11,5	11,7	12,2	12,2	12,3
Остаточный сахар, г/100см ³	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
Титруемые кислоты, г/дм ³	7,6	7,3	9,0	8,9	7,7
Летучие кислоты, г/дм ³	0,52	0,46	0,52	0,46	0,26
Сумма высших спиртов, мг/дм ³	238,8	210,9	251,98	277,89	229,97
<p>Органолептическая характеристика:</p> <p>№1 - соломенного цвета, прозрачный. Аромат, нежный, с характерными сорту тонами. Вкус легкий, свежий, гармоничный.</p> <p>Д-74 - соломенного цвета, прозрачный. Аромат тонкий, присущий сорту. Вкус чистый, гармоничный.</p> <p>№2 - соломенного цвета, прозрачный. Аромат тонкий, нежный, присущий сорту. Вкус свежий, гармоничный.</p> <p>№3 - соломенного цвета, прозрачный. Аромат нежный, с легкими тонами полевых цветов. Вкус легкий, гармоничный.</p> <p>М-12Х - соломенного цвета, прозрачный. Аромат очень нежный, с цветочными тонами. Вкус мягкий, гармоничный.</p>					

Исследование штаммовых признаков включало также изучение способности к синтезу летучих соединений, играющих важную роль как в обмене веществ дрожжевой клетки, так и в создании ароматобразующего комплекса вин. Дрожжи всегда образуют летучие кислоты, которые следует рассматривать как нормальный побочный продукт брожения. Минимальное их количество - $0,26 \text{ г/дм}^3$ было синтезировано расой М-12Х, что свойственно для данной культуры. Содержание летучих кислот в остальных образцах варьировало в незначительных пределах - $0,46-0,52 \text{ г/дм}^3$, характерных для белых вин. Дрожжи отличались по способности к продуцированию высших спиртов. Их суммарное содержание в образцах, полученных с использованием природных культур было выше, чем в контрольных, причем в большей мере в виноматериалах, выработанных из виноградного сырья предгорий. Возможно, это связано с составом сусла и, прежде всего, содержанием аминокислот, наиболее важных для азотного метаболизма дрожжей. Следует отметить, что концентрационные соотношения идентифицированных спиртов, во всех образцах были характерны для метаболической деятельности винных дрожжей при брожении виноградного сусла.

Все полученные виноматериалы имели положительную органолептическую характеристику представленную в таблице.

Таким образом, изучение дрожжевого населения, выявило наличие активных форм дрожжей-бродильщиков в составе эпифитов винограда, культивируемого в равнинной и предгорной зонах Дагестана. Их биотехнологический потенциал был сравним с эталонными штаммами, широко применяемыми в промышленности и способствующими получению высококачественных сухих вин, коньячных и шампанских виноматериалов из виноградных ресурсов данных местностей, что свидетельствует о потенциальной перспективности выделенных из природы дрожжей.

Список литературы:

- 1) Бурьян Н. И. Микробиология виноделия. 2-е изд. доп. Таврия, Симферополь. 2002. 403с.
- 2) Бабьева И.П., Голубев В.И. Методы выделения и идентификации дрожжей. М.: Пищевая пром-сть. - 1979. - 116с.
- 3) Кудрявцев В.И. Систематика дрожжей. М.: Изд-во АН СССР. 1954. 427с.
- 4) Абрамов Ш.А., Магомедова Е.С., Халалмагомедов М.А. Экология и качество вина// Виноделие и виноградарство.2005. №2.С.18-19.
- 5) Абрамов Ш.А., Даудова Т.И. Пино гри и сахаромицеты в уникальных условиях Сарыкума. //Виноделие и виноградарство. №6.2005.С.18-19.

ВИНОГРАД ПРЕДГОРИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО ДАГЕСТАНА – ЦЕННОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ШАМПАНСКИХ ВИНОМАТЕРИАЛОВ

Абрамов Ш.А., Власова О.К., Бахмулаева З.К., Магадова С.А.
*(Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов
Дагестанского научного центра, лаборатория эколого-биохимических
основ рационального использования биоресурсов, pibrdncran@iwt)*

Abstract. Content level biologically active materials in grapes depends on a combination of requirements of growth, including from a vertical storeyed structure of an ecotope is taped. Possibility of reception of high-quality sparkling wines from the grapes growing at heights of 200-300 m above sea level is erected.

Дагестан, являясь одним из основных производителей винограда в России, осуществляет комплексную программу по дальнейшему расширению этой важной отрасли сельского хозяйства и развития виноделия со специализацией на выпуск шампанских вин. К 2020 году планируется довести их производство до 3000 тыс. дал(1). Значительное увеличение выпуска этой высококачественной продукции создает необходимость поиска дополнительных сырьевых ресурсов при эффективном использовании потенциала агроландшафтов. В связи с этим поставлена цель – получение данных, характеризующих биохимические особенности винограда, произрастающего в различных экологических условиях.

Для изучения выбран сорт Ркацители, многосторонне изученный при культивировании в равнинных ландшафтах Западного Прикаспия. Определение химического состава и физических показателей винограда (соков) и виноматериалов выполняли общепринятыми в энохимии методами. Летучие соединения виноматериалов идентифицировали и на газовом хроматографе «Кристалл –2000 М». Элементный состав винограда исследовали методом пламенной и атомно-абсорбционной спектрофотометрии («Flapno-4», «Hitachi -208»). Виноград выращен в умеренно теплом климате, в равнинной и предгорной зонах центрального Дагестана на трех опытных участках, расположенных на высотах 50, 200 и 265 м над уровнем моря. Сбор урожая на всех участках проводили одновременно.

Химический состав ягод несет информацию о сбалансированности биологических признаков растения и условий его произрастания и, в первую очередь, о наличии сахаридов - первичных продуктов фотосинтеза, из которых затем синтезируются остальные органические вещества ягоды. Исследование выявило тенденцию сорта синтезировать в предгорье повышенное количество сахаридов (табл.1). Виноград, выращенный здесь, не только слаще, но и свежее. Его кислотность на 15 и 25% выше, чем у ягод винограда с равнинной зоны. При изучении фенолосинтезирующей способности растений, мы констатировали наиболее яркую окраску с загаром, у ягод предгорной зоны. Усилению их синтеза могла способствовать световая энергия, повышенная в предгорье. По-видимому, для растений этой зоны фенольные вещества, защищающие фотосинтетический и генетический аппарат от вредного воздействия коротковолнового излучения, наиболее важны, чем при произрастании на низменности. Об этом свидетельствует повышенное в 1,5 и 2,1 раза их накопление на отметках 200 и 265 м над уровнем моря. Аналогичная закономерность у растений этой зоны прослеживается и в биосинтезе представителей антиоксидантного комплекса, витаминов – аскорбиновой кислоты и рутина, а также

редуктонов, которые вместе характеризуют общую антиокислительную способность изучаемых ягод.

Ценной составной частью ягод винограда являются минеральные вещества. Исследования показали, что суммарное содержание идентифицированных макроэлементов наиболее высоко в винограде из предгорья на отметках 200 и 265 м, микроэлементов – на участке, расположенном на высоте 200 м над уровнем моря.

Таблица 1

Показатели	Равнина	Предгорье	
	высота над уровнем моря, м		
	50	200	265
Сахариды, г/100 см ³	18,5	18,9	19,2
Титруемая кислотность, г/дм ³	6,7	7,7	8,4
Глюкоацидометрический показатель	2,8	2,5	2,3
Сумма фенольных веществ, мг/дм ³	126,7	201,0	272,5
Редуктоны, мг/дм ³	10,6	13,2	19,4
Рутин, мг/дм ³	103,8	110,1	116,5
Аскорбиновая кислота, мг/дм ³	5,9	6,5	7,1
Макроэлементы, мг/дм ³	2838,3	2876,2	3273,9
Микроэлементы, мг/дм ³	6,117	7,364	5,931

В фонде биогенных элементов исследованных ягод количественно определены калий, натрий, кальций, магний, фосфор, железо, медь, никель, цинк, марганец, кобальт, свинец и литий. О количественном их соотношении более подробно сообщено ранее (2). Следует отметить, что среди них превалировал калий, особенно в винограде из предгорных микрорайонов, где он синтезировал больше сахаридов. Такое проявление биохимических свойств логично, поскольку калий играет важную роль в образовании, накоплении и передвижении углеводов. Недостаток калия сказывается на снижении фотосинтеза. Накоплению сахаров мог способствовать и фосфор, концентрация которого в винограде предгорья тоже выше, чем на равнине. Этот элемент включается в аденозинтрифосфат и другие аденозинфосфаты, играющие ключевую роль в энергетическом обмене клетки, а также в фосфолипиды клеточных мембран, в нуклеиновые кислоты. Наряду с калием и фосфором, виноград на участках с высотной отметкой 200 и 265 м аккумулировал в ягоде в большем количестве, чем на равнине, медь, цинк, марганец, кобальт и литий. Биологическое значение этих элементов также велико.

В зависимости от метеоусловий года химический состав ягод несколько различался, однако, выявленные закономерности специфического влияния совокупности экологических факторов нижнего предгорья на формирование углеводного, фенольного, витаминного комплексов виноградного растения сохранялись.

Наряду с изучением химического состава ягод винограда, произрастающего в условиях различной вертикальной поясности, нам представлялось важным исследование химического состава и технологических свойств виноматериалов, для определения и научного обоснования направления использования изучаемых ресурсов. Данные этого исследования показали (табл. 2, 3), что образцы из винограда предгорья содержат оптимальное для шампанских виноматериалов количество спирта, общих кислот, фенольных, летучих веществ, повышенное содержание редуктонов, витаминов, ценных ароматических спиртов. Они имеют хорошие показатели игристых свойств –

вязкость, коэффициент устойчивости пленки, поверхностное натяжение и оба, в большей мере подходят для шампанизации. Такой вывод подтвержден и сенсорной оценкой. Цвет их светло-соломенный с зеленоватым оттенком. Аромат сложный, интересный, с цветочными тонами. Вкус легкий, свежий, гармоничный.

На основе сравнительного изучения важнейших продуктов метаболизма винограда, на примере сорта Ркацители, выявлено, что уровень содержания одноименных биологически активных веществ в урожае зависит от совокупности условий произрастания, в том числе от вертикальной поясности виноградника.

Установлено, что при адаптации к экологическим условиям на высотных отметках 200-265м над уровнем моря, метаболизм виноградного растения направлен на усиление биосинтеза и накопление в ягодах сахаридов, кислот, фенольных веществ, витаминов - рутина, аскорбиновой кислоты, редуктонов и сопровождается большей аккумуляцией представителей минерального комплекса.

Таблица 2

Показатели	Микрорайон, высота над уровнем моря		
	50м	200м	265м
Спирт, % об.	11,6	11,9	12,0
Титруемая кислотность, г/дм ³	6,1	6,7	7,0
Фенольные вещества, мг/дм ³	108,0	162,0	170,1
Летучие кислоты, г/дм ³	0,49	0,49	0,46
Сернистая кислота, мг/дм ³	58,4	25,1	51,7
Альдегиды, мг/дм ³	67,0	63,0	76,0
Высшие спирты, мг/дм ³	290,0	272,0	302,0
Средние эфиры, мг/дм ³	104,0	98,0	102,0
Витамины, мг/дм ³ :			
аскорбиновая кислота	4,3	5,0	6,5
рутин	80,5	84,7	101,7
Железо, мг/дм ³	5,6	6,7	4,7
Вязкость, Па·с	$1,52 \cdot 10^{-3}$	$1,54 \cdot 10^{-3}$	$1,58 \cdot 10^{-3}$
Коэффициент устойчивости пленки	2,06	2,13	2,19
Поверхностное натяжение, дин/см ²	52,09	51,01	49,82

Таблица 3

Компоненты, мг/дм ³	Микрорайон, высота над уровнем моря	
	Первый, 50 м	Второй + третий, 200 и 265 м
Ацетальдегид	38,80	58,00
Этилацетат	26,03	29,20
Пропанол -1	6,59	8,50
Изобутанол	28,78	27,30
Бутанол -1	0,37	0,58
Изоамилол	170,10	188,30
Гексанол	2,21	3,12
Бензальдегид	0,44	3,12
Бензиловый спирт	-	0,28
Фенилэтиловый спирт	45,59	63,30
Суммарное содержание	318,91	378,66

Выявленное, в результате исследований, наличие важных биологически активных веществ в винограде, культивируемом в предгорных микрорайонах Дагестана, свидетельствует об уникальных свойствах местных виноградных ресурсов, пригодных для использования в свежем виде и приготовления натуральных продуктов питания, обладающих высокими пищевыми достоинствами.

При развитии виноградарства, предусмотренном специальной программой на период до 2020 года, для производства высококачественных продуктов переработки винограда, по нашим данным, предпочтение должно быть отдано ягодам, выращиваемым в предгорной зоне на высотных отметках 200 - 265 м над уровнем моря. Такой подход позволит увеличить объемы производства шампанских вин в нашей стране и гарантировать их высокое качество. Разработка представляет практический интерес для агропромышленного комплекса Юга России.

Список литературы:

- 1) Халалмагомедов М. Перспективы развития виноградарства и виноделия в республике Дагестан/ Перспективы развития виноградарства и виноделия в странах СНГ.-Ялта.-Т.1. С.31-40.
- 2) Абрамов Ш.А., Власова О.К., Магомедов Г.Г., Бахмулаева З.К. Формирование биологически активных веществ винограда в условиях различной вертикальной поясности//Виноделие и виноградарство. №4. 2008. С.31-33.

ЭССЕНЦИАЛЬНЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ И АБРИКОСА В УСЛОВИЯХ НИЗМЕННОСТИ И ПРЕДГОРЬЯ ДАГЕСТАНА

Абрамов Ш. А., Даудова Т. И. (*Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра, лаборатория эколого-биохимических основ рационального использования биоресурсов, pibrdncran@iwt*)

Abstract. By method of a highly effective liquid chromatography it is studied amino acids structure of juice of an apricot of a grade Red-cheeked and apples of grade Starkrimson, grown up on plain and in foothills of Dagestan. It is revealed, that the quantity of essentials amino acids in an apricot growing at height 475 m, considerably above, than at height of 34 m above sea level. Formation of a complex essentials amino acids in fruits of an apricot in a greater degree depends on genetic attributes, than from influence of ecological factors.

В связи с глобальной проблемой влияния окружающей среды на течение биологических процессов в настоящее время остро стоит вопрос о накоплении в плодах, выращиваемых в определенных природных условиях, полезных пищевых веществ.

Среди факторов, имеющих особое значение для поддержания здоровья, работоспособности и активного долголетия человека, важная роль принадлежит аминокислотам. Они относятся к необходимым компонентам пищи и поэтому без них абсолютно невозможно нормальное течение обмена веществ. Аминокислоты задействованы в процессах роста и развития, защиты от вредного воздействия окружающей среды, снижения риска различных заболеваний, надежной деятельности органов и систем организма, обеспечения всех жизненных функций, включая воспроизводство генофонда. Появление эссенциальных (незаменимых) пищевых веществ объясняется утратой в процессе эволюции определенных ферментативных систем, в том числе и входящих в них аминокислот. Этот процесс у каждого вида протекал со своими особенностями (1-3).

Современный человек потребляет в сутки, около 800г пищи и приблизительно 2л воды. Суточный рацион населения нашей планеты составляет свыше 4 млн тонн пищи. Большая часть человечества испытывала и продолжает испытывать дефицит некоторых продуктов питания. Особенно остро стоит проблема недостаточного потребления белка и аминокислот. Знание их роли в биохимических реакциях и физиологических процессах позволяет выявить закономерности ключевых преобразований в период жизнедеятельности, раскрывать механизмы старения, предотвращать возникновение заболеваний, вызываемых нарушениями в обмене веществ. Обеспечение в достаточном количестве необходимыми аминокислотами и поддержание соответствующих условий их обмена, является одним из важных факторов функционирования головного мозга (4,5).

Потребность человека в отдельных аминокислотах неодинакова в различные периоды жизни. В процессе старения уровень содержания аминокислот в крови, тканях мозга и печени снижается. Нарушение аминокислотного равновесия может сопровождаться морфологическими и функциональными изменениями.

Образующиеся в растениях 10 эссенциальных аминокислот в человеческом организме подвергаются непрерывным преобразованиям: используются для синтеза белков, нуклеиновых кислот, алкалоидов и других азотистых соединений: превращаются в органические кислоты, углеводы и жиры (6). В отличие от других

эссенциальных пищевых веществ - витаминов или, к примеру, макро- и микроэлементов, эссенциальные аминокислоты служат пластическим материалом и источником энергии биохимического обеспечения функциональной деятельности организма.

Эссенциальные аминокислоты перемещаются путем активного транспорта через мембраны клеточных ядер и митохондрий. Специфическими носителями их могут быть ферменты, ионы тяжелых металлов вместе с пиридоксалем и пиридоксальфосфатом. Нарушение нормального снабжения эссенциальными аминокислотами может привести к накоплению в организме человека большого количества кетокилот, что вредно для здоровья (1,2,5).

Таким образом, можно сказать, что роль аминокислот в жизненно важных биохимических процессах велика. Эссенциальные аминокислоты не синтезируются в человеческом организме, характеризуют пищевую и биологическую ценность плодов и поэтому изучение особенностей формирования в растениях, являющихся продуктами питания, этих ценных компонентов химического состава представляет большой интерес.

Целью нашей работы являлось изучение процесса формирования эссенциальных аминокислот в плодах яблони и абрикоса в зависимости от влияния экологических факторов низменности и предгорья Дагестана.

Изучали аминокислотный состав плодов яблони Старкримсон и абрикоса сорта Краснощекий, произрастающих на равнине (Республиканский эколого-биологический центр г. Махачкала) и в предгорье (Дагестанская селекционная опытная станция плодовых культур ДагНИИСХ г. Буйнакск), соответственно на высоте 34 и 475м над уровнем моря. Почвы под культурами суглинистые, в садах использовались идентичные агротехнические приемы.

Сок плодов, предназначенный для анализа аминокислот методом ВЭЖХ, предварительно центрифугировали со скоростью 5000 об/мин (Janetzki T-30). Кислотный гидролиз белков и пептидов сока осуществляли по общепринятой методике - в запаянных ампулах с 6 N соляной кислотой в течение 24 часов при 105 °С. Идентифицировали аминокислоты на автоматическом анализаторе «ААА-881» (Microtechna Praha). Элюент - N-цитратный буфер с рН 3,25; 4,25; 5,28. Использовали реактивы фирмы «Reanal».

Анализируя экспериментальные данные, обнаружили, что как в яблоках, так и в абрикосах имелся полный набор эссенциальных аминокислот. Их суммарное количество в соке яблок с предгорья было больше, чем в плодах с равнины на 15,7 мг/дм³ (табл.). В исследованных яблоках, независимо от места выращивания, первенство принадлежало треонину, за ним следовал фенилаланин и валин. В яблоках с деревьев, выращенных на высоте 475м над уровнем моря, концентрация этих эссенциальных аминокислот была выше соответственно на 7,7; 1,8 и 7мг/дм³. Треонин – это аминокислота, синтезируемая из аспартата, способная образовывать эфиры фосфорной и органических кислот, служащая местом присоединения сахарных колец в гликопротеидах. Косвенно треонин и ароматическая аминокислота фенилаланин влияют на формирование специфических нюансов запаха плодов. Валин необходим для образования центров связывания в ферментах и поэтому его наличие позволяет нормализовать катализ многочисленных биохимических реакций, происходящих в организме (2). Аргинин, лейцин и фенилаланин обладают горьким вкусом. Их общее содержание в аминокислотном комплексе яблок с равнины составляет 3,6, а с предгорья 7,1%. Такое количество не снизило сладости плодов, что было отмечено при дегустации. Лизин оказывает большое влияние на образование важных участников клеточного метаболизма – глутатиона, порфиринов, пуринов и др. Он – самая

эссенциальная аминокислота, так как без его участия невозможен репродуктивный процесс (5,6). Экологические условия предгорья, по сравнению с природными факторами равнины, способствуют в 1,5 раза большему накоплению лизина в яблоках. Метионин тормозит образование кислых радикалов в организме, и тем самым улучшает функциональную способность клеток. Наличие в молекуле метионина SH-группы объясняет присущее ему радикальное свойство защиты против мутагенного действия, ионизирующего облучения (7). В яблоках обоих опытных образцов метионин обнаружен почти в равных количествах. Свойства лизина и метионина свидетельствуют об уникальных возможностях этих плодов понижать неблагоприятное действие на организм повышенной радиации. Обнаруженный в них гистидин – суперкатализатор, присутствующий в активных центрах ферментов. При дикарбоксилировании гистидина образуется, обладающий гормональной активностью, гистамин, играющий большую роль во многих биохимических процессах (4).

Эссенциальные аминокислоты	Место культивирования			
	Равнина – 34м над уровнем моря, г. Махачкала	Предгорье – 475м над уровнем моря, г. Буйнакск	Равнина – 34м над уровнем моря, г. Махачкала	Предгорье – 475м над уровнем моря, г. Буйнакск
	Массовое содержание аминокислот, мг/дм ³			
	в соке яблок		в соке абрикосов	
Аргинин	следы	следы	12,3	9,6
Валин	4,7	11,7	70,5	70,1
Гистидин	1,2	1,5	30,2	35,1
Изолейцин	4,0	5,3	28,3	32,3
Лейцин	6,1	7,4	47,8	48,8
Лизин	2,1	3,3	51,0	44,8
Метионин	0,7	0,8	1,8	2,3
Треонин	9,9	17,6	82,0	81,4
Фенилаланин	8,0	9,8	30,1	36,1
Сумма	36,7	57,4	354	360,5

В результате проведенного эксперимента выяснилось, что в соке плодов абрикоса сорта Краснощекий содержание эссенциальных аминокислот было почти равным – различие составило всего 6,5 мг/дм³ (табл.). Отмечено, что в плодах деревьев, культивируемых на равнине, образование аргинина, лизина, валина и треонина проходило более эффективно, чем процессы формирования метионина, изолейцина, фенилаланина, гистидина и лейцина. Индивидуальный синтез каждой, входящий в комплекс, аминокислоты меняет свою направленность и интенсивность, реагируя на воздействие окружающей среды.

Таким образом, данные наших исследований показывают, что совокупность экологических факторов места культивирования (низменность, предгорье) значительно влияет на формирование содержания эссенциальных аминокислот в яблоках сорта Старкримсон. Полученный цифровой материал свидетельствует - в плодах, выращенных на высоте 475м, их образуется в полтора раза больше, чем на высоте 34м над уровнем моря. В отличие от яблок в абрикосах изменение количественного состава эссенциальных аминокислот, в зависимости от выращивания в низменной и предгорной микроне Дageстана, оказалось не столь значительным, что позволяет предположить, что процесс формирования этих важных биологически активных

веществ в абрикосе сорта Краснощекий в основном обуславливается генетическими признаками.

Наличие полного набора физиологически важных эссенциальных аминокислот в плодах яблони сорта Старкримсон и абрикоса сорта Краснощекий, произрастающих в садах Дагестана, свидетельствует об уникальных свойствах местного абрикосового сырья, пригодного для приготовления натуральных продуктов питания, обладающих большими пищевыми достоинствами. При возрождении и развитии плодоводства, как это предусмотрено в «Программе развития садоводства Республики Дагестан», для производства высококачественных консервов из яблок и абрикосов предпочтение должно быть отдано плодам, выращиваемым в предгорной зоне. В этих агроклиматических условиях формирование эссенциальных аминокислот осуществляется в интересах пищевого производства в большей мере, что гарантирует более высокую биологическую ценность продукции переработки этих высокопитательных плодов.

Список литературы:

- 1) Власюк П. А. и др. Химические элементы в жизни растений, животных и человека. М.: 1974. с.216.
- 2) Девини Т., Грегей Я. Аминокислоты, пептиды и белки. М.: «Мир». 1976. 364с.
- 3) Западнюк В. И. и др. Аминокислоты в медицине. Киев: «Здоровья», 1982 – 200с.
- 4) Мецлер Д. Биохимия - М.: «Мир», Т 3, 1980 – 489с.
- 5) Майстер А. Биохимия аминокислот. М.: Иностр. лит. 1961. 492с.
- 6) Плешков Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений – М: «Колос», 1980 – 495с.
- 7) Абрамов Ш. А., Даудова Т. И. Антимутагенные аминокислоты метионин и цистеин в винограде Прикаспийской зоны Дагестана. //Виноделие и виноградарство. 2004. №4. С.40-41.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

Айтемиров А.А.¹, Гасанов Г.Н.¹, Мусаев М.Р.¹, Гасанова С.М.²
(Махачкала, ¹ Дагестанская государственная сельскохозяйственная академия, кафедра агрохимии, мелиорации и физиологии растений, dgsha@xtreem.ru; ² Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН)

Abstract. Struggle against desertification of Northwest - Caspian territories, alongside with prevention of natural fodder lands degradation, should form agricultural system of pure streams and ground machining.

Наиболее острыми экологическими проблемами Западного Прикаспия являются усиливающийся процесс опустынивания территории Терско-Кумской равнины.

Климат территории Терско-Кумской равнины характеризуется как континентальный с жарким сухим летом и холодной зимой. Годовая сумма осадков колеблется от 150 до 320 мм, максимальная температура воздуха в июле 40...45⁰С, относительная влажность воздуха 45...55%, а в июле-августе снижается до 10...15%, испарение влаги с открытой поверхности почвы достигает 900...1000 мм, 55 дней в году дуют сильные (> 15 м/сек) иссушающие юго-восточные ветры, из остальных 310 дней – 110 со скоростью более 4...5 м/сек.

В почвенном покрове преобладают светло-каштановые и бурые полупустынные почвы преимущественно легкого гранулометрического состава и различной степени засоленности.

Начиная со второй половины XX века на этой территории возникли факторы, дестабилизирующие экологическое равновесие и препятствующие нормальному продуцированию сложившихся фитоценозов. К 1986г. несбитых и малосбитых пастбищ (по данным ВНИИАЛМИ) насчитывалось всего 38 млн. га или 24%, открытых (подвижных) песчаных массивов – более 100 тыс. га.

Научными учреждениями региона при методическом руководстве ВНИИАЛМИ разработан ряд мероприятий по восстановлению деградированных кормовых угодий. Реализация этих рекомендаций позволило к началу 90-х годов прошлого столетия значительно улучшить их состояние. За последние 20 лет площадь не сбитых и слабо сбитых пастбищ увеличилась на 5% , умеренно сбитых – на 35% за счет соответственного сокращения площади сильно сбитых. Этому бесспорно способствовало и сокращение поголовья животных в перестроечные годы.

Однако площадь открытых песков продолжает увеличиваться и достигла 221,7 тыс.га, в том числе на Кизлярских пастбищах – 95,5 тыс.га (было 60 тыс.га)

Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием (НПДБО) для Юго-Востока европейской части РФ предусматривает разработку и осуществление мероприятий по предотвращению этого процесса только на пастбищных угодьях и осуществление лесомелиоративных работ на наиболее дефляционно-опасных районах. Мы считаем, что этого совершенно недостаточно для кардинального решения проблемы.

Наиболее уязвимым звеном в сохранении экологического состояния земель Северо-Западного Прикаспия, находящихся в сельскохозяйственном обороте, является господствующая здесь зернопаровая система земледелия, где чистые пары занимают 17...20% пашни. Именно пары являются очагом дефляции и пыльных бурь, по

определению В.Н. Кирюшина (2005) «возмутителями» экологической обстановки в регионе». Между тем, в научной литературе прочно утвердилось мнение, что, чем жестче климатические условия конкретного региона, т.е. чем меньше осадков и выше температура воздуха, тем больший процент в структуре посевных площадей должны занимать чистые пары. А для предотвращения дефляции рекомендуется применять почвозащитную систему обработки почвы с сохранением стерни на ее поверхности, полосное размещение культур и ряд других менее значимых мероприятий.

Но стерня, остающаяся на поверхности почвы, при применении почвозащитной обработки сохраняется не более 2...3 месяцев, а период парования (начиная от уборки озимых до повторного посева после пара) составляет 15 месяцев, т.е. в течении целого года и трех месяцев поле остается незащищенным от разрушающего действия ветров. В этих условиях пары не могут справляться с основной задачей, которая обычно ставится перед ними – накоплением влаги осенне-зимнего периода до начала озимого сева.

Но сохранить можно то, что имеется, что накоплено. В условиях полупустыни, где коэффициент увлажнения составляет 0,15...0,33, а водный режим почвы характеризуется как аридный, о накоплении влаги в почве посредством паров не может быть и речи.

В чистом пару к посеву озимой пшеницы в Терско - Кумской равнине в пахотном слое почвы накапливается в среднем 97,5 кг/га нитратного азота, после занятого пара-72,6, после озимой пшеницы –56,7; фосфатов соответственно 54,4; 48,6; 42,1кг/га; обменного калия – 79,6; 76,4; 74,5 мг/га, т.е. значительно больше, чем после непаровых предшественников. Но такое увеличение содержания питательных элементов в почве парующих полей свидетельствует не столько о преимуществе чистого пара, сколько об интенсивности разрушения органического вещества в почве. По нашим подсчетам в условиях подпровинции из-за необеспеченности растений влагой в чистом пару остаются неиспользованными 20,2 кг азота, 9,4 кг P₂O₅ и 67,8 кг K₂O в расчете на 1 га.

За 17 лет наблюдений с 1989 по 2006 гг. в рассматриваемых условиях с каждого гектара парового поля было выдано в среднем за год 26 т мелкозема, в занятом пару и под непаровыми предшественниками - от 2 до 40раз меньше (таб.2).

Таблица 2

Потери почвы от дефляции в чистом, занятом парах и по непаровым предшественникам озимой пшеницы в среднем за 1989...2005 гг.

Предшественники	Потери от дефляции	
	т/га	по отношению к люцерне, раз
Пар чистый	26,0	43,3
Пар занятой	13,2	22,0
Озимая пшеница	12,0	2,0
Люцерна	0,6	0,0

Эти данные свидетельствуют о том, что в условиях региона недопустимо оставление чистых паров, поскольку это способствует резкому увеличению дефляции почвы и никакого увеличения урожайности при этом не происходит. Так, в среднем за 1997 – 2004 гг. по чистому пару получено зерна озимой пшеницы (т/га) 1,36, по занятому вико - ржаной смесью на сено пару - 1, 30, по озимой пшенице – 1,16, по суданской траве – 0, 89 по люцено-житняковой смеси на сено – 1, 33. Положительного последействия чистого пара отмечено не было.

Не менее остро стоит вопрос в регионе и о системе обработки почвы. Почвы легкого гранулометрического состава этого региона (плотность 0,9-1,10 г/см³)

нуждаются не столько в рыхлении, сколько в уплотнении. Нередки случаи, когда из-за чрезмерной рыхлости почвы и отсутствия влаги в ней, не удается выдержать даже оптимальную глубину заделки семян. В таких случаях приходится ждать выпадения осадков не менее 10 – 15 мм, которые бы промочили (при этом и уплотнили) посевной слой. Только в этом случае удастся провести посев на требуемую глубину.

Нашими исследованиями доказана целесообразность полного исключения механической обработки почвы в условиях Северо-Западного Прикаспия. Это способствует большему накоплению влаги в пахотном слое, сокращению дефляции почвы (таб.3) и повышению урожайности озимой пшеницы на 25-30%.

Таблица3.

Влияние систем обработки на накопление влаги и защиту почвы от дефляции (1991-2005гг.)

Системы обработки почвы	Накопление влаги в слое 0...0,4м		Дефляция почвы	
	мм	в % к контролю	т/га	в % к контролю
Отвальная, контроль	82	100,0	21,0	100,0
Плоскорезная	107	130,5	13,5	64,3
Нулевая	126	153,7	7,9	37,6

«Нулевая» обработка базируется на применении высокоэффективных гербицидов (раундап или его аналоги), что в свою очередь не безупречно с экологической точки зрения. Но применение гербицидов сегодня является необходимостью, поскольку механическая обработка почвы наносит значительно больше экологического ущерба в условиях надвигающегося опустынивания рассматриваемой территории.

Список литературы:

- 1) Кирюшин В.И. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологии. М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2005.- 783с.

АНТИОКСИДАНТЫ ВИНОГРАДА И ПЛОДОВ АБРИКОСА В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЯСНОСТИ

Власова О.К., Бахмулаева З.К. (*Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра, лаборатория эколого-биохимических основ рационального использования биоресурсов, pibrdncran@iwt*)

Abstract. On the basis of comparative studying of presence of antioxidants at *Vitis vinifera* and *Prunus armeniaca* L., it is taped, that the raised synthesis of these ingredients is promoted by requirements of ecotopes at height of 200-265 m above sea level in grapes and 475-1000 m in apricot foetuses.

Результаты медицинских исследований, полученные в разных странах в последние годы, констатируют, что одной из основных причин патологических процессов в организме является избыточное накопление свободных радикалов. Снижению интенсивности свободнорадикальных процессов, уровня окислительного стресса и деструкции клеток способствует потребление природных антиоксидантов, содержащихся в различных продуктах.

Виноград и плоды абрикоса, благодаря наличию в них ряда биологически активных веществ, в том числе и антиоксидантов, являются продуктами питания повышенной ценности. Ранее Ш.А. Абрамовым с сотрудниками изучено наличие биологически ценных веществ у винограда и абрикоса, произрастающих в зонах равнинного ландшафта (1, 2). Высотная поясность меняет климатические условия среды обитания организмов, меняются режимы тепла, атмосферного увлажнения, радиации. Все это влияет на рост, вегетацию, плодоношение растения, формирование биохимических показателей, качество ягод и плодов. Сведения по этому вопросу очень ограничены.

Цель работы – получение данных, характеризующих биохимические свойства винограда и плодов абрикоса, позволяющих выявить закономерности формирования антиоксидантных веществ в зависимости от вертикальной поясности экотопа.

Для изучения выбран виноград сорта Ркацители и абрикос сорта Краснощекий. Исследовали наличие в соках представителей антиоксидантного комплекса по показателям: фенольные вещества, аскорбиновая кислота, рутин и редутоны. Определение химического состава выполняли общепринятыми в биохимии методами: фенольные вещества – перманганатометрически, рутин – колориметрически при длине волны 420 нм после предварительной экстракции этанолом, аскорбиновую кислоту – титрометрически с использованием 2,6-дихлорфенолиндофенола, редутоны – йодометрически. Виноград выращен в равнинной и предгорной зонах центрального Дагестана на трех опытных участках, расположенных на высоте 50 м, 200м и 265 м над уровнем моря. Участки под растениями абрикоса расположены на высотах 34, 475, 700, 800 и 1000 метров над уровнем моря.

Фенольные соединения - наиболее распространенный и важный класс природных веществ, играющих определенную роль в метаболизме растения. Многие из них осуществляют активную физиологическую роль в организме, оказывают влияние на энергетику системы и окисление субстратов клеточного дыхания, входят в полисахаридные комплексы клеточной стенки, являются запасными веществами в метаболизме растений (3,4). Они являются индукторами (сигнальными веществами) во взаимодействиях растение – микроорганизмы, разобщителями окислительного

фосфорилирования. В литературе приводятся данные и о защитной роли их как антибиотических веществ, фитонцидов. Анализируя фенолосинтезирующую способность растений, мы констатировали наиболее яркую окраску с загаром, не только у винограда и абрикоса, распространяемую по всей поверхности предгорной зоны. «Красные щёки» у большинства плодов абрикоса здесь были с малиновым оттенком и загаром. За формирование этой специфической окраски ответственны активные представители класса фенольных веществ. Усилению их синтеза могла способствовать повышенная в предгорье световая энергия.

Среди многочисленных и многосторонних биологических функций фенольных веществ у большинства из них, называемых биофлавоноидами, отмечают явно выраженную антиоксидантную активность. Биофлавоноиды связывают свободные радикалы и обрывают цепные свободнорадикальные процессы, вызывающие перекисление липидов мембран, углеводов, нуклеиновых кислот и других макромолекул клетки. По-видимому, для растений предгорной зоны фенольные вещества, защищающие фотосинтетический и генетический аппарат от вредного воздействия коротковолнового излучения, наиболее важны, чем при произрастании на низменности. Об этом свидетельствует большее, чем на равнине их накопление в винограде в 1,5-2,1 раза на отметках 200 и 265 м и абрикосе в 1,4-1,6 раза на отметках 475-1000 м над уровнем моря (табл.1,2). Аналогичная закономерность у растений этих зон прослеживается и в биосинтезе рутина, аскорбиновой кислоты и редуцирующих веществ, которые вместе характеризуют общую антиокислительную способность изучаемых ягод и плодов. В настоящее время показатель общей антиоксидантной активности рекомендуется учитывать при отборе и выделении новых сортов плодовых и ягодных культур.

Таблица 1

Показатели, мг/дм ³	Равнина		Предгорье	
	высота над уровнем моря, м			
	50	200	265	
Сумма фенольных веществ	126,7	201,0	272,5	
редуктоны	10,6	13,2	19,4	
рутин	103,8	110,1	116,5	
аскорбиновая кислота	5,9	6,5	7,1	

Редуктоны – органические вещества с высокой восстановительной способностью, обладают функцией диэнзола. К диэнзолам относится и аскорбиновая кислота. Суммарное содержание редуктонов в винограде из предгорной зоны в 1,2-1,8 раза выше, в плодах абрикоса - в 1,1-1,6 раза, чем на равнине.

Рутин и аскорбиновая кислота защищают растение и организм человека от супероксидных радикалов, предотвращая образование более сильного радикала (5, 6). Оба витамина выполняют в растении разнообразные функции, участвуют в регулировании роста, в процессе дыхания и фотосинтезе, влияют на активность ферментов, поддерживают окислительно-восстановительное равновесие в живой системе, обеспечивая нормальное протекание жизненно-важных преобразований в тканях. Основное значение рутина состоит в капилляроукрепляющем действии и снижении проницаемости стенок кровеносных сосудов. Аскорбиновая кислота способствует нормальному развитию процессов регенерации, устойчивости к различным видам стресса, обеспечению нормального иммунного статуса организма, поддержанию в нем процессов кроветворения, сопротивляемости к инфекционным заболеваниям.

Обнаружено, что содержание рутина в винограде варьирует в пределах 103,8 - 116,5 мг/дм³, аскорбиновой кислоты 5,9 - 7,1 мг/дм³. Больше накопление этих витаминов отмечено в предгорье на высотных отметках 200 и 265 м над уровнем моря. В плодах абрикоса предгорий найдено больше рутина в 1,3-2,7 раза, аскорбиновой кислоты 1,1-1,4 раза, чем на равнине.

Таблица 2

Показатели, мг/дм ³	Равнина	Предгорье			
	высота над уровнем моря				
	34 м	475 м	700 м	800 м	1000 м
Сумма фенольных веществ	371,3	526,5	553,5	567,0	607,5
Редуктоны	20,0	31,2	31,7	21,2	21,2
Рутин	31,8	42,4	63,5	72,0	84,7
Аскорбиновая кислота	93,1	100,8	122,0	123,9	129,7

На основе сравнительного изучения важнейших продуктов метаболизма винограда и плодов абрикоса, выявлено, что уровень содержания одноименных биологически активных веществ в урожае зависит от совокупности условий произрастания, в том числе от вертикальной поясности экотопа. При адаптации к экологическим условиям предгорий метаболизм виноградного и абрикосового растений направлен на усиление биосинтеза и накопление в ягодах и плодах фенольных веществ, рутина, аскорбиновой кислоты и редуктонов.

Выявленное в результате исследований наличие важных биологически активных веществ в винограде и плодах абрикоса, культивируемых в предгорных микрорайонах центрального Дагестана, свидетельствует об уникальных свойствах плодово-ягодных ресурсов, пригодных для использования в свежем виде и приготовления натуральных продуктов питания с повышенным содержанием антиоксидантов и позволяет наиболее эффективно использовать потенциал агроландшафтов.

Список литературы:

- 1) Абрамов Ш.А., Власова О.К., Магомедова Е.С. Биохимические и технологические основы качества винограда. Махачкала: Изд-во ДНЦ РАН.- 2004. -344 с.
- 2) Абрамов Ш.А., Власова О.К., Бахмулаева З.К., Абдуллаев Р.Д. Химико-технологические особенности плодов абрикоса в центральном предгорном и внутриворонном Дагестане//Юг России: экология, развитие. №2. 2008. С.44-46.
- 3) Запрометов М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. М.: Наука. - 1993 – 272 с.
- 4) Харборн Дж. Введение в экологическую биохимию. М.: Мир.- 1985.-311с.
- 5) Гудковский В.А. Антиоксидантные (целебные) свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения // Хранение и переработка с/х сырья. – 2001. №4. С. 13-19.
- 6) Bohles H. Antioxidative vitamins in prenatally and naturally born infants // International Journal of Vitamin and Nutrition Research. – 1997. – Vol. 67. – P. 321–328.

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В КИЗИЛЕ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕМ В ДАГЕСТАНЕ

Гусейнова Б.М., Даудова Т.И. (*Махачкала, Дагестанский государственный технический университет, кафедра защиты в чрезвычайных ситуациях и экологии, dstu@dstu.ru; Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра, лаборатория эколого-биохимических основ рационального использования биоресурсов, pibrdnrcran@iwt*)

Abstract. The mineral structure of a *Cornus mas* garden and wild-growing grown up in the central climatic zone of Dagestan is investigated. It is revealed 10 components of a mineral complex. Quantitative structure of a mineral complex in a *Cornus mas* wild-growing the richman of a *Cornus mas* garden. Presence of mineral substances useful to health in berries *Cornus mas* speaks about an opportunity of their use for reception of products of treatment-and-prophylactic purpose.

Республика Дагестан по сравнению с другими регионами Российской Федерации обладает широким разнообразием природно-климатических зон и ландшафтов, что привело к распространению на её территории (50×10^3 км²) большого количества видов растительного мира. Наряду с культурными растениями в Дагестане имеется значительное число дикорастущих, в числе которых особое место занимает кизил.

Кизил относится к роду деревьев и кустарников, семейству кизиловых. В Дагестане распространен вид *Cornus mas* – кустарник, высота которого чаще всего достигает 1-2 м. Плоды (костянка) темно-красные, вкусные, размером 1-1,5 см в длину и 0,5-0,8 см в ширину. Их употребляют в свежем, сушенном и консервированном видах.

Как известно плоды, ягоды и травянистые растения являются источником минеральных веществ, играющих важную роль в обменных процессах. Общее количество минеральных веществ в плодах – примерно 0,2—0,54 %. Качественный состав и количественное содержание отдельных минеральных элементов в них различно, что в основном обусловлено биологическими особенностями растений. Большую роль при этом играет видовая специфичность возможности аккумулировать нутриенты, в число которых входят и минеральные вещества, а также обеспеченность почв места произрастания их доступными формами. В некоторых случаях минеральный состав плодов и ягод может облегчить идентификацию и подтвердить натуральность продуктов их переработки (1,2).

Неоспорима биологическая роль 10 элементов, называемых металлами жизни: калия, натрия, магния, кальция, железа, марганца, цинка, меди, кобальта, молибдена. Полагают, что для создания первых живых организмов природа использовала магний, кальций, натрий, железо, медь. Возможно, поэтому не существует растений, в составе которых не было бы этих минеральных веществ (1).

Для поддержания работоспособности и крепкого здоровья человек нуждается не только в белках, жирах, углеводах и витаминах, но и в минеральных веществах, которые играют важную роль в обменных процессах. Недостаточное их поступление и несбалансированность по количественному составу могут сопровождаться серьезными нарушениями различных функций организма (2).

Ранее нами проводились исследования минерального состава абрикосов, алычи, винограда, земляники, малины и смородины с целью разработки рецептур для приготовления продуктов питания диетической направленности (3-5).

В настоящей публикации мы представляем данные, полученные при исследовании минерального комплекса кизила садового и дикорастущего, произрастающего в экологической микроне центральной Дагестана, которая расположена на приморской низменности.

Содержание минеральных веществ определяли атомно-абсорбционным методом («Хитачи-208», «С-118М») и на пламенном фотометре («FLANPO-4»). Йод идентифицировали потенциометрически с использованием йодселективного электрода.

Исследованы ягоды кизила садового и дикорастущего с опытных участков, расположенных в окрестностях города Махачкалы, характеризующиеся следующими климатическими условиями. Среднегодовая температура воздуха составляет здесь 11,0-11,6°C. Абсолютный максимум доходит иногда до 36°C, а абсолютный минимум достигает минус 15,0-25,0°C. Продолжительность безморозного периода в среднем составляет 213-234 дня. Годовая сумма активных температур 3700-4100°C. Среднегодовое количество осадков равняется 300-420 мм (6). Почва под кизилковыми кустарниками светло-каштановая, суглинистая.

В результате проведенных исследований в опытных образцах кизила нами было обнаружено десять минеральных веществ (табл.1.2.).

Таблица 1

Кизил	Макроэлементы, мг/кг			
	К	Ca	Mg	Na
садовый	1610,0	34,0	20,1	28,0
дикорастущий	1730,3	52,6	33,9	37,7

Таблица 2

Кизил	Микроэлементы, мг/кг					
	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	J
садовый	0,667	0,266	0,40	0,045	0,525	0,087
дикорастущий	0,777	0,312	0,46	-	0,489	0,145

Как показано выше, из всех идентифицированных макроэлементов калий содержался в наибольшем количестве - 1730,3мг/кг. Он участвует в процессах мышечного сокращения, образования новых белковых структур и резервного углевода гликогена. Содержащийся в клетках мышечной ткани калий, усиливает её сокращение, участвует в регуляции деятельности сердечной мышцы и кишечника (7,8).

Не менее чем калий, необходим для здоровья кальций, который особенно важен для детского организма, поскольку играет главную роль в формировании и развитии костей. Кроме того, кальций участвует в осуществлении процессов нервной возбудимости, мышечного сокращения и свертывания крови. Обмен его в организме тесно связан с преобразованиями витамина D. Недостаточное поступление кальция с пищей сопровождается нарушением процессов роста костной ткани, развитием кариеса зубов, возникновением судорог (7,8). В кизиле его количество составляло 34,0 – 52,6 мг/кг.

Известно, что продукты растительного происхождения особенно богаты магнием и часто обеспечивают 2/3 его поступления с пищей. Полученные нами данные, о содержании магния в кизиле, это подтверждают. Физиологическая роль магния обусловлена тем, что он является кофактором ряда важнейших ферментов углеводно-фосфорного и энергетического обмена, других ферментативных процессов. Магний функционирует в качестве кофактора более чем в 300 энзиматических реакциях. Помимо этого магний играет важную роль в биосинтезе белка и передаче генетической информации с участием ДНК и

РНК, а также в образовании циклического АМФ, который служит посредником при трансляции гормональных сигналов клетке и участвует в метаболизме глюкозы (2).

Натрий активно влияет на процессы водно-солевого обмена, перенос к клеткам тканей и органов аминокислот и углеводов. Обмен натрия в организме тесно связан с обменом калия, в частности, при осуществлении процессов нервно-мышечной возбудимости. Поэтому присутствие значительного количества этого макроэлемента в кизиле придает ему способность влиять на деятельность вегетативной нервной системы (2,7,8).

Микроэлемент железо в организме человека присутствует во всех органах и тканях. В красных кровяных тельцах (эритроцитах) сосредоточены основные его запасы. Содержащееся в эритроцитах железо входит в структуру белка гемоглобина, функция которого — обеспечение кислородом органов и тканей. Этот элемент имеется в составе цитохромов, участвующих в переносе электронов по дыхательной цепи митохондрий, а также окислительно-восстановительных ферментов (2,7,8). Как в садовом, так и дикорастущем кизиле железо превалировало над всеми обнаруженными микроэлементами (табл. 2).

Марганец входит в состав костной ткани, усиливает обмен белков, способствует накоплению в печени углевода гликогена. Он улучшает обмен витаминов С, РР, А, D, Е, стимулирует процессы кроветворения и роста. При недостаточном поступлении марганца с пищей замедляются процессы роста костной ткани (7,8). Наличие такого ценного микроэлемента в кизиле свидетельствует о высоких пищевых достоинствах этой ягоды.

Медь, как металл переменной валентности, принимает активное участие в процессах жизнедеятельности. Дефицит меди приводит к анемии и нарушению роста.

Цинк входит в состав около 80 ферментов. Недостаточность цинка в рационе приводит к замедлению роста, нарушению вкуса и обоняния. Цинк участвует в синтезе инсулина и половых гормонов.

Превышение норм поступления в организм меди и цинка приводит к интоксикации и специфическим заболеваниям. В опытных образцах исследованного нами кизила, содержание этих микроэлементов не превышало их предельно допустимые количества, установленные Минздравом РФ.

Обнаруженный в садовом кизиле свинец является одним из самых распространенных и опасных токсинов. Он блокирует сульфгидрильные группы белков, проникает в нервную, мышечную, пищеварительную системы и почки. Однако в исследованных нами ягодах садового кизила концентрация свинца была очень малой, не представляющей опасности для здоровья. В кизиле дикорастущем он и вовсе отсутствовал, что на наш взгляд объясняется удаленностью от места произрастания автомагистралей и промышленных предприятий, являющихся одними из основных источников выброса свинца в окружающую среду.

Йод, участвующий в образовании тироксина и регуляции обмена веществ, содержался в обоих, исследованных нами, опытных образцах кизила в пределах 0,087-0,145 мг/кг. Потребность взрослого человека в йоде составляет в сутки 0,1-0,2 мг (7). Оказалось, что более обеспечен йодом кизил дикорастущий. В Дагестане содержание йода в почве и воде недостаточное, поэтому, полученные сведения о наличии этого элемента в химическом составе кизила важны. Они могут служить необходимой информацией при разработке рецептур пищевых продуктов, предназначенных для восполнения йоддефицита.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что экологические условия центральной климатической зоны Дагестана способствуют формированию достаточно богатого комплекса минеральных веществ в кизиле. Экспериментальные данные показали, что в кизиле дикорастущем, по сравнению с

садовым, количество обнаруженных макро- и микроэлементов было более высоким. Это говорит о влиянии сортовых особенностей на синтез компонентов минерального комплекса. Наличие полезных для здоровья минеральных веществ в ягодах кизила свидетельствует об их высоких пищевых достоинствах, а отсутствие многих токсичных элементов говорит о его безопасности при употреблении в свежем виде. Кизил дикорастущий из Дагестана с успехом можно использовать для получения продуктов лечебно-профилактического назначения.

Список литературы:

- 1) Химический анализ лекарственных растений / Под ред. Н.И.Гриневича, Л.Н.Сафронович. - М.: Высшая школа, 1983.- 157 с.
- 2) Скурихин И. М., Нечаев А. П. Все о пище с точки зрения химика. – М.: Высшая школа, 1991.
- 3) Мукайлов М. Д., Гусейнова Б. М. Влияние низкотемпературного замораживания на питательную ценность земляники и малины //Производство и реализация мороженого и быстрозамороженных продуктов. – 2004. - №2. – С.28-29.
- 4) Мукайлов М.Д., Магомедов Х.М., Гусейнова Б.М. Макро- и микронутриентный состав быстро замороженного винограда //Виноделие и виноградарство. – 2004. - №6. – С.34-36.
- 5) Гусейнова Б. М., Даудова Т. И. Пищевая ценность и безопасность гомогенизированных быстрозамороженных смесей, приготовленных из плодов и ягод, выращиваемых в Дагестане //Вопросы питания. – 2008. – Т. 77. - №4. С.77-83.
- 6) Бахмулаева З. К. Экологические особенности накопления витаминов в столовых сортах винограда. Дисс. на соиск. уч. ст. к.б.н., 2007. – С.39-40.
- 7) Тутельян В. А., Спиричев В. Б., Суханов Б. П., Кудашева В. А. Микронутриенты в питании здорового и больного человека. М.: Колос, 2002. – 424с.
- 8) Позняковский В. М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров. – Новосибирск: Изд-во Новосибирского университета, 1999. – 447с.

АМИНОКИСЛОТНЫЙ ПУЛ КИЗИЛА ДИКОРАСТУЩЕГО

Гусейнова Б.М., Даудова Т.И. (Махачкала, Дагестанский государственный технический университет, кафедра защиты в чрезвычайных ситуациях и экологии, dstu@dstu.ru; Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра, лаборатория эколого-биохимических основ рационального использования биоресурсов, pibrdnrcran@iwt)

Abstract. The qualitative and quantitative structure amino acids a pool of a Cornus mas wild-growing, growing in Dagestan is investigated. Results of researches show, that in a Cornus mas there is a plenty of the vital amino acids - aspartat, glutamat and leucin. This fact and presence of nine irreplaceable amino acids speaks about high food and biological value of the researched berries.

Пищевая и биологическая ценность ягод, в том числе и кизила, обуславливается наличием углеводов, витаминов, минеральных элементов, а также других биологически активных веществ, к которым относятся и аминокислоты. Как известно, аминокислоты являются важнейшими субстратами обмена азотистых соединений в растительных и животных организмах. Ежедневно в кровь человека поступает более 100 г различных аминокислот. Они служат строительными блоками для синтеза белков, принимают активное участие в процессах образования углеводов и жиров, наделены пластическими и регуляторными свойствами. При необходимости аминокислоты могут являться источником энергии, предварительно превращаясь в те или иные продукты цикла лимонной кислоты. Пути использования различных аминокислот в энергетическом обеспечении организма могут быть различными. Каждая аминокислота имеет свою сложную схему преобразований, в которой участвуют специфические, предназначенные только для обмена данной аминокислоты, ферменты. В растениях, кроме того, аминокислоты выполняют осмотическую функцию, оказывают протекторное действие на белково-липидные компоненты клеток, замечена их активная реакция на воздействие эколого-физиологических факторов (1-4).

Нами изучен состав аминокислотного пула кизила дикорастущего, выращиваемого в приморской зоне Дагестана.

Анализы проводили на аминокислотном анализаторе ААА-881. Для определения аминокислотного комплекса белков, входящих в состав изучаемого растительного сырья, применяли кислотный гидролиз (6н HCl, нагрев до 110°C в течение 24 часов).

Идентификацию аминокислот осуществляли путем сравнения последовательности и времени их удерживания, а также соответствующих им чистых стандартов. Количество определяли по площади пиков на фрактограммах, рассчитанной как произведение высоты пика на его ширину, замеренную на полувысоте, с учетом константы для каждой аминокислоты. Полученные данные статистически обработаны.

Как показали исследования, в аминокислотном пуле кизила дикорастущего содержалось 16 аминокислот, из которых 2 условно незаменимые и 7 заменимых. Общая сумма идентифицированных компонентов составила 511,8 мг/100 г сухого веса (табл. 1,2).

Концентрация аспартата и глутамата оказалась наиболее высокой по сравнению со всеми обнаруженными аминокислотами - 113,4 и 77,2 мг/100г, соответственно. Аспартату, наряду с глутаматом, принадлежит особая роль в процессе использования растениями неорганических форм азота и превращения их в органические. Благодаря

классическим работам Д.П. Прянишникова (1945) стало ясно, что дикарбоновые аминокислоты, к которым относятся аспартат и глутамат, являются «основными воротами вхождения аммиака в растения» и занимают центральное положение при его обезвреживании. Этот факт и то, что аспартат и глутамат выполняют ключевую функцию во взаимодействии метаболизма азота и углерода, указывает на их большое физиологическое значение. От аспартата наследуют углеродную основу аминокислоты лизин, треонин, метионин и изолейцин, а глутамат, кроме того, является одним из наиболее подвижных метаболитов. При употреблении в пищу продуктов богатых глутаматом происходит нормализация чрезвычайно важных процессов в обмене веществ головного мозга, в работе желез внутренней секреции и кровообращении, а аспартат входит в число веществ, составляющих лабильный резерв, который используется для обеспечения синтеза различных энзимов, участвует в биосинтезе изолецина, является нейромедиатором. Аспартат активный участник синтеза пуриновых нуклеотидов и жизненно необходимых реакций обмена, происходящих в митохондриях. Без аспартата нарушается связывание ионов кальция в организме, что приводит к такому серьезному заболеванию, как остеопороз (1,2,6).

На третьем месте по количественному содержанию в аминокислотном пуле кизила стоит аланин – 29,6 мг/100г. В растениях он содержится в рибосомальных белках, биотине и находится в свободном состоянии. Важность наличия аланина в ягодах доказывает еще и то, что он обладает способностью образовывать комплекс с ионами меди, ингибировать действие фермента глутаматсинтетазы и наряду с глицином, пролином, гистидином, тирозином и лизином входит в состав гемоглобина .

Обнаруженный в кизиле глицин - 26.9 мг/100г, играет существенную роль в работе мозга человека, так как является медиатором торможения нервных импульсов. В спинном и продолговатом мозге его концентрация достигает 3–5 мМ, но в коре больших полушарий он содержится в небольших количествах. Глицин является предшественником физиологически важных соединений - пуринов и гемма, связывает и способствует выведению из растительных и животных клеток ионов магния, меди, цинка и марганца в тех случаях, когда их концентрация в организме становится токсичной (1).

Пролин в кизиле было меньше, чем глицина всего на 1,1 г. Эта заменимая аминокислота в последнее время привлекает внимание многих физиологов и биохимиков, занимающихся проблемой адаптации, так как аккумуляция пролина считается типичным стрессовым ответом. Пролин участвует в регуляции метаболизма клетки: он активизирует дыхание растительных тканей, регулирует поглощение кислорода и способен быть донором аминокрупп при формировании глутамата, аспартата и аргинина. Пролин усиливает синтез хлорофилла путем прямого включения его молекулы в скелет порфобилиногена (1,5).

Таблица 1

Массовая концентрация заменимых аминокислот в кизиле, мг / 100 г сухого веса						
Ала	Асп	Гли	Глу	Про	Сер	Тир
29,6	113,4	26,9	77,2	25,8	22,3	21,7

Таблица 2

Массовая концентрация незаменимых аминокислот в кизиле, мг / 100 г сухого веса								
Арг	Гис	Вал	Иле	Лей	Лиз	Мет	Тре	Фен
12,2	16,4	27,1	17,0	41,3	29,2	10,8	16,2	24,7

Серин и тирозин, обнаруженные в кизиле в количестве 22,3 и 21,7 мг/100г соответственно, также принимают активное участие в биохимических процессах. Серин обуславливает образование цистеина и служит основным источником аминокислот глицина и триптофана. Он входит в активный центр ферментов протеаз и пептидаз. Биохимические преобразования тирозина в растениях служат источником образования антоцианов, а также других флавоноидных пигментов, полимерных конденсированных танинов и многих других веществ, обуславливающих запах растений (3).

Как было указано выше, в исследованном кизиле были идентифицированы незаменимые аминокислоты. Их сумма составляет 194,9 мг/100г (табл.2).

Превалировал над всеми лейцин – 41,3 мг/100г. Лейцин и валин оказывают влияние на транспорт калия в организме, являются предшественниками жирных кислот. Лизин, концентрация которого в кизиле значительна – 29,2 мг/100г, является одной из самых дефицитных аминокислот. Он - необходимый компонент пищи. Формируется лизин из аспартата, присутствует в активных центрах ферментов и рибосомных белках. Фенилаланин, содержащийся в кизиле в количестве 24,7мг/100г образуется в растениях в результате реакций, инициируемых фенилаланин-аммиак-лиазой. Он способствует формированию специфического аромата плодов и ягод. Кроме того, фенилаланин в растениях превращается в транс-коричную кислоту и ее CoA – производное, которое используется в качестве предшественника в последующем биосинтезе желтых пигментов цветов и плодов - флавонолов, а также красных, пурпурных и синих антоцианидинов (7). Поэтому можно сказать, что яркая окраска плодов кизила обусловлена, помимо прочих причин, наличием в аминокислотном пуле фенилаланина. Идентифицированные в кизиле изолейцин, треонин и метионин (табл. 2) важны, как для растений, так и для человека. Изолейцин образуется из треонина, участвует в синтезе жирных кислот. Треонин регулирует обезвреживание промежуточных продуктов обмена веществ, а также влияет на трофику клеток (1-3). Метионин – аминокислота, способствующая улучшению углеводной, липидной и белково-образовательной работы печени. Он уменьшает количество вредных для здоровья кислых радикалов, активизирует функциональную деятельность клеток. Наличие в молекуле SH-группы объясняет присущее метионину уникальное свойство защиты против мутагенного действия ионизирующего облучения (2-4).

Концентрация условно незаменимых аминокислот аргинина и гистидина в кизиле составила 12,2 и 16,4 мг/100г соответственно. Обе эти аминокислоты принимают активное участие в метаболизме растений и опосредованно влияют на вкус плодов. Как известно, при оценке качества биодинамических продуктов, к которым относятся многие растения, вкус играет важную роль, как признак сбалансированности, произошедших в них физиологических процессов и биохимических реакций.

Таким образом, полученные данные о формировании аминокислотного пула в кизиле дикорастущем показывают, что процесс шел на достаточно высоком уровне. Известно, что в плодах и ягодах содержание белка и свободных аминокислот чаще всего бывает незначительным по сравнению с их концентрацией в продуктах животного происхождения. Однако результаты наших исследований показали, что в аминокислотном пуле кизила присутствовало большое количество таких жизненно важных аминокислот, как аспартат, глутамат и лейцин. Этот факт и идентификация девяти незаменимых аминокислот говорит о высокой пищевой и биологической ценности ягод кизила дикорастущего, произрастающего в Дагестане.

Список литературы:

- 1) Мецлер Д. Биохимия - М.: «Мир», Т 3, 1980. - 488 с.

- 2) Власюк П. А. и др. Химические элементы в жизни растений, животных и человека. М.: 1974. - 216 с.
- 3) Плешков Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений – М.: 1980. - 495 с.
- 4) Абрамов Ш. А., Даудова Т. И. Антимутагенные аминокислоты метионин и цистеин в винограде Прикаспийской зоны Дагестана. //Виноделие и виноградарство. - 2004. №4. С.40-41.
- 5) Бритиков Е. А. Биологическая роль пролина. – М.: Наука, 1975. - 86 с.
- 6) Спиричев В. Б. Витамины и минеральные вещества в комплексной профилактике и лечении остеопороза //Вопросы питания. – 2003. №1. С.34-43.
- 7) Мецлер Д. Биохимия - М.: «Мир», Т 2, 1980. С. 565-567.

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РАЗЛИЧНЫХ ВЫСОТ НАД УРОВНЕМ МОРЯ НА ДИКАРБОНОВЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ, АЛАНИН, АРГИНИН И ТРЕОНИН ВИНОГРАДА РКАЦИТЕЛИ

Даудова Т.И., Абрамов Ш.А., Халалмагомедов М.А. (Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН, лаборатория эколого-биохимических основ рационального использования биоресурсов, pibrdncran@iwt.ru; Дагестанский государственный технический университет, кафедра технологии виноделия и бродильных производств, dstu@dstu.ru)

Abstract. By method of a liquid chromatography it is investigated amino acids structure of grape of grade Rkasitely which is grown up at height of 50, 200 and 265 m above sea level. Results have shown, that ecological conditions of plain promote significant accumulation aspartat, glutamate, alanin, argenin and treonin. The quantity of amino acids in a grape growing at height 200 m, considerably above, than at height of 50 and 265 m above sea level.

Для успешного внедрения в жизнь инновационных технологий необходим научный подход к выявлению оптимальных территорий культивирования определенных сортов винограда при глубоком и эффективном использовании ресурсного потенциала агроландшафтов. Поэтому, на наш взгляд, точная диагностика потребности сорта в обеспечении соответствия среды обитания его биологии в настоящее время как никогда актуальна.

Факторы окружающей среды, изменяя химический состав винограда, влияют на аминокислотный фонд – резерв азотсодержащих органических веществ, которые участвуют в образовании углеводов, липидов, ферментов и многих других биологически активных соединений (1-3).

Целью наших исследований было изучение процесса формирования дикарбонновых аминокислот, аланина, аргинина и треонина, протекающего в винограде сорта Ркацители, под влиянием совокупности экологических факторов микрозон выращивания, расположенных на различных высотах над уровнем моря.

Виноград Ркацители – это сорт технического направления широко распространенный на территории Дагестана. В настоящее время Ркацители широко используется для производства шампанских и коньячных виноматериалов, а также сухих вин, ряда марок специальных вин и приготовления соков. Кроме того, Ркацители имеет высокий спрос на рынке для употребления в свежем виде.

Исследованный виноград выращивается в хозяйствах: ГУП «Каякентский», ГУП «Красный Октябрь» и СПК «Алходжакентский», соответственно расположенных на равнине – 50м, и в предгорьях на высоте 200м, 265м над уровнем моря. Виноградники условно поливные, почва под культурой суглинистая. Агротехнические мероприятия, проводившиеся на всех опытных участках, были идентичными.

Аминокислотный состав винограда определяли в соке ягод, достигших технической зрелости. Этапы получения объективной информации об аминокислотном фонде включали: центрифугирование опытных образцов сока – 5000 об./мин, проведение в пробах гидролиза пептидов и белков, аналитическое разделение аминокислот методом ВЭЖХ с применением аминокислотного анализатора «ААА-881» при использовании реактивов фирмы «Reanal», а также статистическую обработку результатов исследований.

Дикарбоновые аминокислоты глутамат и аспарат, которые были обнаружены в аминокислотном фонде исследованного сорта Ркацители - важнейшие показатели его пищевой ценности потому, что занимают главное место в аминокислотном обмене. Участвуя в различных биохимических процессах, и, прежде всего, в реакциях переаминирования, они приводят к образованию многих других аминокислот. При их непосредственном участии осуществляется взаимосвязь между метаболизмом углеводов, органических кислот, жиров, аминокислот и белков. Глутамат необходим и для успешной нейтрализации пагубных действий избытка аммиака, в организме. Он является одним из центральных метаболитов нервной системы, а также веществом усиливающим адаптацию к гипоксии, препятствующим индукции перекисного окисления липидов биомембран, тем самым замедляющим процесс старения. Глутамат повышает работоспособность организма, участвует в переносе калия, синтезе АТФ и ацетилхолина.

Аспарат, как и глутамат - активный участник процесса переаминирования в организме. Этой заменимой аминокислоте свойственно транспортировать ионы магния, натрия и калия во внеклеточное пространство, активизировать окислительные процессы, повышать иммунитет центральной нервной системы, снижать уровень токсичного аммиака в крови, а также улучшать работу печени (4,5).

Как показано на рисунке, содержание глутамата и аспартата в исследованном винограде изменялось в зависимости от места выращивания. Наибольшее количество этих дикарбоновых аминокислот и аланина, соответственно - 122,2; 39,2; 46,3 мг/дм³, было выявлено в опытных образцах из урожая, полученного в ГУП «Красный Октябрь», виноградники которого расположены на высоте 200м над уровнем моря.

Аланин наряду с аспаратом и глутаматом, является важным участником процесса сахарообразования, и поэтому косвенно влияет на вкусовые особенности плодов и ягод. Кроме того, он синтезируется в растениях в результате реакции переаминирования и способствует формированию пантотеновой кислоты и кофермента А необходимых для успешного прохождения важных процессов метаболизма.

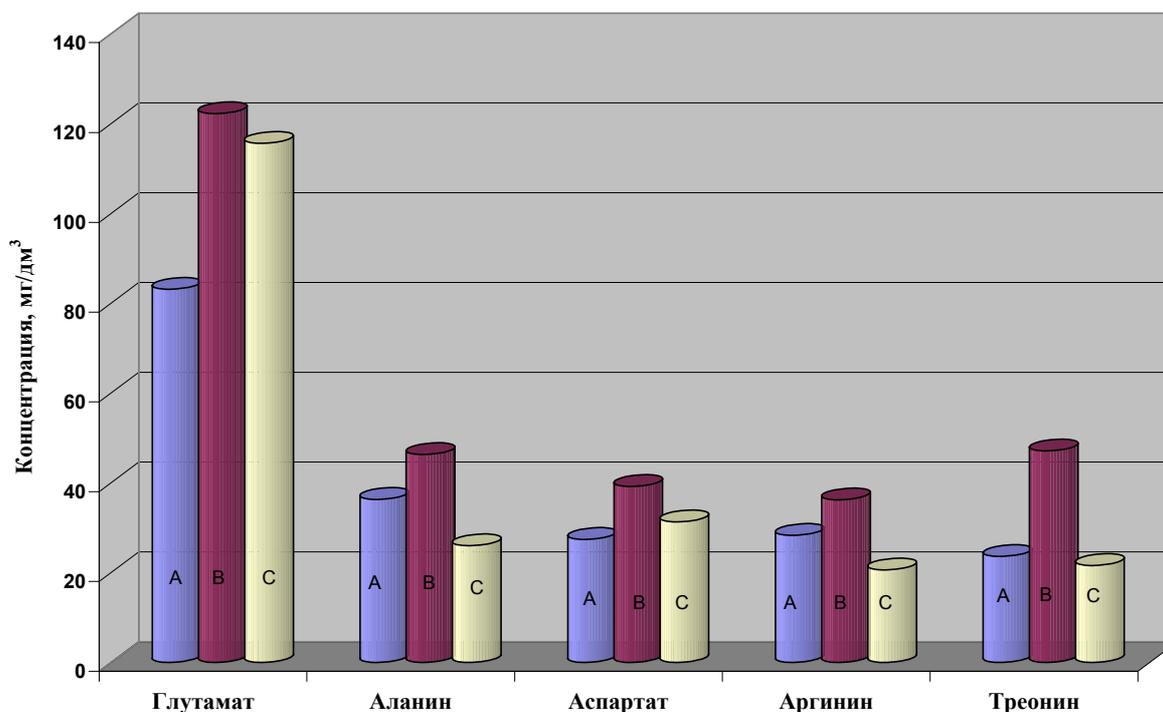


Рис. Равнина - 50м, ГУП "Каякентский" - А, Предгорье - 200м, ГУП "Красный Октябрь" - В, Предгорье - 265м, СПК "Алходжакентский" - С.

Полузаменимая аминокислота аргинин в исследованных образцах содержалась в пределах от 20,6 до 36,2 мг/дм³. Употребление в пищу винограда, имеющего аргинин в своем составе, способствует правильному течению в организме биохимических реакций орнитинового цикла – одного из главнейших в процессе обмена веществ, образованию креатина и мочевины, снятию негативного влияния гипоксии и гипотермии.

Содержание треонина в винограде Ркацители, по полученным нами данным, составило 21,6 – 47,1 мг/дм³. Треонин - незаменимая аминокислота, которая образуется в растениях сложным путем через последовательный ряд биохимических реакций. Углеродный скелет этой аминокислоты формируется из гомосерина, который синтезируется в результате превращения аспартата. Треонин очень важен, так как в результате метаболических процессов, возникающих при поступлении его в организм, происходит образование глицина и аминокетона, служащего основным материалом для биосинтеза витамина В₁₂ (6).

Проведенные исследования показали, что дикарбоновые аминокислоты, а также аланин, аргинин и треонин имеются в аминокислотном пуле винограда сорта Ркацители, выращиваемого в Дагестане, Их концентрация зависит от экологических факторов места произрастания, в частности, от высоты над уровнем моря. Аланина, аргинина и треонина в винограде с равнины – 50м, было больше, чем в опытных образцах из урожая, полученного на высоте 265м над уровнем моря. Для синтеза аспартата и глутамата условия предгорья оказались более комфортными. Обнаружено, что климатическая микрizona ГУП «Красный Октябрь», расположенная на высоте 200м над уровнем моря, наиболее предпочтительна для биосинтеза, как дикарбоновых аминокислот, так и для аланина, аргинина и треонина. Дагестанский виноград Ркацители из-за значительного содержания этих биологически активных веществ является не только пищевым продуктом с высокой питательной ценностью, но и обладает фармакологическими свойствами. Виноград, собранный с плантаций, расположенных в предгорье с успехом может использоваться в диетическом питании и ампелотерапии.

Список литературы:

- 1) Абрамов Ш. А., Власова О. К., Даудова Т. И., Абдуллабекова Д. А. Аминокислоты винограда в экологической системе бархана Сарыкум. //Аридные экосистемы. М. Т.4. № 9. -1998. – С.92-98.
- 2) Абрамов Ш. А., Власова О. К., Магомедова Е. С. Биохимические и технологические основы качества винограда. Махачкала. Изд-во ДНЦ РАН, 2004. – 344с.
- 3) Даудова Т. И. Незаменимые аминокислоты винограда в зависимости от биологических и экологических факторов. Труды НЦВиВ, г. Ялта. Т. 2. 2000 С.10-14.
- 4) Власюк П. А. и др. Химические элементы в жизни растений, животных и человека. М.: 1974. с.216.
- 5) Западнюк В. И. и др. Аминокислоты в медицине. Киев: «Здоровья», 1982 – 200с.
- 6) Мецлер Д. Биохимия - М.: «Мир», Т 3, 1980 – 489с.

СУКЦЕССИИ ГИДРОФИЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ КИЗЛЯРСКОГО ЗАЛИВА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Джалалова М.И. (Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН e-mail: d.marina.66@mail.ru)

Abstract. Ecological-coenosis rows of the coastal strip correspond to two floracoenosis complexes: fresh water hydrophilic and its hallow hydrophilic analogue.

Прибрежная полоса, или литоральная зона - очень динамичная система, изменяющая свое положение и нередко размеры в зависимости от изменения уровня Каспийского моря.

Неустойчивость береговой линии, связана с изменениями уровня воды в Каспийском море (Алиев Н.-К. К., Абдурахманов Г.М. и др.). Считается, что наблюдающийся с 1978 года процесс повышения уровня моря было обусловлен главным образом увеличением речного стока и уменьшением испарения. В 2000г. уровень моря понизился примерно на 30см, а к 2002г. стабилизировался и в настоящее время находится на отметке около -27м.

Смены растительности, происходящие под влиянием наступления Каспия, связанные с затоплением, подтоплением и засолением почво-грунтов, относятся к категории гидрогенных и галогенных, обусловленные внешними факторами (Кулешова Л.В.). Интерес представляет изучение влияния этого фактора в зоне прямого действия с преобладанием в растительном покрове гидрофильных фитоценосистем.

Гидрофильная флора литорали представляет сочетание нескольких структурных типологических комплексов. Центральное место в ней занимает собственно водная флора – гидрофитон). Очень большая группа видов, нередко называемых полупогруженными (тростник, камыш озерный, рогозы и др.), а также можно выделить в комплекс гигрогалофитона. Виды засоленных болот или гелофиты относятся к комплексу палюдофитона. На сыром аллювии и в прибрежьях с переменным уровнем характерна группа видов, экогенетически связанных с сырыми песками – псаммогалофитон (Краснова А. Н).

Таким образом, представление о типологической разнокачественности того, что подразумевается под гидрофильной флорой должно быть определяющим, а соответствующие термины - гидрофитон, гигрогалофитон и другие - базовыми понятиями.

Систематическая структура гидрофитона литорали представлена 41 видом.

Комплекс гигрогалофитона объединяет растения того же экологического фактора. Виды этой группы еще называют воздушно-водными или полупогруженными (тростник, камыш озерный, рогозы и др.)

Систематическая структура гигрогалофитона литорали представлена 63 видами.

Частое затопление прибрежной территории, так и отступление воды, обнажения его дна, позволяют четко во времени проследить за изменениями, происходящими в смене растительности (Свиточ А.А., Кулешова Л.В.).

Наибольшее внимание уделяется ценотической структуре и динамике растительности приморских районов, В экологическом ряду водно - болотная растительность по увеличению градиента обводнения занимает самые нижние уровни, прилегающие к Каспию. Верхняя граница фиксируется пределом сплошного распространения сообществ - *Pragmiteta*, *Typheta*, *Scirpeta*. Грунты топкие,

представлены песками, супесями, мелкой разбитой ракушкой, суглинками. Сама литораль изрезано заливами, бухтами, большими и малыми плесами, лиманами. Этот тип растительности представлен классами формаций погруженной и плавающей растительности.

Погруженная растительность сложена формациями рдеста гребенчатого (*Potamogeton pectinatus*), рдеста курчавого (*Potamogeton crispus*), урути колосистой и мутовчатой (*Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*), роголистника погруженного (*Ceratophyllum demersum*). Растительность с плавающими на поверхности воды листьями – формациями сальвинии плавающей (*Salvinia natans*), рдеста плавающего (*Potamogeton natans*).

Воздушно-водная растительность представлена формациями тростника южного (*Phragmites australis*), камыша озерного (*Scirpus lacustris*), рогоза узколистного (*Typha angustifolia*), рогоза Лаксмана (*Typha laxmannii*), клубнекамыша морского (*Bolboschoenus maritimus*), сусака зонтичного (*Butomus umbellatus*), частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquaticae*). Галофильная растительность включает сообщества солончаков и засоленных лугов. Представлена классами формаций настоящей солончаковой растительности *Salicornia europaea*, *Suaeda prostrata*, *Salsoeta sodae*, *Halimolobos pedunculata* и засоленных лугов *Puccinellia gigantea*, *Aeluropus litoralis*.

Обобщенный эколого-ценотический ряд по градиенту увеличения обводнения для пресноводного комплекса имеет следующий вид: *Alisma plantago-aquaticae* → *Butomus umbellatus* → *Typha angustifolia* → *Phragmites australis* → *Scirpus lacustris* → *Potamogeton natans* → *Potamogeton crispus* → *Potamogeton pectinatus*; для галогидрофильного: *Bolboschoenus maritimus* → *Typha laxmannii* → *Phragmites australis* → *Scirpus tabernaemontani* → *Ruppia spiralis* + *R. maritima* + *Najas minor* → *Zostera noltii*.

Приведенные эколого-ценотические ряды соответствуют двум флороценотическим комплексам: пресноводному гидрофильному и его галогидрофильному аналогу.

Для галогидрофильного комплекса трансгрессия Каспия расширяет возможности реализации преадаптационных возможностей видов, что в первую очередь касается погруженных форм, в их числе и *Potamogeton pectinatus*. Безусловно, с повышением уровня краевые популяции, занимающие самые низкие уровни, отмирают. Однако одновременно идет заселение и освоение формирующихся мелководий. Иная картина с формациями воздушно-водной растительности, обладающими меньшей стратегией. Подъем Каспия приводит к постепенному отмиранию сообществ, что выражается в угнетенности и изреженности травостоя. Их формирование на вновь образованных экотопах происходит заново за счет имеющегося автохтонного материала (небольшие по площади сообщества или пятна растительности в микропонижениях на более высоких гипсометрических уровнях) или путем приноса аллохтонного материала (семена, обрывки корневищ, вырванные и принесенные ветром и волнобоем куски сплавин).

Пресноводный гидрофильный комплекс подвержен более существенным изменениям. Подъем Каспия приводит к деградации ценозов воздушно-водной растительности. Их развитие на формирующихся экотопах начинается заново. Из других сообществ почти полностью исчезают очень уязвимые реликтовые ценозы *Trapa natans*. Несколько меньше деградирует погруженная растительность - *Myriophylloides spicati*, *Ceratophylloides demersi*.

Последовательное увеличение продолжительности затопления привело к смене водной и водно-болотной растительности (*Salicornia europaea*, *Phragmites australis*,

Puccinellia gigantean) к лугово-солянковым комплексам (*Halimione verrucifera*, *Frankenia hirsuta*, *Halocnemum strobilaceum*).

Структурные особенности прибрежной растительности показывают высокую степень адаптации растений к постоянно изменяющейся природной обстановке (Сулейманова М.И.).

Развитие гидрофильной флоры Кизлярского залива в плейстоцене проходило в жестких аридных условиях с отбором популяций, адаптированных к минерализованным водоемам. По-видимому, из-за нестабильного уровня Каспия аллохтонные элементы преобладали над автохтонными. В настоящее время вследствие повышения уровня Каспия происходит ослабление роли пресноводного флористического комплекса и усиление роли галогидрофильного.

Список литературы:

- 1) Алиев Н.-К. К., Абдурахманов Г.М., Мунгиев А.А., Гаджиев А.А. Экологические проблемы бассейна Каспия. Махачкала: «Дагпресс», 1997. 160.
- 2) Краснова А.Н. Структура гидрофильной флоры техногенно трансформированных водоемов Северо-Двинской водной системы. Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 1999. 200 с.
- 3) Кулешова Л.В. Очаговые изменения растительности на побережье Каспийского моря как индикатор трансформации среды // Микроочаговые процессы-индикаторы дестабилизированной среды. М.: РАСХН, 2000. С. 138-149.
- 4) Свиточ А.А., Кулешова Л.В. Геоэкологическая зональность на участках затопления российского побережья Каспийского моря // Доклады РАН. 1994. Т.339. №1. С. 77-79.
- 5) Сулейманова М.И. Динамика растительности приморской полосы Терско-Кумской низменности при различных циклах затопления // Аридные экосистемы. 2002. Т.8. №17. С. 25-30.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ АМПЕЛОЭКТОПОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ДАГЕСТАНА

Магомедов Г.Г., Власова О.К. (*Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра, лаборатория эколого-биохимических основ рационального использования биоресурсов, pibrdncran@iwt*)

Abstract. The characteristics of an element compound of soils and grapes of ecotopes of a various vertical storeyed structure is yielded.

1. Параграф

Изучению почв виноградников посвящены исследования Зонна С.В., Акимцева В.В., Герасимова В.М., Фридланда В.М., Карманова И.И., Керимханова С.У., Аджиева А.М., Баламирзоева М.А., Мирзоева Э. М.-Р., Залибекова З.Г. и других. Ранее нами выполнено исследование почв виноградников равнинного Дагестана. Дана морфологическая характеристика и элементный состав почв под виноградом ряда хозяйств(1).

Цель данной работы - сравнительное изучение химического состава почв и винограда с участков различной вертикальной поясности для выявления оптимальных экотопов.

Гумус, азот, фосфор и калий в почвенных образцах определяли по ОСТ - 4640 - 76 и ОСТ - 4652-76, микроэлементы – по рекомендациям ВАСХНИЛ(2). Элементный состав винограда исследовали методом пламенной и атомно-абсорбционной спектрофотометрии («Flapno», «Hitachi»).

Ниже приводится краткая характеристика выбранных нами наиболее интересных в экологическом аспекте микрорайонов. Виноградники условно поливные. На опытных ампелоэкотопах заложены почвенные разрезы.

Разрез в микрорайоне 1 заложен на высоте 50 м над уровнем моря в равнинной зоне. Почвы здесь каштановые, орошаемые, среднесуглинистые на морских среднесуглинистых отложениях.

Разрез в микрорайоне 2 заложен на высоте 200 м над уровнем моря в предгорной зоне. Почвы коричневые, орошаемые, карбонатные, среднесуглинистые на делювиальных отложениях. Разрез в микрорайоне 3 заложен на высоте 265 м над уровнем моря, в предгорной зоне. Почвы коричневые, суглинистые. Они формируются на карбонатных и бескарбонатных породах.

Характеристика тепло-, влагообеспеченности, гранулометрического состава почв этих участков опубликована нами ранее (3). При полевом обследовании на всех опытных участках признаки засоления почвы отсутствовали, грунтовые воды не обнаружены. При исследовании засоленности почв в водной вытяжке определили сухой остаток – общую сумму воднорастворимых веществ, состав анионов HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} и катионов Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ . В исследуемых образцах общее количество воднорастворимых веществ невелико, оно колеблется в пределах 0,196-0,218% (табл.1). Засоленными считаются почвы, имеющие сумму воднорастворимых солей больше 0,2%. Анализ водной вытяжки показал, что почвы в микрорайоне 3 наименее засолены, сухой остаток 0,196%.

В образовании почвы и ее плодородии исключительно важную роль играет гумус. Он является фактором образования агрономически ценной структуры, оказывает большое влияние на физико-химические свойства почвы. Выполненное исследование

гумусированности почв выявило незначительные различия. При определении химического состава средней пробы почвы, взятой на глубине 0-60 см, нами отмечены существенные отличия, как в суммарном, так и в индивидуальном содержании подвижных форм обнаруженных компонентов. Суммарное содержание макро- и микроэлементов в почвах с повышением высоты расположения участков над уровнем моря возрастало за счет превалирования калия, фосфора, свинца, кадмия, марганца и никеля. Содержание цинка снижалось. Меньшая концентрация азота свойственна почвам третьего участка, меди – второго (табл. 2)

Таблица 1

Микро-район, высота над уровнем моря	Глубина, см	Сухой остаток, %	Сумма солей, %	HCO ₃ ⁻ ,	Cl ⁻ ,	SO ₄ ⁻ ,	Ca ⁺⁺ ,	Mg ⁺⁺ ,	K+Na,
				<u>мг/экв</u> %	<u>мг/экв</u> в. %	<u>мг/экв.</u> %	<u>мг/экв.</u> %	<u>мг/экв.</u> %	<u>мг/экв.</u> %
Первый, 50 м	0-60	0,218	0,218	<u>0,66</u> 0,040	<u>0,40</u> 0,014	<u>2,74</u> 0,131	<u>1,00</u> 0,20	<u>1,00</u> 0,012	<u>1,80</u> 0,041
Второй, 200м	0-60	0,212	0,266	<u>0,62</u> 0,037	<u>0,40</u> 0,014	<u>2,91</u> 0,139	<u>1,00</u> 0,020	<u>1,00</u> 0,014	<u>1,93</u> 0,044
Третий, 265м	0-60	0,196	0,241	<u>0,62</u> 0,037	<u>0,20</u> 0,017	<u>2,82</u> 0,135	<u>1,00</u> 0,020	<u>1,00</u> 0,012	<u>1,64</u> 0,037

Таблица 2

Компоненты	Участки, высота над уровнем моря, САТ, осадки		
	первый, 50м, 3725°С, 293 мм	второй, 200м, 3355 °С, 330 мм	третий, 265 м, 3250°С, 340мм
Гумус, %	2,0	2,1	2,3
Макроэлементы, мг/кг:			
Азот	63,0	70,0	42,0
Калий	530,0	620,0	690,0
Фосфор	40,0	47,0	51,0
<i>Сумма</i>	633,0	737,0	783,0
Микроэлементы, мг/кг:			
Свинец	8,4	9,4	10,0
Кадмий	0,0	0,0	0,2
Медь	5,0	3,9	6,4
Цинк	6,8	4,3	3,9
Марганец	5,0	12,0	9,6
Никель	2,7	2,7	3,1
<i>Сумма</i>	27,9	32,3	33,2

Выявленные особенности элементного состава почв, наряду с другими экологическими факторами, повлияли на элементный состав ягоды винограда (табл.3). Обнаружено, что совокупность условий предгорий способствовала большей аккумуляции и накоплению в ягоде элементов калия, фосфора, меди, цинка, марганца, кобальта, которые участвуют в биохимических, физиологических процессах и активизируют деятельность ферментов, витаминов, связаны с синтезом белка, метаболизмом аминокислот.

Таблица 3

Элементы, мг/дм ³	Микрорайоны, высота над уровнем моря		
	первый, 50м	второй, 200м	третий, 265м
<i>Макро- :</i>			
Калий	2434,0	2481,0	2908,0
Натрий	51,0	45,9	45,9
Кальций	154,6	150,4	137,8
Магний	95,7	78,9	65,2
Фосфор	103,0	120,0	117,0
Сумма	2838,3	2876,2	3273,9
<i>Микро- :</i>			
Железо	5,550	6,660	4,660
Медь	0,170	0,240	0,480
Никель	0,028	0,016	0,018
Цинк	0,164	0,205	0,506
Марганец	0,182	0,210	0,185
Кобальт	0,005	0,016	0,021
Свинец	0,007	0,006	0,006
Литий	0,011	0,011	0,055
Сумма	6,117	7,364	5,931

Результаты исследований химического состава, содержания гумуса, степени засоленности почв под виноградом показывают, что совокупность природных условий на различных высотах над уровнем моря оказывает на эти показатели определенное влияние. По мере повышения виноградников с 50 до 265 м относительно уровня моря засоленность почв уменьшается. Содержание гумуса, макро- и микроэлементов в почвах возрастает за счет превалирования калия, фосфора, свинца, кадмия, марганца и никеля. Установлено, что наиболее благоприятной в центральном Дагестане для выращивания винограда, является почва на высоте 200-265 м над уровнем моря.

Список литературы:

- 1) Абрамов Ш.А., Власова О.К., Магомедова Е.С. Биохимические и технологические основы качества винограда. Махачкала: Изд-во ДНЦ РАН. 2004. -344с.
- 2) Определение условно-подвижных форм соединений/ Научные труды ВАСХНИЛ под редакцией д.с-х.н., проф. И.Г. Бахнина. М: Колос. 1974.
- 3) Магомедов Г.Г., Власова О.К. Характеристика ампелозотопов центрального предгорья Дагестана//Юг России: экология и развитие. №2. 2008. С.84-86.

СЕКЦИЯ
“МИКРОБИОЛОГИЯ”

Секция «Микробиология»

- Аливердиева Д.А., Мамаев Д.В.** Особенности окисления экзогенных субстратов клетками дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* 688
- Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц., Халилова Э.А., Исламмагомедова Э.А., Магадова С.А.** Морфофизиологические особенности дрожжей в процессе биосинтеза этанола 692
- Анциферова А.В., Перетрухина А.Т.** Исследования микроорганизмов морской воды и голотурии *Cucumaria frondosa* юго-восточной части Баренцева моря 696
- Анциферова А.В.** Оценка плодовитости промысловой голотурии *Cucumaria frondosa* Баренцева моря 698
- Белякова А.С.** Изменение микробиологических характеристик мяса краба при его хранении 700
- Богданова О.Ю.** Распространённость острых кишечных инфекций у детей Мурманской области 704
- Богданова О.Ю., Анциферова А.В.** Сезонная периодичность в распространении микроорганизмов-возбудителей острых кишечных инфекций среди детей Мурманской области 708
- Богданова О.Ю., Анциферова А.В., Коршунова Е.Н.** Различные морфологические группы гетеротрофных микроорганизмов в воде литорали Кольского залива. Сравнительный анализ результатов исследований прошлых лет с современными 713
- Венгер М.П., Перетрухина А.Т.** Санитарно-микробиологическая оценка степени загрязнения поверхностных вод бассейна Кольского залива 717
- Лабинцева Е.В., Калабина Е.В.** Российская законодательная база по биобезопасности ГМО и её реализация в Мурманской области 720
- Леонова Ю.С.** Структурные изменения хромосом: перичентрическая инверсия 9-ой хромосомы 723
- Литвинова М.Ю., Перетрухина И.В.** Гетеротрофный бактериопланктон среднего и северного колен Кольского залива и его углеводородокисляющая активность ... 725
- Луценко Е.С.** Сравнительная характеристика распределения бактериопланктона и бактериофагов в поверхностном и придонном слоях станции 1 южного колена Кольского залива 729
- Макаревич Е.В.** Исследования общей численности микроорганизмов и количества гетеротрофных бактерий в грунте различного гранулометрического состава..... 733
- Макаревич Е.В., Новикова А.Н.** Оценка влияния температуры воды на количественное распределение эвтрофных и олиготрофных микроорганизмов в прибрежных и открытых водах Кольского залива 737
- Мишинева З.Р.** Иммуноферментный анализ в диагностике ларвальных гельминтозов 741

Мишенева Т.К., Перетрухина А.Т. Микроорганизмы биоиндикаторы нефтяных загрязнений Кольского залива.....	744
Молчановская Т.И., Журавлева О.С. Гигиеническая оценка минеральных вод, реализуемых в торговых предприятиях Мурманской области	749
Молчановская Т.И., Швейкина К.С. Сравнительная характеристика эффективности биологических препаратов, применяемых для очистки почв от нефтяных загрязнений в условиях Заполярья.....	753
Новикова А.Н. Зависимость количества евтрофных и олиготрофных микроорганизмов от солености воды.....	758
Перетрухина И.В., Ильинский В.В., Литвинова М.Ю., Берестенникова И.В. Оценка численности гетеротрофных эпифитных бактерий литорали Кольского залива..	763
Пойдунов Д.Н. Репродуктивная структура популяций <i>F. vesiculosus L.</i> И <i>F. distichus L.</i> из различных биотопов Восточного Мурмана.....	767
Семенова Е.Ю. Определение колиформных бактерий и <i>Escherihia Coli</i> в питьевой воде по европейской методике.....	771

ОСОБЕННОСТИ ОКИСЛЕНИЯ ЭКЗОГЕННЫХ СУБСТРАТОВ КЛЕТКАМИ ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

Аливердиева¹ Д. А., Мамаев² Д. В. (¹ Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН;
² Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН. dinara_inbi@mail.ru)

Abstract. Cell respiration of yeast *Saccharomyces cerevisiae* grown aerobically on glucose has been studied. The respiration with glucose, pyruvate, and acetate (resulting in acetyl-CoA) slowed down in 6 h. However, the respiration with succinate or L-malate (resulting in oxaloacetate) was invariable within a few hours, although endogenous respiration was reduced. These peculiarities of yeast respiration can be explained by a change in the mitochondrial level of oxaloacetate, the natural inhibitor of succinate dehydrogenase. The respiration with succinate was limited by its transport via plasma membrane. The apparent K_M for succinate influx is 7.4 mM.

Аннотация. Изучались особенности дыхания клеток дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, выращенных аэробно на глюкозе. Дыхания с субстратами, приводящими к ацетил-КоА - ацетатом, пируватом или глюкозой – замедляется с полупериодом около 6 ч. Однако, дыхание с L-малатом или сукцинатом (приводящих к оксалоацетату) остается неизменным в течение нескольких часов, несмотря на постоянное снижение эндогенного дыхания. Эти особенности дыхания дрожжей объясняются изменениями митохондриального уровня оксалоацетата, природного ингибитора сукцинатдегидрогеназы. Дыхание с сукцинатом лимитируется его транспортом через плазматическую мембрану. Наблюдаемая K_M для входа сукцината равна 7,4 mM.

Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* не растут на среде, содержащей сукцинат или малат в качестве единственного источника углерода. В то же время эти дрожжи способны ассимилировать дикарбоксилаты (1 – 4). Нами была поставлена задача изучить особенности окисления экзогенных субстратов клетками дрожжей *S. cerevisiae*. При этом транспортная активность измеряли с помощью эндогенных сопряженных ферментных систем.

В данном исследовании использовали штамм Y-503 (коллекция Государственного унитарного предприятия "ГНИИ Генетика", Москва, 113545 Россия), полученный в Прикаспийском институте биологических ресурсов РАН (5). Этот штамм принадлежит к таксону *S. cerevisiae*, что было показано техникой UP-PCR в группе С. Булата (Лаборатория генетики эукариотов, Отделение молекулярной и радиационной биофизики Петербургского института ядерной физики РАН, Ленинградская область, Гатчина, 188350 Россия).

Клетки выращивали в аэробных условиях при 28° на качалке в 1-литровых колбах со 100 мл среды, содержащей дрожжевой экстракт (1%), глюкозу (1%), $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (0,075%), $(NH_4)_2SO_4$ (0,03%), NaCl (0,01%), $CaCl_2$ (0,005%), KH_2PO_4 (0,2%, pH 4,5), микроэлементы (в мг/л): KI (0,10), $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (0,04), $MnSO_4$ (0,40), $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ (0,20), $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ (0,20), $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (0,40), H_3BO_3 (0,50); витамины (в мг/л): пантотенат кальция (0,40), инозит (2,00), никотиновую кислоту (0,40), п-аминобензойную кислоту (0,20), пиридоксин (0,40), рибофлавин (0,20), тиамин (0,10), биотин (0,002), фолиевую кислоту (0,002) и приготовленной на дистиллированной воде.

Дыхание клеток измеряли в среде, содержащей 10 mM фосфат калия (pH 5,5). Кислород измеряли в амперометрической ячейке с термостатирующей рубашкой с закрытыми электродами (6) при 30°. Перед каждым измерением ячейку промывали

метанолом. Скорости дыхания с внешними субстратами рассчитывали, вводя поправку на скорость эндогенного дыхания. Альтернативная поправка на эндогенную концентрацию соответствующего субстрата давала близкие величины кинетических параметров. Дыхание в присутствии антимицина А составляло 0,2 - 0,4 нмоль/мин на 1 мг сухих дрожжей.

Глюкозу определяли с глюкозооксидазой при амперометрической регистрации кислорода (7) в 10 мМ фосфате калия (рН 5,5). Перед определением из образца удаляли клетки путем фильтрования через фильтр с порами диаметром 0,3 мкм (Synrog №7, Чехословакия).

В стандартных опытах клетки после микроанаэробноз выдерживали в фосфатном буфере при 0° при постоянной аэрации. Дыхание этих клеток на эндогенных субстратах при 30° имеет две фазы - первую быструю с начальной скоростью и вторую медленную со скоростью. Быстрая составляющая первой фазы, отвечающая кинетике первого порядка имеет полупериод около 2 ч. Эта фаза, по-видимому, связана с окислением этанола, образовавшегося из гликогена, или продукта анаэробного окисления этанола (8). Характер изменения скорости дыхания в медленной фазе зависит от обработки клеток после их отмывания. Так, для клеток, прошедших микроанаэробноз, характерно медленное экспоненциальное падение скорости дыхания в этой фазе с полупериодом 7-20 ч. Это падение скорости связано с истощением запасов гликогена (8) и, как следствие, со снижением скорости образования в митохондриях ацетил-КоА, одного из двух субстратов цитратсинтазы. Альтернативное объяснение, связанное со снижением анаэробической поддержки уровня оксалоацетата, в данном случае не применимо, поскольку ацетат вызывает полную активацию дыхания.

Дыхание клеток, не прошедших через микроанаэробноз, имеет более сложный характер: сразу после отмывания клеток их дыхание в течение нескольких часов ускоряется и только затем начинает снижаться. В этом случае ускорение дыхания во второй фазе продолжается и после истощения быстро окисляемого субстрата. В этих условиях ускоряется также дыхание с экзогенным сукцинатом. Наиболее вероятно, что активация эндогенного дыхания связана со снятием торможения сукцинатоксидазы оксалоацетатом по мере снижения его концентрации в митохондриях. Такое объяснение согласуется с некоторым замедлением дыхания с L-малатом и сукцинатом, наступающим через 2-3 мин после добавления субстрата на этой стадии.

Дыхания с субстратами, приводящими к ацетил-КоА, - ацетатом, пируватом или глюкозой – замедляется (при насыщающих концентрациях) с полупериодом около 6 ч. Особенностью этого процесса является снижение скорости дыхания с этими субстратами по общей кривой, "кривой истощения", которая может отражать кинетику истощения эндогенного оксалоацетата.

Для большинства изученных субстратов зависимость скорости дыхания от их концентрации удовлетворяет уравнению Михаэлиса-Ментен. По сравнению с исследованными нами другими субстратами пируват обладает двухфазной кинетикой дыхания в координатах Лайнуивера-Берка. В отличие от ацетат-подобных субстратов скорость дыхания при низкой концентрации пирувата в течение примерно 10 ч остается стабильной.

Исходная скорость дыхания с высокой концентрацией пирувата примерно в 2 раза выше скорости дыхания в стабильном состоянии с низкой концентрацией этого субстрата. Это приращение скорости может быть связано с подключением цитозольного пути ассимиляции пирувата с участием внешнего пути окисления НАДН в дыхательной цепи митохондрий (9, 10). После двукратного снижения скорости дыхания с высокой концентраций пирувата зависимость скорости дыхания от

концентрации субстрата становится однофазной с K_M близкой к K_M для низких концентраций пирувата.

Дыхание с глюкозой может также включать цитозольный путь ассимиляции пирувата как и в случае дыхания с высокими концентрациями пирувата, поскольку исходные скорости дыхания при насыщающих концентрациях этих субстратов близки. В этом случае K_M для глюкозы может быть K_M глюкозного транспортера высокого сродства (11).

Дыхание с ацетатом, свободно проникающим через биологические мембраны (12), имеет K_M 0,037 мМ. Эта константа существенно отличается от K_M митохондриальной ацетил-КоА-синтазы по ацетату и близка к K_M по ацетил-КоА для цитратсинтазы *S. cerevisiae*. Хотя очищенная цитратсинтаза имеет очень низкую K_M по ацетил-КоА (13), в дышащих клетках эта K_M значительно выше: Mg-АТФ, присутствующий в митохондриях, повышает K_M этого фермента по ацетил-КоА (13). Эти соображения позволяют предполагать, что дыхание с ацетатом лимитируется на уровне цитратсинтазы при участии "внутренней" НАДН-дегидрогеназы дыхательной цепи. При этом скорость процесса определяется уровнем второго субстрата цитратсинтазы оксалоацетата. Постепенное снижение уровня оксалоацетата отражает "кривая истощения".

Дыхание с этанолом, который также как и ацетат свободно проникает через мембраны *S. cerevisiae*, характеризуется значением K_M , промежуточным между K_M индуцируемой в цитозоле в аэробных условиях цитозольной алкогольдегидрогеназы и K_M митохондриальной алкогольдегидрогеназы. Эти данные не позволяют выявить главный путь окисления этого субстрата.

Стабильное состояние дыхания наблюдается также с субстратами, приводящими к оксалоацетату - с L-малатом и сукцинатом. Скорости дыхания в этом состоянии для данных субстратов мало отличаются между собой. В митохондриях скорость дыхания с сукцинатом обусловлена главным образом сукцинатоксидазной системой, поскольку в данном случае источники ацетил-КоА истощены, а образующийся малат выводится дикарбоксилатным переносчиком митохондрий в обмен на сукцинат (14). Эта скорость в изолированных митохондриях *S. cerevisiae* существенно ниже, чем скорость дыхания с пируватом в присутствии малата (9). В интактных митохондриях система окисления сукцината включает дикарбоксилатный транспортер, сукцинатдегидрогеназу и дыхательную цепь митохондрий. По нашим данным K_M этой системы по сукцинату в выделенных митохондриях составляет около 0,6 мМ, что ближе к K_M митохондриального дикарбоксилатного транспортера *S. cerevisiae* (14, 15), чем к K_M дыхания клеток с сукцинатом. Полученные данные позволяют предположить, что дыхание клеток с сукцинатом лимитирует дикарбоксилатный транспортер плазматической мембраны, который является единственным дополнительным звеном к митохондриальной сукцинатоксидазе в дрожжевой клетке.

Список литературы:

- 1) J.A. Barnett, H.L. Kornberg, Utilization by yeast of acids of the tricarboxylic acid cycle, J. Gen. Microbiol. 23 (1960) 65 - 82.
- 2) J.M. Salmon, L-Malic-acid permeation in resting cell of anaerobically grown *Saccharomyces cerevisiae*, Biochim. Biophys. Acta 901 (1987) 30 - 34.
- 3) E. Fuck, F. Radler, Äpfelsäurestoffwechsel bei *Saccharomyces*. I. Der anaerobe Äpfelsäureabbau bei *Saccharomyces cerevisiae*, Arch. Microbiol. 87 (1972) 149 - 164.
- 4) A. Vaughan-Martini, A. Martini, *Saccharomyces Meyen ex Reess*, in: C.P. Kurtzman, J.W. Fell (Eds.), *The Yeasts, A Taxonomic Study*. 4th ed. Elsevier Science B.V., Amsterdam etc, 1998, pp. 358 - 371.

- 5) S.A. Abramov, S.T. Kotenko, D.A. Aliverdieva, Morphological and biological characterization of a new strain *Saccharomyces cerevisiae* Y-503, *Appl.Biochem.Microbiol.* 33 (1997) 290-292
- 6) K.F. Sholtz, D.N. Ostrovsky, Cell for amperometric determination of oxygen, in: V.L. Kretovich, K.F. Sholtz (Eds.) *Methods of Modern Biochemistry*, Nauka, Moscow, (1975) pp. 52 - 58. In Russian.
- 7) J. Okuda, I. Miwa, Newer developments in enzymic determination of D-glucose and its analogs, in: Glick D. (Ed.) *Methods of Biochemical Analysis*, V.21, John Wiley & Sons. New York etc, 1973 pp. 155 - 189.
- 8) N.R. Eaton, Endogenous respiration of yeast. I. The endogenous substrate, *Arch. Biochem. and Biophys.* 88 (1960) 17 - 25.
- 9) W.C. Small, L. McAlister-Henn, Identification of a cytosolically directed NADH dehydrogenase in mitochondria of *Saccharomyces cerevisiae*, *J. Bacteriol.* 180 (1998) 4051-4055.
- 10) C.A.M. Marres, S. de Vries, L.A. Grivell, Isolation and inactivation of the nuclear gene encoding the rotenone-insensitive internal NADH-ubiquinone oxidoreductase of mitochondria from *Saccharomyces cerevisiae*, *Europ. J. Biochem.* 195 (1991) 857 - 862.
- 11) B. Teusink, J.A. Diderich, H.V. Westerhoff, K. van Dam, M.C. Walsh, Intracellular glucose concentration in derepressed yeast cells consuming glucose is high enough to reduce the glucose transport rate by 50%, *J. Bacteriol.* 180 (1998) 556 - 562.
- 12) M. Klingenberg, Mitochondria metabolite transport, *FEBS Lett.* 6 (1970) 145 - 154.
- 13) R. Parvin, D.E. Atkinson, Purification and some properties of yeast citrate synthase, *Arch. Biochem. and Biophys.* 128 (1968) 528 - 533.
- 14) J. Lancar-Benda, B. Foucher, M. Saint-Macary, Characterization, purification and properties of the yeast mitochondrial dicarboxylate carrier (*Saccharomyces cerevisiae*), *Biochimie* 78 (1996) 195 - 200.
- 15) D. Kakhniashvili, J.A. Mayor, D.A. Gremse, Y. Xu, R.S. Kaplan, Identification of a novel gene encoding the yeast mitochondrial dicarboxylate transport protein via overexpression, purification, and characterization of its protein product, *J. Biol. Chem.* 272 (1997) 4516 - 4521.

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДРОЖЖЕЙ В ПРОЦЕССЕ БИОСИНТЕЗА ЭТАНОЛА

Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц., Халилова Э.А., Исламмагомедова Э.А., Магадова С.А. (Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН, pibrndncran@iwt.ru)

Abstract. It is established, that mineral and organic components of geothermal water of non-phenol class in the structure of nutrient medium positive influence on morphological and physiological properties of yeast cells and promote to activity synthesis of ethanol in fermentation medium.

Ранее нами было показано положительное влияние биологически активных веществ геотермальной воды в составе среды культивирования на рост и развитие микробной популяции *S. cerevisiae* в условиях спиртового брожения (1-2). Целью данной работы было изучение влияния геотермальной воды в составе питательной среды на морфологические и физиологические особенности дрожжей *S. cerevisiae*. С целью интенсификации процесса сбраживания мелассного сырья и получения активной разводки (инокулят) культуру дрожжей *S. cerevisiae* Y-503 (а.с. СССР № 1284998) предварительно адаптировали многократными пересевами к периодически обновляемым мелассным питательным средам с геотермальной водой (МПСГВ) и традиционно используемой в промышленности (МПС) с различным содержанием углеводов в периодическом режиме в анаэробных условиях при температуре $30^{\circ} \pm 1$. Установлено, что интенсификация углеводного обмена и накопление популяции дрожжей наблюдалась на всех этапах получения инокулята на питательной среде с использованием геотермальной воды. Исследования морфологических свойств дрожжевой культуры показали, что после 24-часовой ферментации в 1 мл опытной дрожжевой суспензии насчитывалось 84.7 млн/мл клеток, в контрольной суспензии - 54.3 млн/мл. В результате анаэробнообразования образовались преимущественно округлые и реже овальные клетки, имеющие ярко очерченную оболочку, оптически плотную цитоплазму, что говорит о наличии резервных питательных веществ, таких как гликоген и жировые включения. Показано, что повышенная скорость метаболических процессов в клетках на среде с геотермальной водой приводит к тому, что фазы роста дрожжей *S. cerevisiae* Y-503 протекают с опережением относительно контроля. Следующим этапом исследований являлось изучение морфологических свойств дрожжей, выращенных при той же концентрации углеводов, но с продолжительностью 48 ч культивирования. К концу спиртового брожения общее количество клеток в опыте возросло по сравнению с контролем в 1.5 раза. Обнаружено, что в опытной популяции дрожжей клетки однородны как по форме, так и по возрасту. В контроле клетки несколько меньше по размерам. Показано, что на питательной среде с геотермальной водой лучшее проявление бродильной функции дрожжей, возможно, связаны с более крупными клетками. В литературе имеются сведения, что высокие концентрации этанола в среде тормозят рост клеток, ингибируют систему транспорта различных питательных веществ, изменяют проницаемость цитоплазматической мембраны. Очевидно, как подтверждают данные морфологических исследований, дрожжевые клетки на опытной питательной среде находились в более активном физиологическом состоянии, что положительно отразилось на общем процессе сбраживания углеводов на спирт. Показано, что ресурсы углеводного питания на МПСГВ были востребованы на 89 %, тогда как аналогичный показатель МПС составлял 75 %. Наряду с более полным

усвоением углеводов обнаружено и повышенное образование этанола (на 25%) на МПСГВ. Получены макроколонии на этапе завершения бродильного процесса. Обнаружено, что макроколония опытного варианта отличается медово-фруктовым ароматом, составляет в диаметре 3x3 при 2.7x2.7 см в контроле. В вариантах макроколоний характерно изменение цвета от желтовато-кремового (инокулят) до различных оттенков бежевого (на этапе завершения бродильного процесса). Исследования дрожжевой биомассы показали, что штамм *S.cerevisiae Y-503* на опытной среде по сравнению с контролем оказался более продуктивным по синтезу тиамина, рибофлавина и никотиновой кислоты, содержание которых в мкг/г (48:31; 92:49; 271:226) соответственно, фолиевой кислоты больше в контрольной биомассе (179:198). Результаты исследований четко обозначили способность дрожжевых клеток синтезировать витамины в зависимости от состава питательной среды. В процессе брожения потребность клетки в тиаmine сильно возрастает, так как он обеспечивает ответственный участок спиртового брожения. Поэтому одновременно возникает и развивается способность дрожжей обеспечивать этот процесс достаточным количеством витамина В₁, который принимает участие не только в расщеплении углеводов, но также и в их синтезе. Опытные дрожжевые клетки, содержащие этот витамин в большем количестве, чем в контроле, достаточно устойчиво противостоят неблагоприятным условиям, в частности концентрации спирта в сбраживаемой среде. Значительное увеличение в опытной дрожжевой биомассе концентрации рибофлавина и никотиновой кислоты, которые имеют большое значение в регулировании ферментативной деятельности клетки, также способствовали активации процесса спиртового брожения.

Биологически активные вещества геотермальной воды в составе среды культивирования повлияли на активность ферментов, занимающих важное место в углеводном обмене дрожжей и процессе образования этанола. Известно, что фермент β-фруктофуранозидаза катализирует реакцию гидролиза сахарозы, являющейся составной частью сахаров мелассы, на глюкозу и фруктозу. Установлено, что опытный вариант имеет более высокий уровень активности данного фермента (на 11 %) по сравнению со штаммом, выращенным на контрольной питательной среде. Важную роль в углеводном обмене играет альдолаза. Обнаружено, что уровень активности данного фермента в опытном варианте превышает показатели контрольного на 6 %. Полученные нами данные позволяют сказать о более высокой активности фермента пируватдекарбоксилазы в дрожжевой биомассе, выращенной на питательной среде с использованием геотермальной воды, – на 27% по сравнению с контролем. Заключительный этап брожения катализирует алкогольдегидрогеназа, восстанавливающая ацетальдегид до этанола. Активность этого фермента в клетках опытного варианта штамма *S. cerevisiae Y-503* намного превышает данный показатель в контроле - на 25%.

Очевидно, на активность исследуемых нами ферментов оказывают влияние органические и минеральные компоненты подземных вод в составе питательной среды. Содержащиеся в геотермальной воде минеральные вещества в сочетании с макро- и микроэлементами мелассы создают наиболее оптимальные концентрации ионов Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu в питательной среде. Известно, что натрий и калий обладают двусторонней проницаемостью и являются регулятором осмотического давления, стимулируют рост и размножение дрожжей, повышают их бродильную активность. Другой макроэлемент, магний, содержащийся в повышенном количестве в опытной среде с геотермальной водой, стимулирует действие многих ферментов спиртового брожения; альдолаза, пируваткиназа нуждаются также и в ионах калия, действующих как активатор. Очевидно, что оптимальное содержание ионов натрия, магния, меди,

калия в питательной среде с геотермальной водой в условиях анаэробного культивирования обеспечило в определенной мере наибольший выход спирта по сравнению с контролем. В результате анализа полученных данных отмечено, что в опытной биомассе повышено содержание таких элементов, как натрий (на 5,1%), кальций (28,9), магний (18,8), марганец (20,6) и кобальт (10,5) по сравнению с контролем. Известно, что кальций играет роль активатора в микробной клетке; он способен стимулировать энергетический обмен и активизировать процесс спиртового брожения. Активатором целого ряда ферментов спиртового брожения является марганец. Он влияет на витаминобразование и повышение содержания в дрожжах тиамин, фолиевой кислоты, инозита и рибофлавина, накопление белка и некоторых незаменимых аминокислот

Интересная закономерность наблюдается при анализе данных, полученных в результате определения минеральных веществ в фугатах обеих сред. Суммарное содержание макро - и микроэлементов в фугате опытной питательной среды значительно уменьшается на 4,3 и 16,3% соответственно по сравнению с контролем. Нами установлен факт более активного потребления дрожжевыми организмами минеральных веществ в опытной питательной среде (% потребления макроэлементов 36,9: 31,7; микроэлементов 68,8:63,6; опыт: контроль). Так, потребление никеля составляет 52% (в контроле – 46%). В высоких концентрациях данный элемент оказывает токсическое действие на дрожжи, однако, в определенном количестве никель положительно влияет на ряд металлоферментных комплексов, стабилизацию структуры рибосом. Наиболее востребованными (97%) оказались ионы цинка, который играет важную роль в углеводном, фосфорном и белковом обмене живой клетки, входя в состав ферментов или активируя их. На процесс образования этанола ионы цинка оказывают существенное влияние, так как входят в состав важнейших ферментов спиртового брожения – алкогольдегидрогеназы и альдолазы. Очевидно, такая востребованность минеральных ресурсов связана с содержащимися в геотермальной воде биологически активными веществами, повлиявшими на ферментативную активность дрожжей, и, как следствие, на степень потребления макро - и микроэлементов. Характер и скорость течения основных метаболических процессов зависит также от изменений функциональной активности мембран, так как известно, что катионы кальция и натрия, наряду с гуминовыми веществами, входящими в состав геотермальной воды, вызывают конформационные изменения мембранных и внутриклеточных белков. Культивирование дрожжей в меласной питательной среде с геотермальной водой, обогащенной минеральными и органическими веществами, показало, что клетки 48-часовой ферментации содержали несколько сниженное содержание белка по сравнению с контрольным вариантом, что обусловлено, на наш взгляд, значительным ускорением синтеза ферментов, определяющих формирование структуры клеток с большим числом генерации. Известно, что даже небольшое количество неорганического фосфата в клетке обеспечивает на должном уровне распад глюкозы до образования спирта и CO₂. Количественное содержание фосфора в опытных образцах в среднем на 63% выше по сравнению с контролем. Вероятно, этому способствовало присутствие в геотермальной воде таких минеральных элементов, как калий, обладающий двухсторонней проницаемостью, и цинк, входящий в состав многих металлоферментов и играющий важную роль в фосфорном обмене дрожжей. В стационарной фазе спиртового брожения легкодиссоциирующие сахара полностью сбраживаются соответствующими ферментами и, в отличие от опыта, в контрольной биомассе не обнаружены. Вероятно, биологически активные вещества геотермальной воды способствовали несколько большему ассимилированию сахаров в клетках, сбраживание которых способствовало повышенному синтезу этанола. Редуцирующих

сахаров, служащих внутриклеточными запасными веществами в клетке, необходимых для интенсификации спиртового брожения и ассимиляции углекислоты в среде, в опытном образце выше на 11%.

Установлено, что минеральные и органические соединения геотермальной воды нефенольного класса в составе питательной среды положительно влияют на морфологические и физиологические свойства дрожжевых клеток и способствуют активному синтезу этанола в сбраживаемой среде.

Список литературы:

- 1) Абрамов Ш.А., Халилова Э.А., Магадова С.А. Новое в биотехнологии синтеза этанола в сбраживаемой среде // Хранение и переработка сельхозсырья. 2006. № 12. С. 46-48.
- 2) Халилова Э.А., Абрамов Ш.А. Интенсификация биосинтеза этанола за счет использования геотермальной воды // Международ. научно – техн. конф. «Наука и образование – 2008». Мурманск, 2-10 апреля 2008 г. С. 517 -520.

ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ МОРСКОЙ ВОДЫ И ГОЛОТУРИИ *CUCUMARIA FRONDOSA* ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Анциферова А.В., Перетрухина А.Т. (Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии)

Abstract. The researches of microorganisms from near bottom layer and surface of body-wall of cucumber *Cucumaria frondosa* from south-east part of Barents Sea were lead. Microbiological analysis of near bottom layer showed, that number of microorganisms in water is low. Some specimens of genera were identified: *Micrococcus*, *Chromobacterium*, *Clostridium* and *Vibrio*. After researches the body-wall surface of cucumber any microorganisms was not found.

В работе проведены качественные и количественные исследования микроорганизмов придонного слоя морской воды и поверхности кожно-мускульного мешка (КММ) промысловой голотурии *Cucumaria frondosa*.

Материалом для исследований служили пробы воды и животные, отобранные в юго-восточной части Баренцева моря (Северо-Канинская банка, Северный склон Гусиной банки и мыс Святой Нос), в различные сезоны на глубине 76-85 м. Выбор станций обусловлен массовыми скоплениями кукумарии в данных районах. Пробы воды отбирали батометром Ван Дорна. Отлов животных производили путем траления. Далее образцы помещали в герметичные стерильные контейнеры и доставляли в лабораторию кафедры микробиологии МГТУ.

Во всех исследованных районах температурный минимум у дна приходится на весенний период, а максимальные значения температуры зарегистрированы в осенне-зимнее время. Весной с началом прогрева вод начинается развитие фитопланктона. Максимум содержания кислорода развивается неодновременно на всей акватории Баренцева моря. В наиболее ранние сроки максимум наступает в водах восточных и юго-восточных районов, а затем на северо-западе моря. Необходимо отметить, что уровень содержания кислорода у дна во все сезоны довольно высок, в среднем составляет – от 94 до 99 %. Сложность системы течений Баренцева моря определяет разнообразие условий районов. Юго-восточная часть Баренцева моря омывается теплыми водами Мурманского течения. Значения солености находятся в диапазоне от 34 до 35 ‰.

Микробиологический анализ придонной воды показал, что количество микроорганизмов в воде невелико и находится пределах несколько клеток в миллилитре. В пробах в минимальных количествах идентифицированы представители сапрофитных бактерий родов: *Micrococcus*, *Chromobacterium*, *Clostridium* и *Vibrio*. При исследовании поверхности кожно-мускульного мешка голотурии микроорганизмы не обнаружены.

По-видимому, хорошее экологическое состояние придонной воды в местах обитания кукумарии и отсутствие микроорганизмов на поверхности КММ в различные сезоны связано с содержанием в теле морских огурцов и выделением ими в окружающую среду особых веществ – тритерпеновых гликозидов. Данные соединения в животном мире обнаружены только у голотурий. Тритерпеновые гликозиды являются природными антимикробными соединениями и обладают активностью *in vivo* и *in vitro* (Самойлов, Гиршович, 1980; Левин, 1982; Седов и др., 1990). Наличие токсичных гликозидов помогает голотуриям защитить покровы тела и внутренние органы от

заселения микроорганизмами, снижает возможность поедания голотурий хищниками. По мнению некоторых авторов, гликозиды используются голотуриями для выживания в межвидовой борьбе. С их помощью они подавляют размножение морских ежей, и погибшие эмбрионы могут составлять основу питания голотурий (Левин, 1982; Анисимов и др., 1983; Nigrelli et al., 1967).

Список литературы:

- 1) Анисимов, М.М. Изучение цитостатической активности тритерпеновых гликозидов из тропической голотурии *Stichopus chloronotus* / М.М. Анисимов, Д.Л. Аминин, М.И. Киселева и др. // Проблемы научных исследований и освоения Мирового океана : Тез. докл. 4-й Всесоюз. конф. – Владивосток, 1983. – С. 155-156.
- 2) Левин, В.С. Дальневосточный трепанг / В.С. Левин. – Владивосток, 1982. – 191 с.
- 3) Самойлов, А.В. Антибиотические свойства морских животных класса *Holothuroidea* / А.В. Самойлов, Е.С. Гиршович // Антибиотики. – 1980. - № 7. – С. 307-313.
- 4) Седов, А.М. Стимуляция тритерпеновыми гликозидами голотурий неспецифической антибактериальной резистентности мышей к условно-патогенным грамотрицательным микроорганизмам / А.М. Седов, А.В. Аполлонин, Е.К. Севастьянова и др. // Антибиотики и химиотерапия. – 1990. – Т. 35. - № 1. – С. 23-25.
- 5) Nigrelli, R.F. Substances of potencial biomedical importance from marine organisms / R.F. Nigrelli, M.F. Stempien, G.D. Ruggieri et al. // Fed. Prog. – 1967. – Vol. 26. – P. 1197-1205.

ОЦЕНКА ПЛОДОВИТОСТИ ПРОМЫСЛОВОЙ ГОЛОТУРИИ *CUCUMARIA FRONDOSA* БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Анциферова А.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии)

Abstract. The individual fecundity (number of oocytes, spawned during the season of reproduction, which is observed on average from one adult female) of cucumber *Cucumaria frondosa* living in Barents Sea was calculate. The fecundity was low and amounted to 60 - 150 thousands oocytes per honade of middle-measure individuals with body-wall mass from 150 to 200 g, which is characteristic of species with lecytotrophic strategy.

Плодовитость – очень важный параметр репродуктивной стратегии вида и показатель условий существования вида в определенном местообитании. Исследования по плодовитости морских беспозвоночных необходимы для анализа состояния популяции.

Объектом исследования является баренцевоморская голотурия *Cucumaria frondosa*, относящаяся к типу Иголокожих *Echinodermata*, классу Голотурий *Holothuroidea*, отряду Древовиднощупальцевых *Dendrochirotida*, семейству *Cucumariidae*, роду *Cucumaria*.

В основу работы положены материалы, собранные в различных районах Баренцева моря (Мурманское мелководье, Западный Прибрежный район, Северо-Канинская банка, мыс Святой Нос, Восточный район Медвежинской банки) научно-промысловыми рейсами ПИНРО и рыболовецкими судами с 2000 г. по 2006 г. Отлов животных производили путем драгирования и траления на глубинах 76-180 м. Материал фиксировали в 4% и 10%-растворах формалина.

У морских беспозвоночных подсчет плодовитости производится разными способами, и единая терминология понятий плодовитости отсутствует.

Индивидуальной плодовитостью голотурий, как и любых других морских животных с наружным оплодотворением, следует считать количество ооцитов, выметанное за сезон размножения, которое приходится в среднем на одну половозрелую самку.

Для оценки индивидуальной абсолютной плодовитости определяли среднее количество половых клеток разного диаметра в сегменте (1 см), затем в одной трубочке по формуле:

$$N = n \times l,$$

где n – среднее количество всех яйцеклеток в сегменте,

l – длина трубочки.

Далее находили среднее значение ооцитов на 10 трубочек и рассчитывали индивидуальную абсолютную плодовитость (F) гонады в целом.

$$F = L \times M,$$

где L – среднее количество яйцеклеток в 10 трубочках,

M – количество всех трубочек в гонаде.

Индивидуальная абсолютная плодовитость у среднеразмерных особей с массой кожно-мышечного мешка 150-200 г составила 60-150 тыс. ооцитов на гонаду. В пересчете на ооциты диаметром 700-900 мкм плодовитость составила 8,6-31,4 тыс. клеток.

У *C. frondosa* с Атлантического побережья Канады плодовитость достигает максимального значения у животных с массой кожно-мышечного мешка 180-250 г и

составляет 8-12 тыс. клеток (Hamel, Mercier, 1996), а у этого же вида из Балсфьорда (Норвегия) годовая продукция яйцеклеток составляет от 1000 до 10000 штук (Falk-Petersen, 1982). Подобные факты, возможно, отражают различие методов при определении данного параметра, характеризуют разнородность исходного материала, а также предполагают необходимость проверки соответствия всех исследованных образцов одной таксономической единице - *C. frondosa* (Гудимова, 1998).

Необходимо отметить, что относительно невысокая плодовитость у кукумари, по сравнению с другими донными беспозвоночными, компенсируется наличием планктонной личинки лецитотрофного типа, что, в общем, повышает эффективность размножения этих животных и способствует успешному расселению их потомства.

Список литературы:

- 1) Гудимова, Е.Н. Голотурия *Cucumaria frondosa* (Gunner, 1776) / Е.Н. Гудимова // Промысловые и перспективные для использования водоросли и беспозвоночные Баренцева и Белого морей / КНЦ РАН. - Апатиты, 1998. - С. 453-528.
- 2) Falk-Petersen, I.-B. Breeding season and egg morphology of echinoderms in Balsfjorden, Northern Norway / I.-B. Falk-Petersen // Sarsia. – 1982. – V. 67, № 4. - P. 215-221.
- 3) Hamel, J.-F. Studies on the reproductive biology of Atlantic sea cucumber *Cucumaria frondosa* / J.-F. Hamel, A. Mercier// SPC Beche-de-mer Information Bulletin. – 1996. - V. 8. - P. 22-33.

ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЯСА КРАБА ПРИ ЕГО ХРАНЕНИИ

Белякова А.С. (Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии)

Abstract. Theme of work: « Change of microbiological characteristics of meat of the crab at its storage». Object of research was boiled and boiled - frozen meat from extremity of the crab obtained in Barents sea, laboratory and industrial processing. The purpose of the work was to carry out microbiological research of meat of the crab, to check up the existing periods of storage established in the normative documentation, to confirm them and if it is required to establish new.

Все пищевые продукты используются в течение какого-то периода, который принято называть сроком годности. В течение этого периода осуществляется хранение пищевых продуктов при определенных условиях. Срок хранения отличается от срока годности тем, что он может быть не окончательным.

Правильный выбор срока хранения гарантирует сохранение качества продукта и санитарно-эпидемиологическую безопасность для людей.

При рассмотрении сроков хранения пищевых продуктов важно понимать, что пищевые продукты — это многокомпонентные, активные системы, в которых одновременно протекают разнообразные микробиологические, биохимические и физико-химические реакции.

Целью работы явилось проверить существующие нормативные сроки хранения на образцах краба, добытого в Баренцевом море, подтвердить их, и если возникнет необходимость установить новые.

Для установления сроков хранения необходимо провести исследования по микробиологическим, физико-химическим и органолептическим показателям.

Время, в течение которого проводят исследование продукта, должно по продолжительности превышать сроки хранения на время, определяемое как коэффициент резерва, для продуктов при сроках хранения свыше 7 суток – 1,5, свыше 30 суток – 1,2.

На сроки хранения продукта и на его качество влияют условия и время хранения. Правильное хранение продуктов обеспечивает сохранение их пищевой и биологической ценности, предохраняет от порчи, а также имеет большое значение в профилактике пищевых отравлений бактериальной природы.

На сегодняшний день не существует государственных стандартов, которые бы четко регламентировали сроки хранения или сроки годности мяса краба варено - мороженого. Разные нормативные документы (ОСТ, ТУ) устанавливают неодинаковые сроки хранения от 3 до 6 месяцев, это и определило актуальность данной работы.

В российской части Баренцева моря был акклиматизирован камчатский краб с целью эксперимента. Освоившись в новых условиях, краб начал размножаться, и его численность резко возросла. В связи с этим с 2005 года установили режим промысла. Краб является относительно новым продуктом для Мурманского региона и пользуется определенным спросом. Мясо краба широко используется в технологии различных видов продукции, в том числе длительного срока хранения. В настоящее время краба можно встретить в продаже в сыро- мороженом, варено-мороженом виде и в консервах.

Сроки хранения краба камчатского разработаны для Дальневосточного региона и составляют три месяца при температуре минус 18⁰С и не более двух суток при температуре 0⁰С...+2⁰С.

Объектом исследования для определения сроков хранения было мясо краба варено-мороженого.

Съедобное мясо расположено в конечностях и абдомене. В промышленную переработку поступают конечности крабов (Иванов, 1955).

Из крабов можно выпускать ряд высококачественных продуктов: консервы, варёно-мороженые крабовые конечности, сушёное мясо. Кроме того, регулярное употребление в пищу мяса крабов восполняет потребность организма в микроэлементах и способствует снижению уровня холестерина в крови.

Важной задачей является сохранение качества сырья до его переработки (на консервы, кулинарные изделия). Торможение роста микроорганизмов и предотвращение порчи беспозвоночных достигается консервированием (охлаждением, замораживанием, облучением, химической и комбинированной обработкой) сырья и полуфабрикатов.

Охлаждение - это способ консервирования, при котором температура в теле животного понижается до минус 1°C , как известно, холодоустойчивость различных микроорганизмов колеблется в широких пределах. Однако большинство из них не способно развиваться при температуре ниже 0°C . Развитие некоторых патогенных бактерий прекращается уже при температуре 10°C . Низкие температуры тормозят жизнедеятельность микроорганизмов, следовательно, процессы порчи сырья.

Однако при охлаждении сырья многие виды психрофильных микроорганизмов и плесневые грибы сохраняют способность к жизнедеятельности.

Микробиологическое состояние замороженного продукта во многом определяется состоянием сырья, режимом обработки, санитарными условиями на предприятии, способом замораживания, температурой и продолжительностью хранения, физическим состоянием продукта и др. Известно, что при замораживании отмирает 60-80% микроорганизмов от первоначального их содержания. В глубокозамороженных продуктах (минус 18°C) рост микроорганизмов не происходит (Школьников, 1981). Выживаемость некоторых микроорганизмов при холодильном хранении уменьшается при добавлении солей натрия, калия и других одновалентных металлов.

Быстрое замораживание и медленное размораживание более губительно действуют на микроорганизмы, чем медленное замораживание и быстрое размораживание. Особенно они чувствительны к повторному замораживанию.

Одним из важных факторов, воздействующих на жизнедеятельность микроорганизмов, является термическая обработка продукта (варка, обжарка, пастеризация, стерилизация). Клетки большинства микробов, находящихся в вегетативной стадии, погибают при температуре 60- 70°C в течении 15-30 мин, а при температуре 100°C - в течение нескольких секунд. Наиболее часто в технологии морских беспозвоночных применяется нагрев при температуре $90-110^{\circ}\text{C}$ (Школьников, 1981).

Известно, что предварительная тепловая обработка (бланшировка, варка) уменьшает общее количество аэробных микроорганизмов, колиформ и гемолитических стрептококков, но мало влияет на количество энтерококков, стафилококков и анаэробов. В связи с этим представляет большой интерес изменение микрофлоры беспозвоночных в процессе их термической обработки и последующего хранения.

В настоящей работе мясо вареного краба закладывалось на хранение с учетом коэффициента резерва на 3,6 месяцев при температуре минус 18°C и на 3 суток при $0^{\circ}\text{C} \dots +2^{\circ}\text{C}$.

Исследования мяса краба варено-мороженого проводились с интервалом в 14 дней, это объясняется небольшим сроком хранения. В данном эксперименте было исследовано 5 образцов. Мясо краба при холодильном хранении исследовалось ежедневно, было исследовано 3 образца.

Исходные пробы и пробы в конце исследования исследовались на микробиологические показатели, указанные в СанПиН 2.3.2.1078-01; показатели бактерии группы кишечных палочек (БГКП), стафилококк и мезофильно-аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы (МАФАНМ) контролировались в течение всего срока и соответствовали предъявленным требованиям.

Во многих случаях для определения срока хранения используют общий уровень микробного обсеменения. Преимуществами использования показателя МАФАНМ является возможность контроля качества продукта, выявления нарушения условий хранения и выявления нарушений санитарно-гигиенических условий хранения. Допустимой величиной показателя МАФАНМ для охлажденной продукции из краба является $1 \cdot 10^5$ КОЕ/г, для варено-мороженой - $2 \cdot 10^4$.

Образцы мяса, заложенные на хранение при температуре $(0 \pm 2)^\circ\text{C}$ (рис.1.) сохранили свое качество к концу установленного срока хранения (3 сутки), содержание микроорганизмов (МАФАНМ) не превысило допустимого значения и составило $1 \cdot 10^5$ КОЕ/г. При дальнейшем хранении (до 7 суток) количество микроорганизмов увеличилось на 5-6 сутки, но не превысило допустимого значения, и в одном образце на 7 сутки МАФАНМ превысило допустимое значение, что возможно было связано с начальной повышенной обсемененности образца.

Образцы мяса, заложенные на хранение при температуре минус 18°C (рис.2.) сохранили свое качество к концу установленного срока хранения (12 недель), содержание микроорганизмов (МАФАНМ) не превысило допустимого значения - $2 \cdot 10^4$ КОЕ/г. При дальнейшем хранении (до 20 недель), количество микроорганизмов не превысило допустимых чисел.

Сроки хранения пищевых продуктов имеют важное значение для санитарно-эпидемиологического благополучия потребителей. От того, насколько правильно они будут установлены, зависит качество продукции и, в конечном счете, здоровье населения. Ни один вид продукции не может быть запущен в производство, если для него не разработаны сроки хранения при определенных условиях или сроки годности.

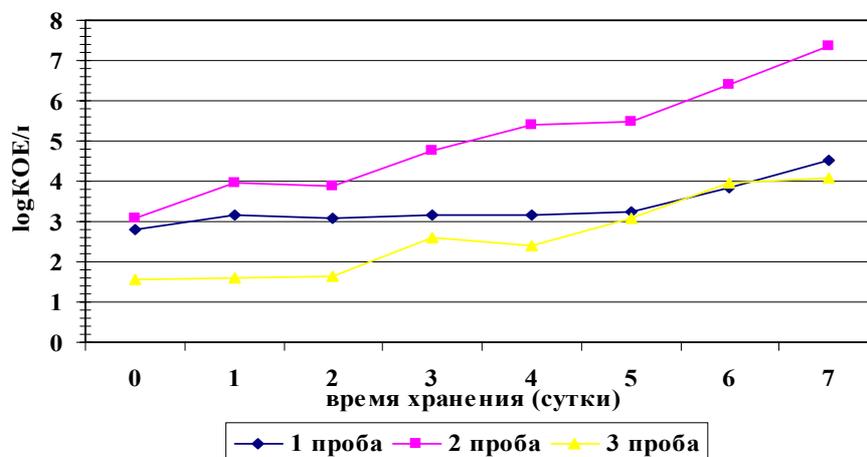


Рис.1. Изменение количества МАФАНМ при хранении мяса краба вареного при $t=(0 \pm 2)^\circ\text{C}$.

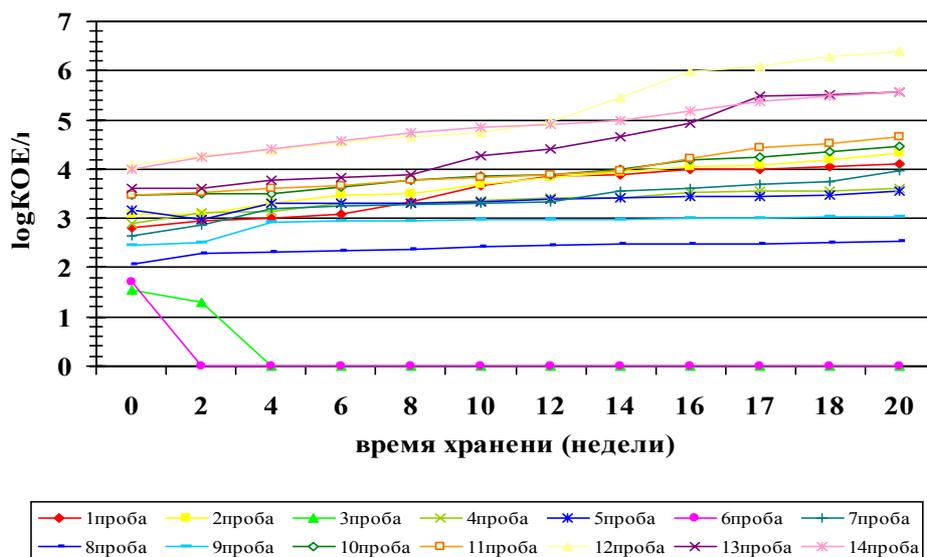


Рис.2. Изменение количества МАФАНМ при хранении мяса краба варено - мороженого при $t=(-18)^{\circ}\text{C}$.

Как показали исследования, хранение вареного мяса краба не может превышать 2-х суток при температуре $(0\pm 2)^{\circ}\text{C}$. За этот период происходит интенсивное размножение микроорганизмов и значительное увеличение их количества. Из трех исследованных образцов один образец к концу 2-х суток имел обсемененность, близкую по значению к предельно-допустимому.

Хранение варено-мороженого мяса краба не может превышать 3,5 месяцев при температуре минус 18°C . Из 14 исследованных образцов не все уложились в предельно-допустимые сроки, это говорит о том, что увеличивать сроки хранения нельзя, а для предприятий с низким уровнем санитарии, сроки хранения могут быть снижены до 8 - 10 недель.

Большое значение при разработке сроков хранения имеет исходная обсемененность продукта, первоначальное качество продукта. При исходной обсемененности продукта 10^3 КОЕ/г и выше сроки хранения продукта значительно сокращаются.

Список литературы:

- 1) Иванов, А. В. Промысловые водные беспозвоночные / А. В. Иванов. -М., 1955, с. 91-112.
- 2) СанПиН 2.3.2.1078-01. Продовольственное сырье и пищевые продукты: Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. - М, 1997. - 296с.
- 3) Школьникова, С.С. Микрофлора промышленных беспозвоночных / С.С. Школьникова.- М: Пищевая промышленность, 1981, - 93с.

РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ ОСТРЫХ КИШЕЧНЫХ ИНФЕКЦИЙ У ДЕТЕЙ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Богданова О.Ю. (Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра микробиологии, bogdiolg@yandex.ru)

Abstract. Investigation of children's acute intestinal infection (AII) is urgent. Ethiological structure and spreading of AII among children in the Murmansk Region are investigated in the work. The reasons for dominance of certain agents of AII in the environment of the Far North have been analyzed.

Острые кишечные инфекции (ОКИ) занимают одно из ведущих мест в структуре инфекционной заболеваемости всех стран земного шара. Исключая небольшой спад заболеваемости в отдельные годы, ОКИ не имеют тенденции к снижению, отмечается появление сероваров, обуславливающих тяжелое течение болезни, получают широкое распространение ОКИ, которые прежде не диагностировались или встречались редко. Наиболее актуальным остается изучение ОКИ у детей, восприимчивость детей к которым своеобразна.

Целью работы было изучение этиологии и распространенности ОКИ у детей Мурманской области. Данные исследования проводились на базе лаборатории клинической бактериологии Мурманской инфекционной больницы.

Среднеобластные показатели заболеваемости ОКИ, как среди населения, так и детей превышают среднероссийские. В табл. 1 представлена заболеваемость ОКИ среди детей Мурманской области.

Таблица 1. Заболеваемость ОКИ детей Мурманской области

Год	Количество детей до 14 лет	Количество острых кишечных инфекций	Показатель заболеваемости на 100 000 населения
2003	149400	2338	1565,0
2004	141400	2442	1727,0
2005	134800	2346	1740,4
2006	127400	2416	1896,4
2007	124600	2527	2028,0

Показатель заболеваемости ОКИ за последние 5 лет увеличился примерно на 30 %. Наибольшие показатели заболеваемости на 100 тысяч населения среди детей до 14 лет наблюдались в городах Мончегорске (4290,0), Кировске (выше 2000,0), Апатитах, Мурманске.

Распознавание этиологии инфекционных диарей имеет важное практическое значение. На рис. 1 представлено соотношение ОКИ установленной и неустановленной этиологии в Мурманской области.

Количество ОКИ установленной этиологии за последние 5 лет увеличилось на 27 %, что объясняется усовершенствованием методов лабораторной диагностики и применением новых методов исследования. Начиная с 2003 года, более широко стали проводиться исследования на ротавирусы. Удельный вес ротавирусной инфекции в структуре ОКИ установленной этиологии среди детей составил порядка 67 % в 2005 – 2007 гг. в сравнении с 28 % в 2003 году.

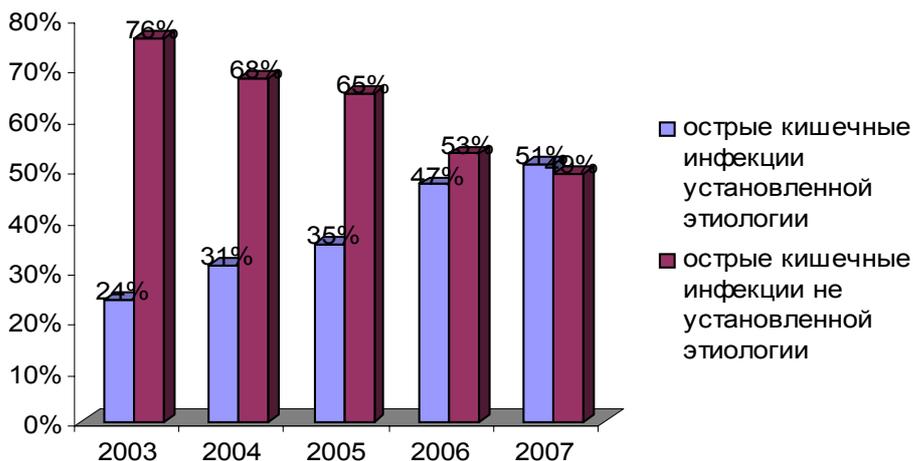


Рис. 1.
Соотношение острых кишечных инфекций установленной и не установленной этиологии

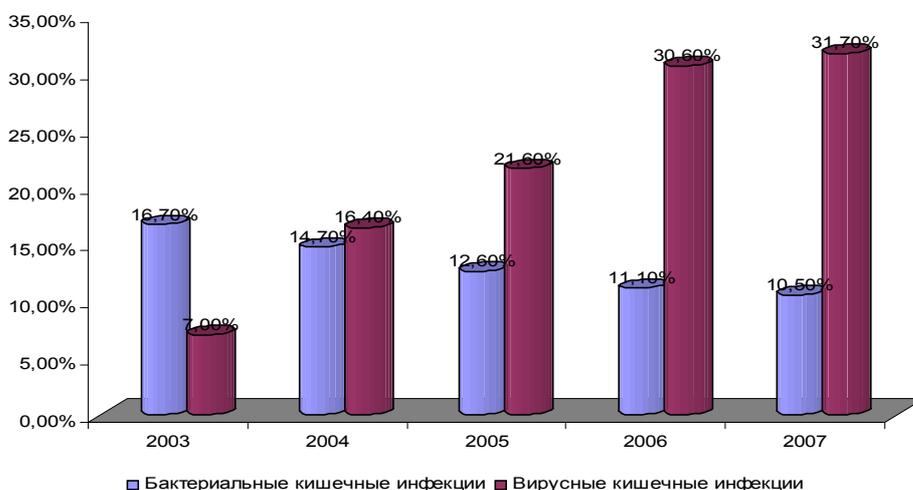


Рис.2
Соотношение острых кишечных инфекций бактериальной и вирусной природы

Кишечные инфекции вирусной этиологии доминируют над бактериальными кишечными инфекциями (рис.2). Доля детей в возрасте до 14 лет в структуре заболевших ротавирусной инфекцией составила 76 % в 2007 году, 86,9 % в 2006 году, 93,3 % в 2005 году, 96,3 % в 2004 году, 98,1 % в 2003 году. Больше всего ротавирусной инфекции регистрируется в Мурманске, Мончегорске, Апатитах, Кировске, Кольском районе. В отдаленных от столицы городах и районах регистрация ротавирусной инфекции имеет низкий показатель, не отражая истинный уровень заболеваемости этой инфекцией.

Среди бактериальных кишечных инфекций этиологически значимыми являются диареи, вызванные условно-патогенными бактериями (УПБ). Если в 2003 году они составляли 0,4% от всех кишечных инфекций, то в 2007 количество их увеличилось до 7,7%. Основными причинами этого являются нарушения экологической обстановки, нерациональное применение антибиотиков, нарушающих биоценоз кишечника и подавляющих защитные силы организма. УПБ обладают выраженной биологической пластичностью, что позволяет им приспосабливаться к существованию в различных экологических ситуациях. Среди бактериальных кишечных инфекций распространенными также являются сальмонеллёзы и дизентерия.

Для сальмонеллёзов характерно снижение заболеваемости. Удельный вес сальмонеллёза группы D в общей заболеваемости сальмонеллёзам составил 82,7 % в 2007 году, 76,8 % в 2006 году; группы B 9,6 % в 2007 году, 11,6 % в 2006 году; группы C 4,3 % в 2007 году, 5 % в 2006 году.

Анализ заболеваемости сальмонеллёзом, путей и факторов передачи показывает, что основными факторами передачи послужили недостаточно термически обработанная птицепродукция, а также вторично инфицированные продукты при нарушениях технологии приготовления готовых блюд.

Заболеваемость дизентерией за последние 5 лет по области снизилась практически в 2 раза. Среднеобластной показатель заболеваемости ниже среднероссийского. Удельный вес привозной дизентерии составил 8 % в 2007 году, 0,7 % в 2006 году. Рост заболеваемости среди детей до 14 лет в 2007 году наблюдается в Апатитах, Мончегорске. Практически в 100 % случаев дизентерия подтверждена лабораторно на всей территории Мурманской области, за исключением Кольского и Печенгского районов. Заболеваемость шигеллезом Зонне выросла в 1,5 раза и составила 72 % в структуре дизентерии. Заболеваемость шигеллёзом Флекснера снизилась в 2 раза.

Иерсиниоз, псевдотуберкулез, кампилобактериоз являются менее распространенными инфекциями на территории Мурманской области. Заболеваемость иерсиниозом и псевдотуберкулезом в течение 5 лет снижается. Рассматривая этиологическую структуру кишечных инфекций у детей на примере городской детской поликлиники № 4, отмечен рост инфекций, вызванных УПБ и ротавирусной инфекцией. Количество сальмонеллезов изменяется незначительно, а количество заболеваний дизентерией снизилось на 30%.

Ведущим сероваром за последние 5 лет является *Salmonella enteritidis*, чьё доминирование объясняется увеличением в рационе питания населения мяса и яиц птицы, весьма интенсивно обсемененных данными бактериями. Наиболее распространенным возбудителем дизентерии в Мурманске является *Shigella sonnei*, а основным путем передачи является пищевой путь.

При анализе возрастной структуры ОКИ в данной работе рассматривалась заболеваемость ротавирусной инфекцией и дизентерией у детей Мурманской детской поликлиники № 4.

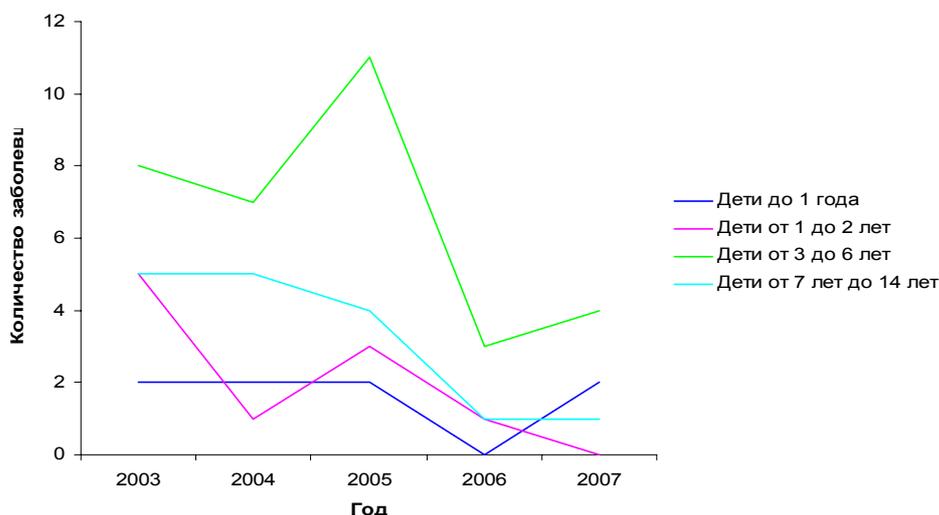


Рис. 3.
График
зависимости
заболевания
дизентерией
от возраста
ребенка

В заболеваемости дизентерией дети до 1 года составляют в среднем 12 %, дети 1-2 лет – 13 %, дети 3-6 лет – 52 %, дети 7-14 лет – 22 %. Чаще болеют дети в возрасте 3–6 лет (рис.3), имеющие наименьшую иммунорезистентность к возбудителю и наибольший по сравнению с другими группами населения риск заражений.

Среди детей отмечен рост заболеваемости ротавирусной инфекцией по всем возрастным группам. Чаще всего ротавирусной инфекцией болеют дети в возрасте 1 – 2 лет

и 3 – 6 лет (рис.4). Дети этой возрастной группы высокочувствительны к вирусам из-за слабого местного иммунитета слизистых дыхательных путей и пищеварительного тракта, который окончательно формируется только к 7-8 годам жизни.

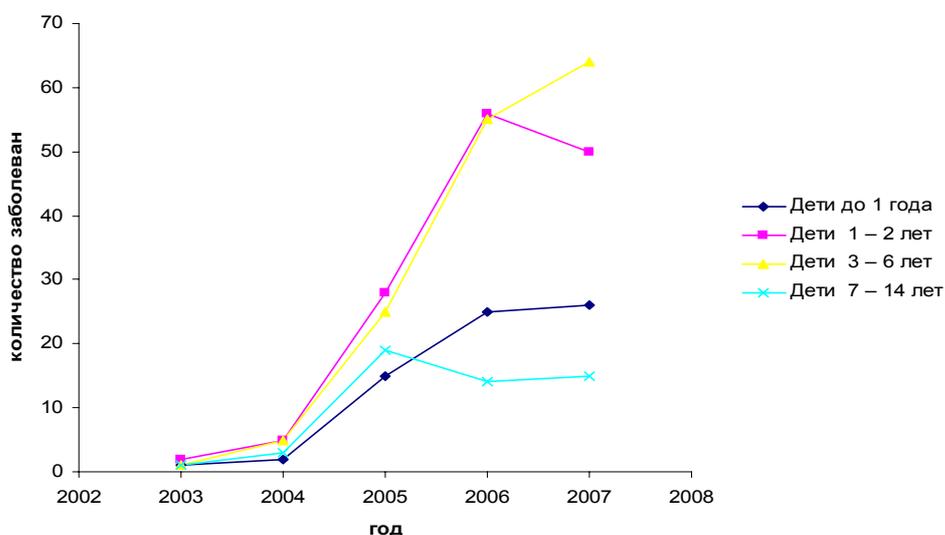


Рис. 4.
Зависимость
кишечных
инфекций,
вызванных
ротавирусной
инфекцией от
возраста
ребенка

При анализе историй болезни детей перенесших кишечные инфекции установлено, что среди детей до 1 года чаще болели дети на искусственном вскармливании по сравнению с детьми, которые находились на грудном вскармливании. Это можно объяснить тем, что грудное молоко обеспечивает иммунологическую защиту. В женском молоке содержится 5 классов иммуноглобулинов. В их составе широкий спектр антител, которые играют значительную роль в переносе пассивного иммунитета от матери к ребенку, в том числе секреторный иммуноглобулин А – главный фактор местного иммунитета пищеварительного тракта против разнообразных энтеропатогенных бактерий, вирусов и токсинов. Большое количество живых клеточных элементов, среди них лимфоциты, обладающие иммунологической памятью, нейтрофилы и макрофаги, способные к фагоцитозу. Это доказано по отношению к бактериям рода *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *E.coli* и др. В женском молоке содержится лактоферрин, обладающий выраженным антимикробным действием, лизоцим, обладающий бактериологическими свойствами, комплимент, интерферон, антистафилококковый фактор и др. Секторный иммуноглобулин А, лактоферрин, лизоцим и комплимент образуют мощную функциональную «бактериологическую систему» женского молока.

Среди организованных и неорганизованных детей дошкольного возраста чаще болели дети, посещающие детские сады и ясли. Различия между ними связаны с тем, что в домашних условиях нет той постоянной для дошкольных учреждений активности бытового пути передачи возбудителя. Риск заражения для домашних детей в большей степени определяется случайными обстоятельствами.

СЕЗОННАЯ ПЕРИОДИЧНОСТЬ В РАСПРОСТРАНЕНИИ МИКРООРГАНИЗМОВ-ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ОСТРЫХ КИШЕЧНЫХ ИНФЕКЦИЙ СРЕДИ ДЕТЕЙ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Богданова О.Ю., Анциферова А.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии, bogdiolg@yandex.ru)

Abstract. The research deals with seasonal frequency of acute intestinal infection (AII) ictus among the children living on the territory of the Murmansk Region. Reasons for high rates of AII in different seasons have been analyzed in the research.

Острые кишечные инфекции (ОКИ) представляют большую группу самостоятельных инфекционных болезней, объединенных по наличию общей для них диареи. Восприимчивость к ОКИ высокая, наиболее восприимчивы к ОКИ дети.

В годовой динамике различают три эпидемиологических формы инфекционной заболеваемости по уровню и времени ее возникновения: спорадическая, сезонная, эпизодические вспышки. Сальмонеллезы принадлежат к числу инфекционных болезней, регистрируемых на протяжении всего года, однако их помесячное распределение отличается определенной закономерностью.

В 2003 году в зимне-весенней период максимальный показатель заболеваемости в Мурманской области отмечался в феврале 18,4, затем шёл спад заболеваемости, и минимальный показатель 6,0 регистрировался в июне. Затем в сентябре начинался подъём заболеваемости, который продолжался до октября. Максимум отмечался в сентябре и октябре, потом заболеваемость снижалась. В 2004 году в зимне-весенней период максимальный показатель заболеваемости отмечался в апреле 17,7, затем шёл спад заболеваемости, и минимум заболеваний регистрировалось в июле. Осенний подъём заболеваемости начинался в августе, максимальный показатель заболеваемости наблюдался в октябре, затем заболеваемость снижалась. В 2005 году в зимне-весенней период максимальный показатель заболеваемости отмечался в марте, затем шёл спад заболеваемости, и минимум заболеваний 3 регистрировалось в июне. Затем в августе начинался подъём заболеваемости, который продолжался до октября. В 2006 году в зимне-весенней период подъём заболеваемости отмечался в апреле, максимума достигал в мае, а затем шло снижение заболеваемости и минимум, регистрировался в июне. Осенний подъём заболеваемости наблюдался в сентябре, максимум отмечался в октябре. В 2007 году в зимне-весенней период подъём заболеваемости отмечался в апреле, максимума достигал в мае, а затем шло снижение заболеваемости и минимум, регистрировался в июле. Затем в сентябре начинался подъём заболеваемости, который продолжался до октября.

Таким образом, можно заметить, что месяцем вероятного сезонного подъёма заболеваемости в 2003, 2006 и 2007 году являлся сентябрь, а в 2004 и 2005 – август. Для более точного определения сезонного подъёма на основе полученных данных можно построить типовую кривую годовой динамики на основе среднесезонных показателей по календарным годам (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что в зимне-весенний период подъём заболеваемости отмечался в феврале, затем в марте незначительное снижение и снова подъём, который продолжался до мая. В летний период с мая по июль наблюдался спад заболеваемости. Начало летне-осеннего сезонного подъёма заболеваемости, наблюдался в августе, и подъём продолжался в течение трех месяцев до октября, а затем наступал спад заболеваемости.

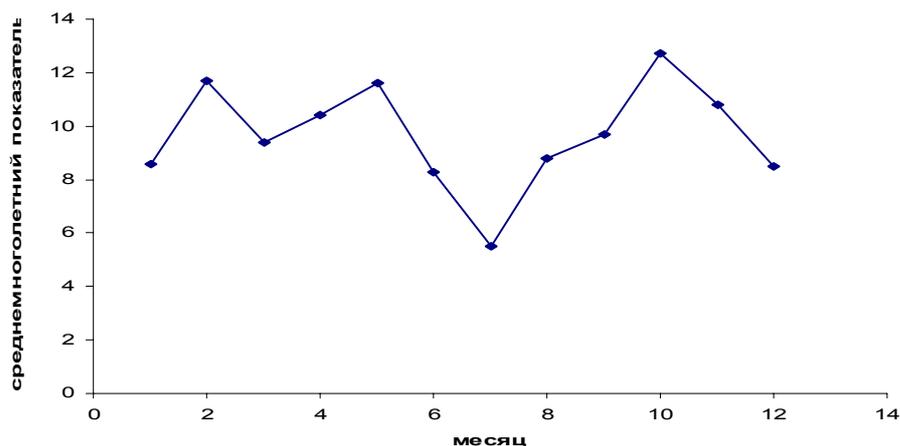


Рис. 1. Типовая кривая годовой динамики сальмонеллеза на основе среднеемноголетних показателей по календарным годам

Значительное снижение заболеваемости в летний период связано с массовым выездом детей за пределы Мурманской области. После летнего отдыха на юге дети с их возвращением на Север испытывают падение иммунитета и заболеваемость растет. Подъем заболеваемости в зимне-весенний период можно объяснить сезонным изменением иммунной активности, особенно в полярную ночь.

Своеобразие эпидемического процесса при шигеллёзах определяется всеобщей восприимчивостью населения к этим инфекциям, многообразием их возбудителей, характеризующихся высокой устойчивостью к воздействию различных неблагоприятных факторов окружающей среды, нестойкостью и непродолжительностью постинфекционного иммунитета, который не оказывает сдерживающего влияния на распространение инфекции. Развитие эпидемического процесса в решающей степени определяется активностью механизма передачи возбудителей инфекции. В Мурманской области наиболее распространенным возбудителем дизентерии являются *Shigella sonnei*, а основным путем передачи инфекции является пищевой путь.

В 2003 году в зимние и весенние месяцы значительных подъёмов и спадов заболеваемости не наблюдалось. Минимальные показатели заболеваемости регистрировались в летние месяцы. Подъём заболеваемости начинался в августе и продолжался в течение 4 месяцев, максимальный показатель заболеваемости наблюдался в октябре.

В 2004, 2005, 2006, 2007 годах также в зимние и весенние месяцы значительных подъёмов и спадов заболеваемости не наблюдалось. Минимальные показатели заболеваемости регистрировались в летние месяцы. Подъём заболеваемости в 2004 и 2005 году начинался в августе и продолжался в течение 4 месяцев, максимальный показатель заболеваемости наблюдался в сентябре. В 2006 году подъём заболеваемости начинался в сентябре и продолжался в течение 3 месяцев, максимальный показатель заболеваемости наблюдался в сентябре и ноябре. В 2007 году подъём заболеваемости начинался в сентябре и продолжался в течение 3 месяцев, максимальный показатель заболеваемости наблюдался в сентябре и октябре.

Для определения сезонных подъёмов и спадов заболеваемости был рассчитан индекс сезонности и коэффициент сезонности. В 2003 году с августа по ноябрь наблюдалось 63 случая дизентерии, а в остальные месяцы года, с декабря по июль 42, следовательно, индекс сезонности равен 1,5. Коэффициент сезонности или доля «сезонных» заболеваний составляет 60 % общего числа за год. Индекс сезонности в 2004 году равен 1,6, в 2005 – 1,9, в 2006 – 1,2, в 2007 – 1,1. Доля «сезонных» заболеваний составляет в 2004 году 62 %, в 2005 – 66 %, в 2006 – 54 %, в 2007 – 52 % от общего числа за год. Исходя из этого, можно предположить, что уровень

заболеваемости данной инфекцией в значительной мере зависит от интенсивности сезонных подъёмов. В годы периодических подъёмов сезонные факторы определяют от 60 % до 66 % годовой заболеваемости. Вне периодических подъёмов доля сезонной заболеваемости дизентерией Зонне колеблется от 52 % до 54 %. За последние два года интенсивность сезонных подъёмов уменьшилась.

Для более точного определения начала сезонного подъема можно построить типовую кривую годовой динамики заболеваемости дизентерии на основе среднееголетних показателей по календарным годам (рис. 2).

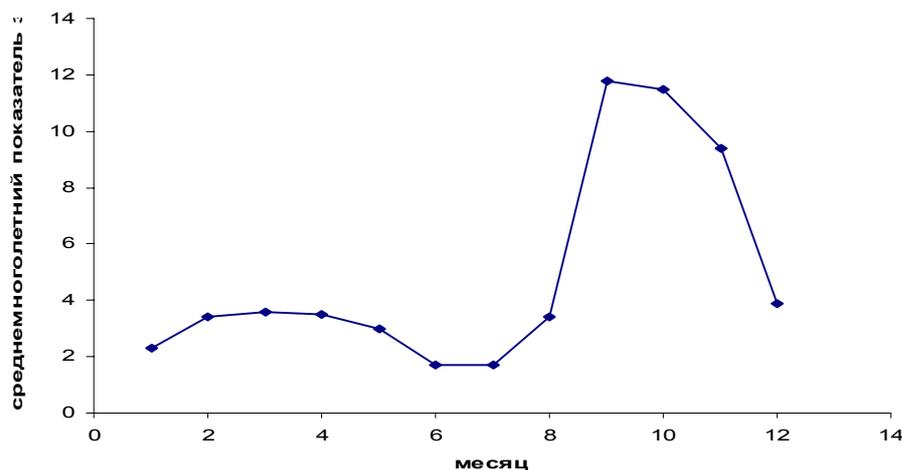


Рис. 2. Типовая кривая годовой динамики заболеваемости дизентерии на основе среднееголетних показателей по календарным годам

В июне и июле заболеваемость снижалась до самых низких показателей. Перелом в ходе эпидемического процесса, запуск сезонной эпидемии наблюдался в августе, пик заболеваемости отмечался в сентябре, и затем, в октябре наблюдалось снижение заболеваемости. Эпидемиологический анализ показывает, что заболеваемость дизентерией у детей Мурманской области формируется за счет осенних сезонных подъёмов, что можно связать с появлением новых факторов передачи (усиленное потребление овощей, фруктов, ягод), с возможностью более интенсивного размножения возбудителя в продуктах, а также с заносом инфекции детьми возвращающихся после временного отсутствия летом.

Заболевания ротавирусной этиологии в Мурманской области регистрировались как в виде спорадических случаев, так и групповых заболеваний, главным образом в детских дошкольных коллективах. В 2003 году подъем заболеваемости ротавирусным гастроэнтеритом начинался с ноября, достигал максимума в январе, а затем заболеваемость шла на спад. Так, в июне – сентябре регистрировались единичные случаи заболеваемости 4 % от общего числа за год. В ноябре данный показатель нарастал, а в период максимального подъема заболеваемости (январь – март) доходил до 45,6 %. В апреле – мае количество больных вирусными диареями снижалось до 22 %. В 2004 году подъем заболеваемости ротавирусным гастроэнтеритом начинался с ноября, достигал максимума в декабре – феврале, а затем заболеваемость шла на спад. В летние месяцы регистрировалось минимальное количество случаев. Доля «сезонных» заболеваний составляла в 2004 г. 79 %. В 2005 году сезонный подъем заболеваемости начинался в ноябре, максимальное количество случаев было зарегистрировано в декабре – марте 81,8 % от общего числа за год, затем отмечалось снижение заболеваемости до 6,2 % и в летнее время регистрировались единичные случаи ротавирусной инфекции 2,2 %. В 2006 году подъем заболеваемости ротавирусным гастроэнтеритом начинался с ноября, достигал максимума в декабре – январе. Доля «сезонных» заболеваний составляет 83,9 %. Затем заболеваемость шла на спад и составляла 11,4 % от общего числа за год. В летние месяцы регистрировалось

минимальное количество случаев. В 2007 году сезонный подъем заболеваемости начинался с ноября, максимальное количество случаев было зарегистрировано в декабре – феврале. Затем отмечалось снижение заболеваемости до 11 % и в летнее время регистрировались единичные случаи ротавирусной инфекции. На основе среднееголетних показателей по годам построена кривая годовой динамики заболеваемости ротавирусной инфекцией (рис. 3).

Сезонный подъем заболеваемости начинался в ноябре, продолжался в течение 3 месяцев, максимальных цифр достигал в декабре – феврале, а затем отмечалось снижение заболеваемости. В июне – октябре регистрировались единичные случаи ротавирусной инфекции.

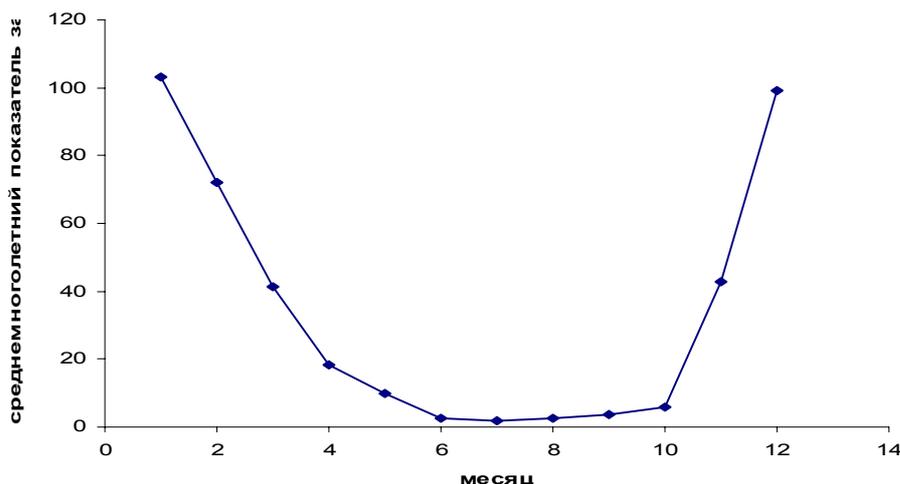


Рис. 3. Годовая динамика заболеваемости ротавирусной инфекцией на основе среднееголетних показателей по календарным годам

Обращает на себя внимание необычное время сезонного подъема заболеваемости ротавирусными гастроэнтеритами (зимне-весенний период) в отличие от других ОКИ, что можно связать с лучшей выживаемостью вирусов во внешней среде при низких температурах и снижением резистентности макроорганизмов в этот период (полярная ночь, гиповитаминоз, синдром усталости).

Заболеваемость псевдотуберкулезом и иерсиниозом проявляется в виде эпидемических вспышек и спорадических случаев. В последние годы начала преобладать спорадическая заболеваемость. Максимальные показатели заболеваемости отмечались в феврале-апреле, минимальные показатели регистрировались в летне-осенний период (рис. 4).

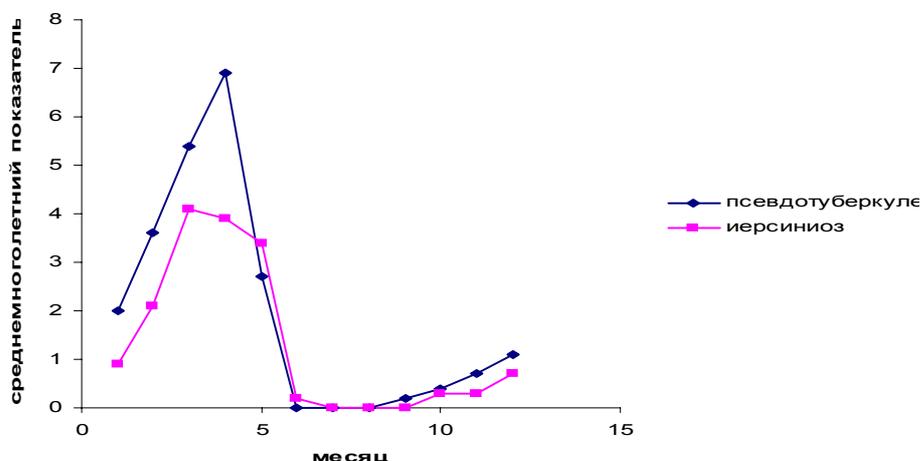


Рис. 4. Годовая динамика заболеваемости псевдотуберкулезом и иерсиниозом на основе среднееголетних показателей по календарным годам

Подъем заболеваемости псевдотуберкулезом и иерсиниозом начинался в феврале, достигал максимума в апреле и затем происходил спад заболеваемости, с июня по сентябрь регистрировались минимальные показатели.

Годовая динамика заболеваемости псевдотуберкулезом и иерсиниозом характеризуется зимне-весенней сезонностью, что объясняется зараженностью продуктов на складах-хранилищах. При поступлении осенью продуктов на склады обсемененность их псевдотуберкулезным микробом является незначительной. В период зимнего хранения происходит значительное нарастание их обсемененности этим микробом, так как, в условиях складов при низкой температуре, высокой влажности и отсутствии света, на продуктах происходит активное размножение и массивное накопление микроорганизмов. Кроме того в этот процесс могут внести существенный вклад грызуны-переносчики. Таким образом, при псевдотуберкулезе и иерсиниозе ведущая роль как фактора передачи принадлежит продуктам, употребляемым без достаточной термической обработки.

РАЗЛИЧНЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ ГЕТЕРОТРОФНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ВОДЕ ЛИТОРАЛИ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОШЛЫХ ЛЕТ С СОВРЕМЕННЫМИ

Богданова О.Ю., Анциферова А.В., Коршунова Е.Н. (Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии, bogdiolg@yandex.ru)

Abstract. Temporal changes in correlation of heterotrophic bacteria in waters of the Kola Half have been investigated in the work. On the basis of the research points to Kola Half with various extent of eutrophication have been revealed.

Проведённые ранее исследования морфологического состава бактериопланктона водных масс литорали Кольского залива показали, что при низких температурах преобладают палочковидные формы бактерий (Богданова, 2003). В период 2006-2007 года проводили наблюдения на шести станциях литорали Кольского залива. Определяли пространственно-временную изменчивость морфологических групп микроорганизмов. Кроме сравнения данных по точкам отбора проб, проводили сравнение полученных данных с результатами аналогичных исследований, проведенных в период с 2003 по 2005 годы.

Относительные доли частоты встречаемости бактерий разных морфологических групп в водах Кольского залива по гидрологическим сезонам в зависимости от расположения станций представлены на рис. 1 – 3.

В районе станции Белокаменка кокки явно преобладают в весенний и летний сезоны, достигая максимального значения 86,3% весной 2007 года. (это наибольший процент кокковидных бактерий не только для станции 1, но и для всех остальных точек отбора проб), а минимального 35,5% – зимой 2006 года. Видно, что процент палочек снижается к весне с повышением температуры, а с похолоданием к осени, напротив, принимает значение, на доли процента превосходящее количество кокков. Процентная доля других форм микроорганизмов по своей динамике схожа с колебанием содержания кокковидных форм, достигая максимума 6,2% в весенний период 2006 года, минимума 1% – в зимний сезон 2007 года.

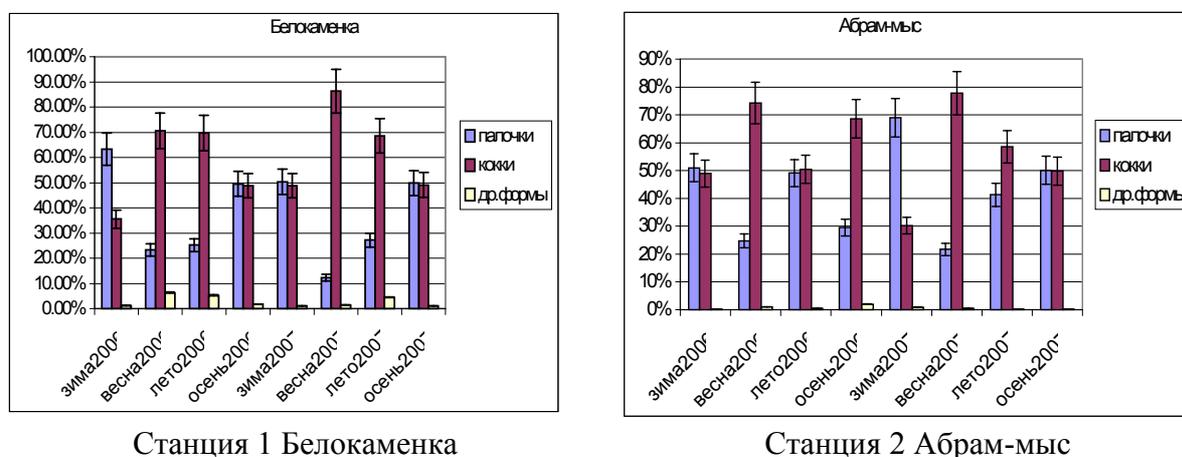
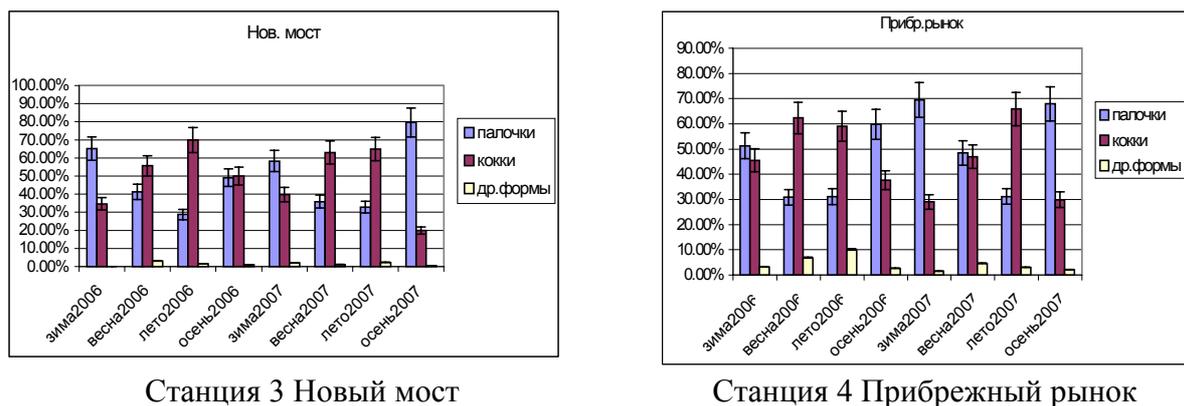


Рис. 1. Сезонная динамика основных морфологических групп бактериопланктона в воде Кольского залива (2006, 2007 годы).



Станция 3 Новый мост

Станция 4 Прибрежный рынок

Рис. 2. Сезонная динамика основных морфологических групп бактериопланктона в воде Кольского залива (2006, 2007 годы).

Полученные данные в целом подтверждают результаты исследований за 2003–2005 гг.: на станции Белокаменка кокковидные бактерии регистрируются чаще, чем во всех остальных районах взятия проб; бактерии прочих форм составили наибольшее число по сравнению с этим показателем в других районах противоположной стороны залива относительно г. Мурманска.

Район Белокаменки характеризуется высоким содержанием в воде сульфатов, железа и растворенного кислорода. По-видимому, с этим связано повышенное содержание здесь бактерий прочих форм, к которым относятся микроскопические грибы и нитевидные бактерии. Особенно велико количество бактерий прочих форм летом. Вероятно, микроорганизмы разнообразных форм, включая и грибы, весьма активно осуществляют аэробные процессы окисления серосодержащих и других веществ, которые включены в состав водорослевых слоевищ и оказываются в воде в процессе жизненного цикла и после отмирания макрофитов.

В районе станции 2 процент кокков достигает наибольших значений в весенние периоды с максимумом весной 2007 года (77,8 %). Палочковидные бактерии преобладают зимой, причём наиболее значимо в 2007 году (68,9 %). Это не соответствует данным за 2003 – 2005 года, по которым максимум палочек приходился на весну, а максимум кокков – на летний период. На гистограмме прослеживается динамика снижения процента палочек от зимы к весне, затем его увеличение к лету, снижение к осени и опять достижения максимума зимой. 2007 год повторяет картину 2006 за исключением осени. Это можно объяснить как изменением климатических условий, так и поступлением аллохтонного органического вещества.

Точка отбора проб 3 характеризуется максимальным преобладанием кокков в летние периоды – 69,8% (2006 год), наибольшее значение палочек приходится на осень 2007 года – 79,7%. Для данной станции характерна плавная динамика роста процента кокков и снижение процента палочек от зимы к лету, и обратная динамика от лета к зиме. Станция Новый мост находится следующей по течению после станции Абрамыс, и вполне вероятно, что нарушение экологии точки 3 вызвано распространением по течению загрязняющих веществ от точки 2, а также накоплением водными массами бытовых и промышленных отходов посёлков Три ручья и Дровяное, сыграло роль и опреснение, которое резко увеличивается в южном колене залива. По сравнению с исследованиями за 2003 – 2005 года частота встречаемости кокковых форм значительно возросла.

На станции 4 палочковидные микроорганизмы доминируют в зимне-осенний период с наибольшим процентным значением 69,5% зимой 2007 года. Наименьший процент палочек приходится на весну 2006 года – 30,9%. Процент кокков превышает

процент палочек в весенне-летний сезон, исключая весну 2007 года: палочки незначительно преобладали. Кокковые формы достигают максимального значения летом 2007 года – 65,9%.

По сравнению с исследованиями за 2003 – 2005 года другие формы микроорганизмов утратили своё лидирующее положение, но их частота встречаемости в районе Прибрежного рынка остаётся наибольшей из всех станций взятия проб, достигая значения 9,8%. Палочки, как и в предыдущие годы, в общем встречаются чаще кокковидных бактерий.

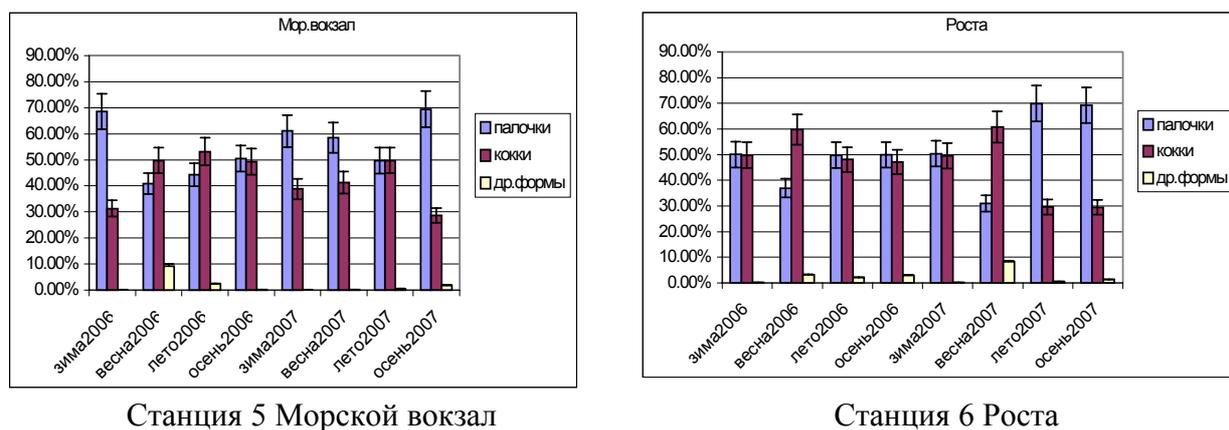


Рис. 3. Сезонная динамика морфогрупп бактерий в воде Кольского залива (2006, 2007).

В районе Морского вокзала палочки в большинстве случаев преобладают над кокками, достигая максимального процента осенью 2007 года – 69,4%. Весной и летом 2006 года кокки не на много их опережают, а летом 2007 года проценты палочек и кокков практически уравниваются. Следует отметить, что станция 5 отличается наименьшим максимумом процентной доли кокковидных форм – 53,2%. Минимальное процентное значение кокков приходится на осень 2007 года и равно 28,7%.

По сравнению с данными за 2003 – 2005 года палочки продолжают занимать лидирующее положение, хотя их содержание несколько понизилось. Что касается других форм микроорганизмов, то их частота встречаемости стала крайне непостоянной, хотя её максимум близок к значению за 2003 – 2005 года и составляет 9,3% (весна 2006 год).

В районе Росты, так же как и на станции 5, палочки являются лидирующей формой микроорганизмов. Их наибольшее процентное содержание приходится на лето 2007 года и составляет 69,9%. Число кокковидных бактерий преобладает лишь в весенние периоды, достигая максимума 60,8% в 2007 году. Частота встречаемости других форм микроорганизмов выше чем в районе Морского вокзала, хотя её максимальное значение – 8,2%, несколько меньше и приходится на весну 2007 года. Наименьший процент других форм бактерий и на станции 5 и на станции 6 наблюдается в зимние сезоны.

Эти результаты расходятся с данными по предыдущим исследованиям: в 2003–2005 гг. максимальный процент кокков приходился на осень, а минимальный – на весну; процент палочек достигал максимума напротив весной. Но палочки остаются ведущей формой.

Таким образом, станция Белокаменка остаётся наиболее благополучным районом отбора проб. Наиболее загрязненной по данному параметру является вода в районе Морского вокзала. Бактериальное сообщество водных масс литорали станции в районе Росты по своим показателям близко к станции Морского вокзала, однако

экологическая ситуация в этом районе несколько стабильнее, вероятно вследствие более близкого расположения к среднему колену Кольского залива. Следует отметить значительное улучшение по сравнению с 2003 – 2005 годами показателей станций Новый мост и Прибрежный рынок. В ранних исследованиях указывалось на значительное преобладание прочих морфологических форм бактерий на станции 4. В данных исследованиях выявлено преобладание палочек и кокков (2006 и 2007 года), что говорит о некоторой стабилизации экосистемы. Это можно объяснить прекращением строительных работ в районе Нового моста и сокращением работ в области рынка в районе станции 4. Значительное сокращение выбросов после завершения строительства дало возможность бактериальному сообществу начать деятельность по естественному очищению водных масс. На фоне общей картины, станция Абрам-мыс выглядит благополучнее станций 3, 4, 5 и 6, что отличается от данных за 2003 – 2005 года. Возможно, в последние несколько лет уровень антропогенной нагрузки в этом районе существенно понизился, что может быть связано с введением очистных систем для бытовых стоков поселка Абрам-мыс.

На основании полученных в 2006-2007 годы данных можно сделать вывод, что палочковидные формы преобладают в зимний сезон, а процент кокков увеличивается в весенний и летний сезоны. Это несколько противоречит динамике, выявленной за 2003–2005 гг. (количество палочек резко возросло в весенний период), однако соответствует данным о более высоких адаптивных способностях палочек в условиях пониженных температур. Также рост количества кокков весной можно объяснить смывом в залив с таящими снежными массами большого числа энтерококков.

Из общей динамики, исключая станцию Белокаменка, нарастанием числа палочковидных микроорганизмов выделяется осень 2007 года. Наиболее резко это выражено в районах станций 3, 4, 5. Это, видимо, связано с локальным поступлением в акваторию данных станций аллохтонного органического вещества.

При сравнении показателей за 2006 и 2007 года антропогенная нагрузка несколько увеличилась в 2007 году в точках отбора проб, расположенных со стороны г. Мурманска. Станции на противоположном берегу демонстрируют большую стабильность, исключая осенний сезон 2007 года.

Если рассматривать общую тенденцию, то по сравнению с 2003 – 2005 годами экологическая ситуация улучшилась во всех районах отбора проб, о чём свидетельствует сокращение числа палочковидных бактерий и значимый рост процента кокковой микрофлоры. Однако, палочки остаются ведущей формой, поскольку проявляют большие адаптивные свойства. Наряду с этим, следует отметить, что отклик бактериального гетеротрофного сообщества на изменение общего загрязнения системы выражается в смене доминирующей группы гетеротрофных бактерий с определенными морфологическими свойствами.

САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БАССЕЙНА КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Венгер М.П., Перетрухина А.Т. (МГТУ, кафедра микробиологии)

Попадающие в водоемы загрязнения различной природы оказывают разностороннее, в том числе, вредное воздействие на существующие биоценозы и приводят к тому, что вода становится непригодной к употреблению в коммунальном хозяйстве, теряется её рыбохозяйственное значение. От степени биологического загрязнения и качества очистки сточных вод во многом зависит микрофлора воды. Исследования в области санитарно-микробиологического состояния водных объектов Кольского Заполярья немногочисленны (Трунова, 1979; Богданова, 1999; Перетрухина, 2002).

В данной работе изучалось санитарно-микробиологическое состояние поверхностных вод бассейна Кольского залива, включающего следующие водные объекты: южное колено (как наиболее подверженное антропогенному загрязнению) Кольского залива в районах «Морской вокзал» и «Южные причалы»; реку Роста; озера Ледовое и Семеновское; ручьи Варничный и Фадеев. Кроме того, в работе рассматривались две крупнейшие реки Кола и Тулома, которые имеют собственные бассейны, однако эти реки впадают в южное колено Кольского залива и составляют основную часть его пресноводного баланса (Кольский..., 1997; Доклад..., 2001).

Исследования проводились в мае – июне в 2008 году. Выбор данного сезона отбора проб обусловлен максимальным количеством микроорганизмов (Вербина, 1980).

Санитарно-микробиологический анализ проводился в соответствии с МУК 4.2.1884-04, и осуществлялся в соответствии с требованиями СанПин 2.1.5.980-00. В пробах воды определяли бактерии группы кишечных палочек (БГКП), общие колиформные бактерии (ОКБ) и термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ), общее число микроорганизмов, образующих колонии на питательном агаре (ОМЧ).

Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица. Санитарно-микробиологическое состояние
поверхностных вод бассейна Кольского залива

	Количество сапрофитов (КОЕ) в 1 см ³		Коэффициент самоочищения	Количество в 100 см ³		
	20-22°C	37°C		БГКП	ОКБ	ТКБ
	1	2				
Морской вокзал	2,7×10 ³	3,5×10 ³	0,8	2,8×10 ²	обнаружено	обнаружено
Южные причалы	1,8×10 ³	3,2×10 ²	5,5	1,9×10 ²	обнаружено	обнаружено
река Кола	6,8×10 ⁴	5,2×10 ³	12,3	1,9×10 ⁵	обнаружено	обнаружено
река Роста	4,4×10 ⁴	1,1×10 ⁴	4	более 2,3×10 ⁵	обнаружено	обнаружено
река Тулома	2×10 ³	20	97,3	6,0×10 ²	обнаружено	не обнаружено
озеро Ледовое	3,2×10 ³	1,3×10 ³	2,5	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено

Продолжение таблицы

	1	2	3	4	5	6
озеро Семеновское	208	10	20,8	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
ручей Фадеев	$37,9 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	16,5	6.0×10^4	обнаружено	обнаружено
ручей Варничный	$5,4 \times 10^4$	$8,5 \times 10^4$	0,6	6.0×10^4	обнаружено	обнаружено

По результатам исследования численность бактерий группы кишечных палочек в поверхностных водоемах варьировала в пределах нескольких порядков. Наибольшее количество микроорганизмов, относящихся к БГКП, наблюдалось в реке Роста – более 2.3×10^5 в 100 мл, наименьшее – в реке Тулома – 6.0×10^2 в 100 мл. В пробах воды, отобранных из озер Ледовое и Семеновское БГКП обнаружено не было.

При определении БГКП необходимо подтверждать наличие ОКБ и ТКБ. ОКБ – это интегральный показатель степени загрязнения водных экосистем неочищенными сточными водами, наличие ТКБ – является показателем свежего фекального загрязнения. По результатам анализа ОКБ и ТКБ присутствовали во всех объектах исследования, за исключением реки Тулома и озер Семеновское и Ледовое. Отсутствие ОКБ и ТКБ в озерах Семеновское и Ледовое соответствует отсутствию БГКП в этих объектах. Таким образом, обнаружение данных групп микроорганизмов в исследуемых пробах может являться тонким индикатором поступления органического загрязнения.

Определение количества сапрофитных бактерий при температуре термостатирования $37\text{ }^\circ\text{C}$ характеризует аллохтонную микрофлору, при температуре $20 - 22\text{ }^\circ\text{C}$ – автохтонную микрофлору водоема. Соотношение численности этих групп микроорганизмов позволяет судить о наличии процесса естественного очищения, активными участниками которого они являются. Эта разница более выражена при завершении процесса самоочищения (коэффициент соотношения ОМЧ 22°C : ОМЧ 37°C равен четырем и выше)(МУК 4.2.1884-04).

Микробиологические исследования общего количества сапрофитных бактерий в поверхностных водах бассейна Кольского залива выявили, что доминирующее положение в исследуемых объектах занимали автохтонные микроорганизмы. Исключение составляли район «Морского вокзала» в Кольском заливе и ручей Варничный, где доминировал аллохтонный комплекс микроорганизмов.

Полученный коэффициент самоочищения свидетельствовал, что процесс естественного очищения водных масс отсутствует только в районе «Морского вокзала» Кольского залива, озере Ледовом, ручье Варничном. В данных объектах исследования нагрузка бытовыми сточными водами превышала возможность к естественному очищению.

В результате полученных данных показано, что поверхностные воды бассейна Кольского залива подвержены антропогенной нагрузке. Санитарно-микробиологические методы являются надежным показателем наличия загрязнения в водных объектах, отмечено, что определение бактерий группы кишечных палочек может служить только качественным показателем присутствия органического загрязнения, а более точным показателем является вычисление коэффициента самоочищения. В работе было определено, что наибольшее антропогенное влияние испытывали следующие объекты исследования: Кольский залив в районе Морского вокзала, озеро Ледовое, Варничный ручей.

Список литературы:

- 1) Богданова, О.Ю. Исследование бактериологических показателей воды верхней литорали Кольского залива в условиях антропогенного загрязнения: Материалы конф. Молодых ученых ММБИ, посвященной 275-летию РАН / О.Ю. Богданова, Е.В. Макаревич. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1999. – 72с.
- 2) Вербина, Н.М. Гидромикробиология с основами общей микробиологии: Учеб. пособие / Н.М. Вербина – М.: Пищ. пром-сть, 1980. – 288с.
- 3) Доклад Государственного комитета по охране окружающей среды Мурманской области. – Мурманск, 2001. – 186с.
- 4) Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты / Коллектив авторов. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. – 265с.
- 5) МУК 4.2.1884-04. Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 48с.
- 6) Перетрухина, А.Т. Микробиологический мониторинг водных экосистем Кольского Заполярья: Дис. доктора биол. наук / А.Т. Перетрухина – Мурманск, 2002. – 236с.
- 7) СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» (Госкомсанэпиднадзор МЗ РФ, 2001).
- 8) Трунова, О.Н. Биологические факторы самоочищения водоемов и сточных вод / О.Н. Трунова – Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1979. – 111с.

РОССИЙСКАЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ БАЗА ПО БИОБЕЗОПАСНОСТИ ГМО И ЕЁ РЕАЛИЗАЦИЯ В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Лабинцева Е.В., Калабина Е.В. (*Мурманск, Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области*)

В настоящее время в мире организовано широкомасштабное производство пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных организмов. С 1996 года по 2007 гг. общая площадь, засеянная трансгенными культурами, возросла более чем в 60 раз и в настоящее время составляет более 110 млн гектаров. В последние годы резко обозначился вопрос – насколько безопасны данные технологии, насколько адекватно соблюдаются Международные руководящие принципы безопасности ЮНЕП в области биотехнологии, принятые в 1995 году.

Генетически модифицированные (трансгенные) организмы можно определить как организмы, генетический материал которых (ДНК) изменен способом, недостижимым естественным путем в ходе скрещивания или рекомбинации. ГМО – это организм, содержащий в своем генетическом аппарате фрагменты ДНК из любых других живых организмов (например, в растении могут "работать" гены насекомого, животного или даже человека).

Цель получения ГМО - улучшение полезных характеристик исходного организма-донора (например, повышение устойчивости растения к гербицидам, насекомым и т.п.) для снижения себестоимости продуктов. Но технология создания ГМО в настоящее время еще несовершенна, что является основным источником серьезных биологических и экологических рисков для человека, окружающей среды и всего мирового сообщества.

В Российской Федерации с 1996 года разработана и функционирует законодательная, нормативная и методическая база, позволяющая осуществлять оценку безопасности, и организован мониторинг за оборотом пищевой продукции, полученной из ГМО. Еще в середине 90-х годов в нашей стране разработан и принят основополагающий закон, который заложил основу системы биологической безопасности – Федеральный закон "О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности" (№ 86-ФЗ от 06 июля 1996), в котором указывается, что "генно-инженерная деятельность должна быть основана на принципах: (а) безопасности граждан, (б) общедоступности сведений о безопасности генно-инженерной деятельности, (в) сертификации продукции, содержащей результаты генно-инженерной деятельности, с указанием полной информации о методах получения и свойствах данного продукта". Это означает, что умышленное или не преднамеренное не информирование население о ГМ-продуктах и их характеристиках является грубейшим нарушением закона. В мире существуют разные подходы к этикетированию пищевых продуктов, полученных из ГМО. В странах ЕЭС принят 0,9%-й пороговый уровень, в США, в Канаде, Аргентине данные продукты не этикетированы, а в Японии и Австралии пороговый уровень составляет 5%.

В нашей стране Постановление Главного государственного санитарного врача РФ № 18 от 31 мая 2002 года обязывало производителей маркировать продукты, содержащие более 5% компонентов ГМО. С июня 2004 года постановлением руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека рекомендовано вынесение на этикетку информации о наличии в продукте более 0,9% ГМО. Необходимо отметить, что это не связано с вопросом их

безопасности, а преследует цель информирования населения об использовании конкретной технологии получения пищевых продуктов.

В декабре 2007 года изменениями в Федеральный Закон от 07.02.1992 года № 2300-1 "О защите прав потребителей" законодательно закреплён 0,9% пороговый уровень содержания ГМО в пищевых продуктах в Российской Федерации, что гармонизировало его с требованиями Европейского Союза по этикетированию продуктов.

Данный показатель закреплён СанПин 2.3.2.2227-07 «Дополнения и изменения 5» к СанПиН 2.3.2.1078-01 "Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов", установившим с 01.09.2007 года, что содержание в пищевых продуктах 0,9% и менее компонентов, полученных с применением ГМО, является случайной или технической неустранимой примесью.

Постановлением Правительства РФ № 120 от 16.02.2001 года в нашей стране введена государственная регистрация ГМО на биобезопасность.

В 2007 году утверждены МУ 2.3.2.2306-07 "Медико-биологическая оценка безопасности генно-инженерно-модифицированных организмов растительного происхождения". Требования, изложенные в настоящих методических указаниях, применяются на этапе государственной регистрации ГМО, впервые поступающих на Российский рынок. Включают экспертный анализ, методы обнаружения, идентификации и количественного определения ГМО, оценку медико-генетической и медико-биологической безопасности. В настоящее время в России зарегистрированы для использования в пищевой промышленности 17 линий ГМ растений: соя (3 линии); кукуруза (8 линий); картофель (4 линии); рис (1 линия); сахарная свекла (1 линия).

Значительным шагом вперед в области оценки безопасности ГМО и полученных из них продуктов в России является разработка ГОСТ Р 52173-2003 "Сырье и продукты пищевые. Метод идентификации генетически модифицированных источников (ГМО) растительного происхождения". В 2007 году методическая база по исследованию ГМО дополнена разработкой МУК 4.2.2304-07 "Методы идентификации и количественного определения генно-инженерно-модифицированных организмов растительного происхождения".

С 2003 года в стране ведется активная работа по оборудованию лабораторий, их сертификации, обучению персонала и налаживанию системы независимой экспертизы продуктов питания на наличие в них чужеродных источников.

Во исполнение действующих законодательных и нормативных актов в Мурманской области на базе бактериологической лаборатории ФГУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области" в 2004 году создано отделение ПЦР – диагностики, приобретено необходимое оборудование и тест-системы, проведено обучение специалистов в Москве на базе НИИ эпидемиологии.

С 2005 года с целью государственного контроля проводились исследования пищевых продуктов и продовольственного сырья на ГМО. За период с 2005 года по 2008 гг. исследовано качественным методом 797 проб пищевых продуктов и сырья, из них с положительным результатом 27, что составило 3,4%.

В июне 2008 года ФГУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области" приобрел необходимое оборудование для анализа ГМО растительного происхождения методом ПЦР в реальном времени, что позволило проводить количественное определение содержания ГМО в продуктах и пищевом сырье. В порядке госнадзора этим методом выполнено 169 исследований, но ГМ – компонентов выше порогового уровня 0,9% в исследованных продуктах не обнаружено.

По данным учреждений Роспотребнадзора РФ при исследовании пищевых продуктов количественным методом определения ГМО по предварительным данным

выявлено, что оборот пищевых продуктов, содержащих компоненты ГМО более 0,9% составляет менее 1,0% от оборота всех пищевых продуктов, однако 90,0 % из них не имеют обязательной информации о наличии ГМО.

Согласно Постановлению Главного государственного врача № 80 от 30.11.2007 г., осуществление надзора за производством и оборотом пищевых продуктов, полученных из ГМО, должно стать приоритетным направлением деятельности Роспотребнадзора. Для выполнения этого в Российской Федерации и, в частности, в Мурманской области имеется законодательная, нормативная, методическая и лабораторная база.

Список литературы:

- 1) Федеральный закон № 52 "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30 марта 1999 года.
- 2) Федеральный закон № 29-ФЗ "О качестве и безопасности пищевых продуктов" от 02.01.2000 г.
- 3) Федеральный закон № 86-ФЗ "О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности" от 05.06.1996 г. (ред.от 12.07.2000 г.)
- 4) Федеральный закон № 96-ФЗ "О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон о государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности" от 21.06.2000 г.
- 5) Федеральный закон № 2300-1 "О защите прав потребителей" от 07.02.1992 г.
- 6) СанПиН 2.3.2.2227-07 "Дополнения и изменения 5 к санитарно-эпидемиологическим правилам СанПиН 2.3.2.1078-01 "Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов".
- 7) Письмо Главного государственного санитарного врача РФ № 0100/3572-06-32 "О совершенствовании надзора за пищевыми продуктами, содержащими ГМО" от 03.04.2006 г.
- 8) Постановление № 80 "О надзоре за оборотом пищевых продуктов, содержащих ГМО" от 30.11.2007 г.

СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ХРОМОСОМ: ПЕРИЦЕНТРИЧЕСКАЯ ИНВЕРСИЯ 9-ОЙ ХРОМОСОМЫ

Леонова Ю.С. (Мурманск, Мурманский областной консультативно-диагностический центр, отделение медико-генетического консультирования отдела охраны здоровья женщин; leyuliana@yandex.ru)

Abstract. Text

В цитогенетической лаборатории медико - генетического отделения отдела охраны здоровья женщин Мурманского областного консультативно-диагностического центра за период 2007 - декабрь 2008 гг. выявлены 7 случаев хромосомной аберрации с каритипом 46, XX/XY, inv (9)(p11;q13).

Хромосома 9 является субметацентрической средних размеров хромосомой из группы С. При G - окрашивании в хромосоме 9 выявили перичентрическую инверсию (обращение последовательности хромосомной ДНК на 180°, затрагивающая центромеру). Данная перестройка является полиморфизмом, вариантом нормы. Но точки разрыва на р - и q - плечах приходятся на область не гетерохроматиновых районов (которые как предполагается не содержат уникальных генов и изменения баланса по которым обычно не влечет за собой отклонений от фенотипической нормы), а эухроматиновых - транскрипционно активных, несущих структурные гены.

Ребенок Л., 03.02.2004. Анамнез: перинатальное поражение ЦНС, пренатальная гипоплазия, микропризнаки дизэмбриогенеза: монголоидный разрез глаз, микроретрогения (малые размеры, укорочение нижней челюсти), диспластичные ушные раковины, страбизм (косоглазие; отклонение зрительных осей от положения при взгляде вдаль, постоянная непараллельность зрительных осей), мышечная дистония. Анализ крови на кариотип, G - окрашивание: 46, XX, inv(9)(p11;q13).

Пациент К., 1980. Анамнез: обследовалась супружеская пара по поводу бесплодия - 1 сочетанного генеза, отягощенного гинекологического анамнеза у жены.. Прокариотшшровапы оба супруга. Анализ крови на кариотип, G -окрашивание: у жены - 46,XX; у мужа - 46, XY, inv (9)(p11;q13).

Пациентка Ч., 24.03.2003. Анамнез: резидуальная патология ЦНС в форме задержки психического и физического развития, аффективно - распираторных приступов, постаксиальная полидактилия (увеличение количества пальцев со стороны мизинца) кистей и правой стопы. Микропризнаки: нос удлинённый клювовидный, кончиком. Анализ крови на кариотип, G - окрашивание: 46, XX, inv (9)(p11;q13). При дальнейшем кариотипировании родителей такая же инверсия была найдена у матери.

Пациентка К., 17.03.1971. Анамнез: ОАГА. Привычное невынашивание беременностей в ранние сроки - две регрессирующие беременности во втором браке. Носительство вируса простого герпеса 1-2 типов. Отягощенный соматический анамнез. Анализ крови на кариотип, G - окрашивание: 46, XX, inv(9)(p11;q13).

Пациентка Ш., 12.08.1973. Анамнез: ОГА. Бесплодие — 2 неуточненного генеза, отягощенный соматический анамнез.

Пациент А., 13.08.2001. Анамнез: резидуальная патология ЦНС задержка, речевого развития, синдром дефицита внимания.

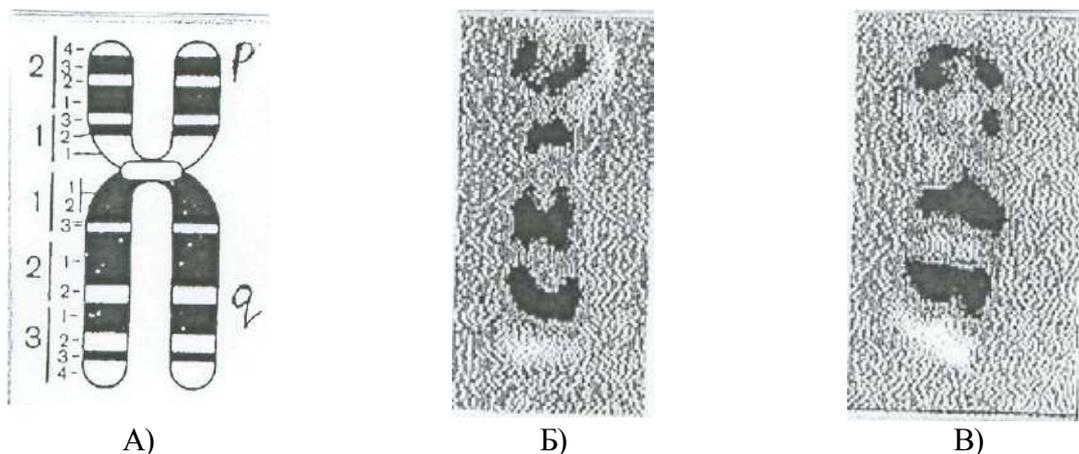


Рис. 1. А) Схема 9 хромосомы, G - окрашивание;
Б) 9 хромосома в норме В) inv(9) (p11;q13).

Таким образом, в настоящее время не найдено прямой зависимости однозначного действия данной аберрации на фенотипическое проявление ее носителя. Индивидуумы подобной аберрации возможно составляют группы: риска по рождению детей с задержкой психомоторного развития, множественными врожденными пороками и/или микроаномалиями развития, а так же по нарушению репродуктивной функции (спонтанные абортусы, бесплодие).

Список литературы:

- 1) Захаров А.Ф., Бенюш В.А., Кулешов Н.П., Барановская Л.И. Хромосомы человека (Атлас) АМН СССР. - М: Медицина, 1982, 264 с. ил.
- 2) Ворсанова С.Г., Юров Ю.Б., Чернышов В.Н. Медицинская цитогенетика (учебное пособие). - М.: ИД МЕДПРАКТИКА - М, 2006, 300 с.

ГЕТЕРОТРОФНЫЙ БАКТЕРИОПЛАНКТОН СРЕДНЕГО И СЕВЕРНОГО КОЛЕН КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА И ЕГО УГЛЕВОДОРОДОКИСЛЯЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ

Литвинова М.Ю., Перетрухина И.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии, mlit1@rambler.ru)

Abstract. The general number of microorganisms, their separate groups and also indexes of natural mineralization of hydrocarbons were researched on the surface layer of sea water on the three stations disposed in middle and south parts of Kola Bay. Data on hydrocarbon oxidizing activity of heterotrophic bacteria of Kola Bay can be used for calculation of permissible capacity on to certain aquatic ecosystem and for registration of microorganismal endowment into the process of natural purification of northern sea littoral, from petroleum contamination.

Гетеротрофные бактерии составляют неотъемлемую часть населения водных экосистем разных широт и их активность во многом определяет интенсивность и характер процессов естественного очищения гидросферы от широкого спектра загрязняющих веществ, в число которых входят и нефтяные углеводороды (Перетрухина, 2006).

Наибольшую антропогенную нагрузку в бассейне Баренцева моря испытывает Кольский залив, куда осуществляется сброс хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод порядка 40 предприятий города Мурманска, Колы и посёлков, расположенных на его берегах (Доклад по охране..., 2008). Комплексные исследования бактериоценозов Кольского залива проводились в основном в районе южного колена залива. Нами же для наблюдения было выбрано среднее и северное колено Кольского залива.

Материалы и методы исследования

Объектом нашего исследования является Кольский залив, на котором для отбора проб были выбраны 3 станции. Первая станция располагалась на выходе из залива, граница северного колена и Баренцева моря. Влияние стоков здесь минимально. Вторая станция располагалась в северном колене Кольского залива, напротив посёлка Полярный, губ Оленья и Сайда. Третья станция находилась в центральной части залива, возле Североморска.

Отбор проб воды на микробиологический анализ проводили с борта судна. Обработку проб осуществляли в лаборатории кафедры микробиологии МГТУ не позднее 2-4 ч после их отбора. Пробы отбирались с декабря 2007 г. по июнь 2008 г.

Учёт численности бактерий проводили как с помощью прямого счёта их клеток под микроскопом, так и путём высева проб воды на жидкие питательные среды.

Окраску бактерий для прямого счёта проводили водным раствором акридинового оранжевого. Подсчёт клеток осуществляли с помощью люминесцентного микроскопа.

Численность бактерий отдельных физиологических групп определяли с помощью метода предельных разведений. Для учёта евтрофных микроорганизмов использовали рыбо-пептонный бульон. Для учёта олиготрофных микроорганизмов использовали среду ММС с дрожжевым экстрактом. Для определения численности углеводородокисляющих бактерий использовали так же среду ММС, но в качестве

источника углерода и энергии добавляли дизельное топливо. Наиболее вероятное количество бактерий определяли по таблице Мак-Креди.

Оценку потенциальной углеводородокисляющей активности гетеротрофных бактерий проводили радиоуглеродным методом, с использованием в качестве меченого углеводорода - ^{14}C октадекан.

Результаты и обсуждение

Общая численность бактерий (ОЧБ) на станции 3 превышала таковую на двух других станциях, в то же время наименьшей она оказалась на станции 1 (рис. 1). Такую ситуацию можно объяснить неодинаковой степенью антропогенной нагрузки на разные участки залива - в районе 2 и 3 станций она наиболее высока. Общая численность бактерий колебалась от $3,1 \cdot 10^6$ до $15,8 \cdot 10^6$ кл/мл. В целом по данным за весь период наблюдений, подобные величины общей численности бактерий характерны для районов с высокой степенью антропогенной нагрузки.

Доминирующей группой бактерий на всех трех станциях оказались евтрофные бактерии, способные к росту на средах с высоким содержанием органического вещества (рис. 2). Эта картина характерна для большинства водоемов, подверженных антропогенному влиянию. Наиболее низкая численность евтрофных бактерий в воде (сотни и тысячи клеток в 1 мл воды) наблюдалась в первой половине зимнего периода, с декабря по февраль. Постепенное увеличение численности евтрофных бактерий в воде наблюдалось в марте, после завершения полярной ночи (сотни тысяч клеток в 1 мл). Временная изменчивость численности евтрофных бактерий на всех станциях оказалась сходной. Для пространственного распределения бактерий этой группы отмечена та же тенденция, что и для ОЧБ - численность евтрофных бактерий практически постоянно была выше на станции 3 в районе г. Североморска, и наименьшие значения имели место на границе северного колена залива и Баренцева моря - станция 1.

Рис. 1. Изменения общей численности бактериопланктона по прямому счету

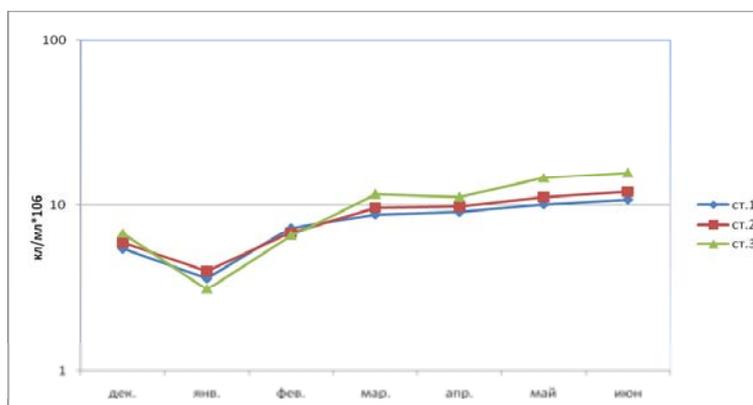
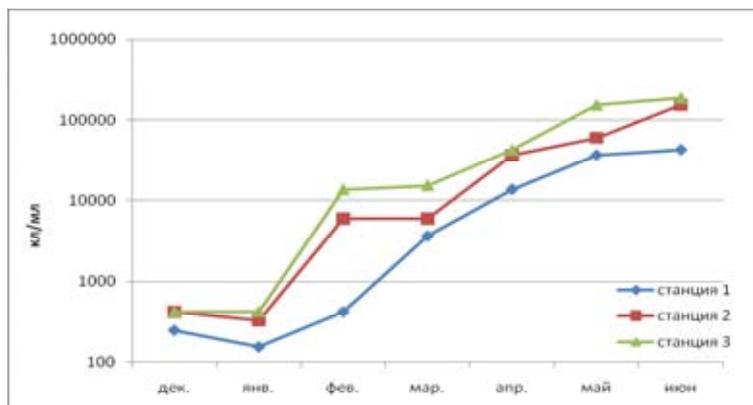


Рис. 2. Динамика численности планктонных евтрофных бактерий



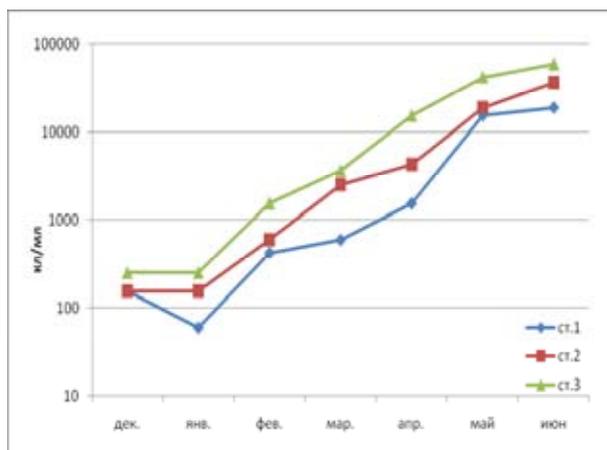


Рис. 3. Динамика численности планктонных олиготрофных бактерий

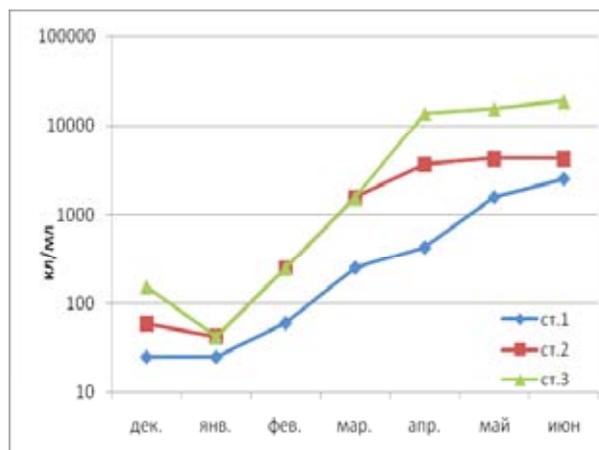


Рис. 4. Динамика численности планктонных углеводородокисляющих бактерий

Численность олиготрофов во всех трех точках оказалась относительно невысока (рис.3). Пределы колебаний численности составили от 60 кл/мл в зимний период $4 \cdot 10^4$ кл/мл в летний период. Отчасти это может быть связано с достаточно высокой органической нагрузкой на все три исследованные участка, а в этих условиях преимущество имеют евтрофные микроорганизмы. Временные изменения численности олиготрофных бактерий на ст. 1,2 и 3 были сходными, отмечено постепенное снижение их численности с декабря по февраль. С марта по июнь наблюдается повышение количества планктонных олиготрофных бактерий на порядок.

Присутствие углеводородокисляющих бактерий было обнаружено нами на всех трех исследованных станциях. Численность, которых варьировала от нескольких десятков клеток в миллилитре до несколько сотен тысяч клеток в миллилитре. Численность бактерий этой группы на станции 3 оказалась выше всех остальных станций и достигала десятков тысяч клеток в миллилитре, тогда как на станции 1 она не превышала нескольких тысяч клеток в миллилитре (рис. 4). Таким образом, численность углеводородокисляющих бактерий следовала тем же тенденциям в пространственном распределении, что и ОЧБ и численность евтрофных и олиготрофных бактерий.

Сезонная динамика всех исследованных физиологических групп бактериопланктона и его общей численности в водах залива оказалась сходной: минимальные значения численности наблюдались в зимний период, а максимальные – в летний период.

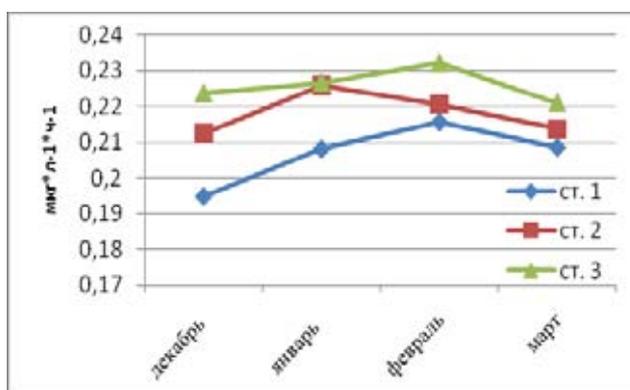


Рис.5. Углеводородокисляющая активность бактериопланктона литорали Кольского залива

При определении скоростей биodeградации нами было установлено, что в одном литре воды в течение часа при температурах *in situ* микроорганизмами окисляется (минерализуется) до углекислого газа и воды в среднем 0,063 микрограмма октадекана в час ($\text{мкг}\cdot\text{л}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$) ($\text{ПЕМ}_{\text{ОКТ}}$). Среднее значение $\text{ПЕБ}_{\text{ОКТ}}$ составило 0,23 $\text{мкг}\cdot\text{л}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$. $\text{ПЕБ}_{\text{ОКТ}}$ позволяет судить о способности водной экосистемы к восстановлению после загрязнения нефтепродуктами (рис.5). На всех трёх станциях УВ-окисляющая активность микроорганизмов сохранялась примерно на одном уровне.

Согласно данным литературы, в морских и пресных водоемах доля минерализованных бактериями нефтяных углеводов составляет обычно третью часть от всего использованного их количества. Из полученных нами данных для трёх станций Кольского залива следует, что величина отношения между общим количеством потребленного микроорганизмами углеводорода - октадекана ($\text{ПЕБ}_{\text{ОКТ}}$) и долей его, минерализованной до углекислого газа и воды ($\text{ПЕМ}_{\text{ОКТ}}$) сохраняется независимо от сезона года относительно постоянной и составляет 2,7 - 2,85. Таким образом, на полное окисление (энергетический метаболизм) расходуется не более 40 % от общего количества углеводов, потребленного бактериопланктоном. Остальные 60% включаются в клетки микроорганизмов и используются на конструктивный метаболизм. Это соотношение имеет важное экологическое значение, поскольку показывает, какая часть использованного микроорганизмами органического углерода может быть затем доступна организмам более высоких трофических уровней.

Список литературы:

- 1) Доклад по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2007 году. – Мурманск, 2008
- 2) Ильинский, В.В. Распределение и активность углеводородокисляющих бактерий в Центральном Полярном бассейне, Карском и Белом морях. В кн.: Опыт системных океанологических исследований в Арктике. Под ред. А.П.Лисицина, М.Е.Виноградова, Е.А. Романкевича. / В.В. Ильинский, М.Н. Семенов // Москва: Научный Мир, 2001. - С. 364-376.
- 3) Перетрухина, И.В. Гетеротрофный бактериопланктон литорали Кольского залива и его роль в процессах естественного очищения вод от нефтяных углеводов дисс.канд.наук./ И.В. Перетрухина – Мурманск, 2006. – 230 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА И БАКТЕРИОФАГОВ В ПОВЕРХНОСТНОМ И ПРИДОННОМ СЛОЯХ СТАНЦИИ 1 ЮЖНОГО КОЛЕНА КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Луценко Е.С. (*Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии*)

Abstract. During the researches the data about general distribution of autochthonic and allochthonic microbiota on the two horizons were received. Maximum of autochthones was found in the surface layer of st.1 and was 2949 COU/ml, minimum of allochthonic bacteria was in the bottom layer and its number was 189 COU/ml. During the researches the correlation between enterobacteria and coli-fags was found. Next to growing up of number of bacteria-hosts the number of bacteriophages was grew up too. This lead to decrease of bacteria-hosts to curtain level and, consequently, to decrease the number of bacteriophages.

Свыше 50 лет тому назад А.Е. Криссом и Е.А. Рукиной были начаты исследования бактериофагов Черного моря. Расширившийся в настоящее время арсенал методов исследований в области морской вирусологии предоставляет более широкие возможности (Степанова О.А., 2000).

Основные закономерности циркуляции кишечных вирусов в водных объектах определяются их характерными свойствами и условиями окружающей среды, в том числе такими факторами, как: крайне малые размеры вирусных частиц, их отрицательный заряд, высокая устойчивость к воздействию химических и физических факторов окружающей среды, процессам естественного самоочищения и дезинфектантам, способность длительно сохранять инфекционную активность в водных объектах, в том числе в условиях химического загрязнения воды, способность распространяться на большие расстояния с водными потоками от зоны выпуска сточных вод, четко выраженная стратификация в воде поверхностных водоемов, выраженная сезонность циркуляции различных групп вирусов в водных и других объектах окружающей среды, устойчивость вирусов к очистке и обеззараживанию на водопроводных сооружениях (Дмитриева Р.А., 1988).

При самоочищении эстуариев и прибрежных морских вод от загрязнения протекают два процесса, во-первых, биологическое окисление микроорганизмами, во-вторых, гибель микроорганизмов присутствующих в стоках (Мишустина, 1985).

Отмирание аллохтонных бактерий в морской среде определяется физико-химическими свойствами морской воды, бактерицидным действием солнечного света, токсическими агентами, конкуренцией за пищу, хищничеством и другими биологическими факторами. Воды с высокой численностью природной популяции микроорганизмов обладают большой способностью к самоочищению (Григорьева Л.В., 1975).

Повышение плотности бактериальной популяции ускоряет степень инактивации вирусов (Мишустина, 1985). Установлено, что количество вирусов на поверхности морской воды находится в прямой зависимости от количества бактерий и бактериальной активности, имеющих, в свою очередь, сезонную динамику (Степанова О. А., 2000).

Экспериментально было установлено, что при определенных условиях и соотношениях численности вирусов и бактерий вирулентная фаговая инфекция стимулирует деление хозяина, увеличивая таким образом долю потребляемой им пищи и, следовательно, помогая ему в конкурентной борьбе за выживание. Такое поведение

фагов свидетельствует об их поддерживающей роли в сохранении бактерии-хозяина как вида.

Таким образом, имеющаяся информация о морских вирусах свидетельствует о том, что эта форма жизни играет очень важную роль в биопродукционных процессах. Влияя непосредственно на микробиальные сообщества, вирусный метаболизм тем самым затрагивает и иную морскую биоту, поскольку именно бактерии стоят в основе пищевых цепей (Степанова О. А., 2000).

Материалы и методы

Для отбора проб была выбрана одна станция (ст.1) с координатами 68°58' с.ш. и 33°04' в.д. Пробы отбирались с поверхности стерильной емкостью, со дна батометром Нискина. Для исследования на микробиологические и вирусологические исследования использовались стандартные методы, обозначенные в МУК № 2260-80 и МУК 4.2.1018 – 01.

Результаты и обсуждения

В ходе исследований были выявлены общие численности автохтонных и аллохтонных микроорганизмов на поверхности и на дне ст. 1. Количество естественной микрофлоры в поверхностном и придонном горизонтах варьировало от 7920 до 627 КОЕ в 1 мл в поверхности, в среднем 2948 КОЕ в 1 мл, и от 1400 до 56 КОЕ в 1 мл на дне, среднее - 509 КОЕ в 1 мл. Число аллохтонной микрофлоры на поверхности изменялось от 3860 до 180 КОЕ/мл, в среднем - 1555 КОЕ/мл, в придонном горизонте от 620 до 20 КОЕ/мл, составив в среднем 198 КОЕ/мл.

В течение года на поверхности и на дне ст. 1 наблюдались весенние и осенние пики численности автохтонной микрофлоры, а также летние и зимние минимумы ее на обоих горизонтах (рис. 1). В течение года на поверхности ст. 1 наблюдались осенний и весенний пики численности привнесенной микрофлоры, в то время как на дне максимумы количества аллохтонных бактерий наблюдались в летний и осенний периоды. Минимальные содержания аллохтонной микрофлоры наблюдались в зимний период в обоих горизонтах, в летний период на поверхности и в весенний период на дне (рис. 2). Среднее количество аллохтонной микрофлоры в поверхностном горизонте 1555 КОЕ/мл, автохтонных бактерий 2948 КОЕ/мл, что в 1,89 раз больше привнесенной. В придонном горизонте автохтонных было 509 КОЕ/мл, аллохтонных 198 КОЕ/мл. Количество автохтонной микрофлоры превышает количество аллохтонной в 2,6 раз. Данные результаты свидетельствуют о существующем интенсивном процессе самоочищения акватории южного колена Кольского залива на двух горизонтах.

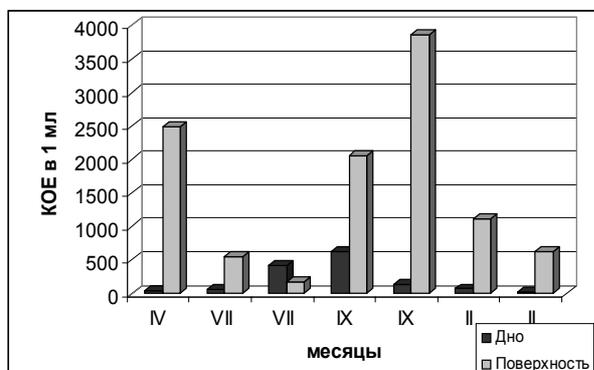


Рис. 1. Количественное распределение автохтонной микрофлоры на поверхности и на дне ст. 1.

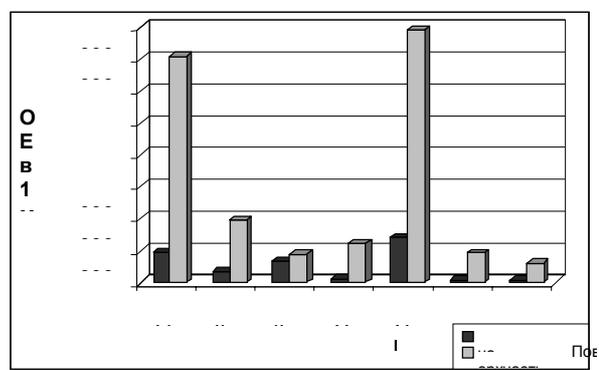


Рис. 2. Количественное распределение аллохтонной микрофлоры на поверхности и дне ст. 1.

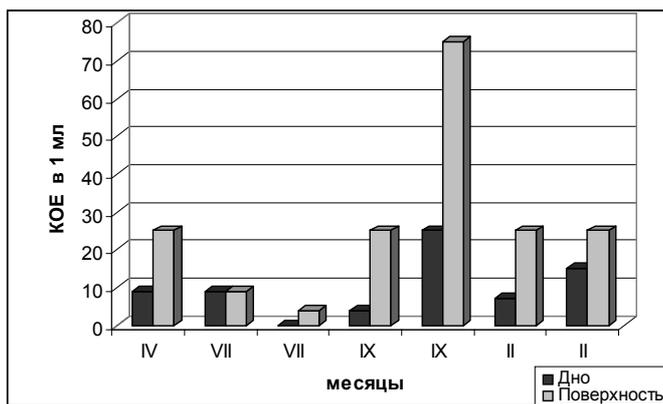


Рис. 3. Количественное распределение БГКП на поверхности и на дне ст. 1.

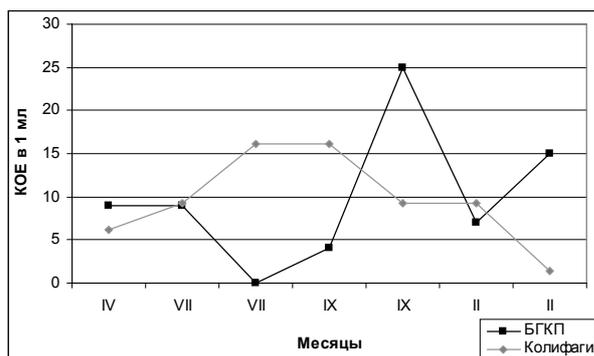


Рис. 4. Количественное распределение бактерий группы кишечной палочки и колифагов в придонном горизонте ст. 1.

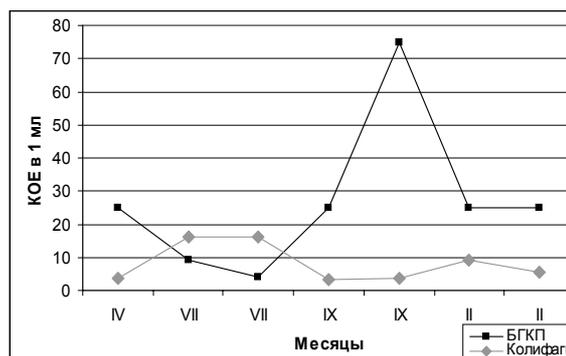


Рис. 5. Количественное распределение бактерий группы кишечной палочки и колифагов в поверхностном горизонте ст. 1.

В течение года на поверхности и на дне регистрировался осенний пик численности БГКП, а также зимний пик численности на дне. Минимальное содержание БГКП было отмечено в летний период на обоих горизонтах. Обилие микробиоты обусловлено особенностями осеннего сезона, как то: дожди, таяние снегов, паводковые явления. Число БГКП на дне за весь период исследований было меньше, чем на поверхности, что связано с соленостью, отсутствием света, увеличением давления, обилием природных придонных микроорганизмов.

В течение четырех сезонов на поверхности наблюдались летний и зимний пики численности вирусных частиц, в то время как на дне наблюдалась противоположная картина с максимумами в летний и осенний периоды. Минимальные содержания вирусов в поверхности и на дне регистрировались весной, а также осенью на поверхности и зимой на дне.

Весной и осенью на поверхности наблюдалось минимальное количество фагов, в то время как в эти же сезоны были отмечены пики численности не только БГКП, но и остальной микрофлоры, учитываемой в нашей работе. Таким образом, можно предположить, что фаги устойчивы не только к действию химических и физических факторов внешней среды, но и к биологическим. А именно: обилие микробиальной биоты отрицательно влияет на развитие вирусов в воде.

Сравнение БГКП и колифагов показало, что в течение года наблюдалась зависимость между БГКП и фагами. Более выраженная зависимость наблюдалась на дне, менее на поверхности из-за четкой стратификации в воде поверхностных водоемов. Фаги участвуют в сохранении бактерии-хозяина как вида, поэтому не убивают все бактерии, а поддерживают их численность в определенных рамках. Как

видно из графика с увеличением численности БГКП увеличивается численность фагов, что ведет за собой уменьшение количества БГКП до минимального уровня. Затем они перестают атаковать бактерий-хозяев, поддерживая их существование, что влечет за собой их интенсивное развитие, что в свою очередь стимулирует рост и активность бактериофагов.

Список литературы:

- 1) Адамс, М. Бактериофаги / Под ред. А. С. Кривиского. – М.: Изд-во иностр. лит., 1961. – 265 с.
- 2) Григорьева, Л. В. Санитарная бактериология и вирусология водоемов / Л.В. Григорьева – М.: Медицина, 1975. – 192 с.
- 3) Дмитриева Р.А. Гигиенические вопросы водного пути передачи вирусных гепатитов/Р.А. Дмитриева// Ж. Гигиена и санитария. – 1988. – №8. – с.56-59.
- 4) Крисс, А.Е. Бактериофаг в глубинах моря // Морская микробиология (глубоководная) / А.Е. Крисс - М.: Изд. АН СССР, 1959. – с. 258 - 261.
- 5) Мишустина, И. Е. Морская микробиология: Учеб. пособие/И. Е. Мишустина, И. К. Мицкевич, И. Н. Щеглова – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1985. – 181 с.
- 6) МУК 2260-80. Методические указания по гигиеническому контролю загрязнения морской среды. - М.: УТВ. МИНЗДРАВом СССР, 1980.
- 7) МУК 4.2.1018–01. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2001. – 24 с.
- 8) Степанова О. А. Перспективы и проблемы изучения морских вирусов – бактериофагов/ О. А. Степанова // Экология моря. – 2000. – Вып.50. - с. 37-40.
- 9) Яковенко, М. Л. Вирусы – как водный фактор в экологии моря / М. Л. Яковенко // Биология. – М.: «1 сентября». – 2000 – № 9.

ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ И КОЛИЧЕСТВА ГЕТЕРОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ В ГРУНТЕ РАЗЛИЧНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

Макаревич Е.В. (*Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии*)

Abstract. The results of the research of quantitative indicators of benthic bacteria of the Kola bay ground in view of its dimensional characteristics are put in the basis of the work. Granulometric structure of the ground adjournments influences on the bacterial quantity. It is obvious, that the given factor is regulator of microorganism's living activity. The work shows that the influence of granulometric charecterisrics on structure of bacteriabenthos is kept independently of season and anthropogeneous factors.

Поскольку базовую, всегда преобладающую по геометрическому объему и массе часть любых биокосных систем, составляет косное веществ, уместно предположить, что свойства именно этой части биокосных объектов определяют существенные характеристики живого вещества в них (Хайлов, 2000). Гранулометрический состав донных отложений оказывает существенное влияние на количество обитающих в них бактерий. В тонкодисперсных глинистых отложениях бактерий больше, чем в песчаных. Объясняется это различие не только содержанием органического вещества, но и особенностями поверхностно-адсорбционных свойств ила (Мишустина, 1985). Так как адсорбционные свойства частиц зависят от величины их поверхности, логично предположить, что сравнение количественного распределения бактерий в грунтах с различными размерами частиц требует приведения данных о количестве бактерий к единице площади. Проводимые ранее структурные исследования бактериальных ценозов грунта выражались в числе клеток в 1 г, что, возможно, приводило к неадекватной оценке их структурной и функциональной роли в водоеме.

В данной работе нами были проведены исследования количественных показателей бактериобентоса литорали Кольского залива разными методами с учетом размерных характеристик исследуемого грунта.

Отбор проб грунта литорали Кольского залива проводили на трех полигонах, расположенных в районах поселка Абрам-мыс, бухты Белокаменка и нового моста с противоположной стороны относительно города Мурманска. Расположение полигонов обусловлено градиентом физико-химических и антропогенных факторов. Станция 1 (бухта Белокаменка) расположена по градиенту течения морской воды из Баренцева моря, отличается довольно значительной соленостью (до 30 – 35 ‰) и невысокой температурой (среднегодовая температура составляет 5,8 °С). Гидрологические условия станций 2 и 3 (районы поселка Абрам-мыс и нового моста соответственно) отличаются от таковых станции 1. Соленость водных масс составляет в среднем до 20 ‰, что объясняется значительным опреснением под влиянием речных вод. Среднегодовая температура воды в этих станциях составляет 7 °С. Кроме того, литоральные зоны двух последних станций подвержены значительному антропогенному загрязнению различного характера (Макаревич, 2004).

Исследовали грунт литоральной зоны Кольского залива с различными размерами частиц: ил, песок и камни диаметром от 1–2 см до 10–12 см.

Для определения количества бактерий прямой микроскопией применяли метод прямого подсчета бактериальных клеток с окраской их клеток 5 %-ным раствором карболового эритрозина (Романенко, Кузнецов, 1974) и метод флуорохромирования

бактерий акридиновым оранжевым на мембранных нелюминесцирующих фильтрах с дальнейшим их люминесцентно-микроскопическим подсчетом (Поглазова, Мицкевич, 1984; Jones, Simon, 1975).

Для выявления и учета гетеротрофных бактерий в суспензии грунта или смыва с крупных объектов пробы использовали метод предельных разведений.

ЧБ в грунте исследованных акваторий во все сезоны года варьировала от $1,2 \cdot 10^4$ клеток на 1 см^2 до $4965 \cdot 10^4$ клеток на 1 см^2 частиц, составляя в среднем $380 \cdot 10^4$ клеток на 1 см^2 .

В ходе исследований было отмечено, что бактериобентос в исследуемом разноразмерном грунте распределен неравномерно. Минимальные значения плотности бактерий на поверхности грунта наблюдались на крупном гравии станции 1 в зимний и весенний периоды года, составляя $1,2 \cdot 10^4$ кл/см². Максимальная плотность бактерий отмечена в алеврите в летний сезон на станции 3 и составила $4965 \cdot 10^4$ кл/см².

Таким образом, при уменьшении линейных размеров и увеличении удельной поверхности частиц грунта ЧБ на единице площади возрастает. Необходимо отметить, что при увеличении удельной поверхности частиц грунта на 4 порядка ЧБ возрастает в 1000 – 10000 раз. Эта тенденция сохраняется независимо от сезонов года и места взятия проб.

Максимальное значение ЧБ в мелком алеврите, по-видимому, связано с более высокой адгезионной способностью мелкозернистого грунта по сравнению с крупными частицами. Адгезия оказывает благоприятное влияние на жизнедеятельность бактерий, прежде всего потому, что поверхность раздела фаз обладает свободной энергией. Эта свободная энергия влияет на распределение ионов, макромолекул и коллоидов, оказавшихся вблизи поверхности, в результате чего на поверхности скапливаются питательные вещества, в том числе органические. Твердая поверхность также препятствует рассеиванию экзоферментов и продуктов гидролиза органического вещества, которые концентрируются на поверхности вблизи прикрепленных клеток и оказываются более доступными для них (Громов, 1989).

Максимальное количество бактерий во все сезоны на всех станциях, определенное в 1 г, наблюдалось в мелком песке (табл. 1), что соотносится с данными других исследователей (Теплинская, 1984), в то время как определенное на 1 см^2 частиц – в мелком алеврите. Тем не менее, различия общей численности бактерий в 1 г мелкого песка и в 1 г алеврита не превышало 1 порядка.

Таблица 1. Общая численность бактерий в 1 г грунта (метод прямой микроскопии)

Место взятия пробы	Проба	Численность бактерий в 1 г ($N, \cdot 10^4$), клеток			
		Зима	Весна	Лето	Осень
Станция 1	Крупный песок	4100	4490	18800	10720
	Средний песок	8120	9330	23600	14300
	Мелкий песок	14220	14770	27550	19630
	Алеврит	10000	10450	21070	16300
Станция 2	Крупный песок	7810	7910	40470	24470
	Средний песок	12880	16550	52390	30890
	Мелкий песок	28600	32470	68030	41680
	Алеврит	21520	23700	59980	36260
Станция 3	Крупный песок	9480	10850	52500	26470
	Средний песок	15380	18580	61740	34240
	Мелкий песок	33970	35080	71100	45820
	Алеврит	25160	26810	68270	40980

Расхождения результатов объясняются различием суммарных площадей частиц песка и ила в 1 г – значение суммарной площади частиц мелкого песка на порядок выше, что при расчете плотности бактерий на единицу площади субстрата приводит к перемещению максимума количества бактерий, развивающихся в грунте на более дисперсный алеврит.

Кроме того, в тонкодисперсных отложениях бактерий достоверно больше, чем в песчаных, поскольку адсорбционные свойства частиц зависят от величины их поверхности. На более мелких частицах прикрепляется большее количество бактериальных клеток вследствие адгезии, обусловленной удерживанием бактериальных клеток на поверхности грунтовых частиц силами Ван-дер-Ваальса, водородными, гидрофобными, катионно-мостиковыми, амидными, эфирными и другими связями (Громов, 1989).

В грунте литорали Кольского залива параллельно исследованию ЧБ определяли ЧГБ, используя метод посева. Значения ЧГБ также зависели от размерных характеристик грунта и варьировали от минимальных значений ($0,0036 \cdot 10^2$ кл/см²) зимой в крупном галечнике (станция 1) до максимумов ($235559 \cdot 10^2$ кл/см²) летом в мелком алеврите (станция 2). Увеличение ЧГБ от минимальных значений в крупном галечнике до максимальных значений в мелком алеврите находилось в пределах тех же порядков, что и увеличение ЧБ. В среднем на всех станциях ЧГБ увеличивалась в 300 – 600 раз в зависимости от удельной поверхности грунта – от минимума в крупном галечнике, до максимума в мелком алеврите.

В отдельных случаях значений ЧГБ различались в 800 – 2000 раз. На станции 1 в зимний период – ЧГБ на крупном галечнике составило $0,0036 \cdot 10^2$ кл/см², в то время как ЧГБ в мелком алеврите составило $7,28 \cdot 10^2$ кл/см². На станции 2 в весенний период ЧГБ изменялось от $2,28 \cdot 10^2$ кл/см² в крупном галечнике до $3137 \cdot 10^2$ кл/см² в мелком алеврите. В летний период на той же станции значения ЧГБ в тех же группах грунта варьировало от $242 \cdot 10^2$ кл/см² до $235559 \cdot 10^2$ кл/см². На станции 3 в летний период в тех же группах грунта значения ЧГБ колебались от $269 \cdot 10^2$ кл/см² до $218473 \cdot 10^2$ кл/см².

Абсолютные значения ЧБ и ЧГБ станции 1 и станций 2 и 3 имеют существенную разницу, причем больших значений достигают ЧБ и ЧГБ грунтов станций 2 и 3. Из чего можно предположить, что на количественное распределение бактериобентоса немаловажное влияние оказывают гидрохимические условия выбранных районов исследования. В нашем случае наблюдаемые различия можно объяснить непосредственной близостью коллекторов сброса хозяйственно-бытовых стоков к станциям 2 и 3, являющихся источником поступления растворенных и взвешенных загрязняющих веществ. На дно этих районов осаждается большое количество органической взвеси с сорбированными на ней минеральными компонентами. Наиболее важным лимитирующим фактором развития данной группы бактерий является наличие доступных органических веществ, содержание которых в водах, а, следовательно, и в грунтах станций 2 и 3 подвержено также значительным колебаниям.

В результате проведенных исследований показано, что влияние гранулометрических характеристик на структуру бактериобентоса сохраняется независимо от сезона и антропогенной нагрузки. Очевидно, что данный фактор является для микроорганизмов регулятором их развития и жизнедеятельности в целом. Поэтому при мониторинге водных для получения достоверных данных о распределении бактерий в донных отложениях экосистем необходимо учитывать величину удельную поверхность частиц изучаемого грунта.

Список литературы:

- 1) Громов, Б.В. Экология бактерий/Б.Г. Громов, Г.В. Павленко. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. – 248 с.
- 2) Макаревич Е.В..Бактериобентос литорали среднего и южного колен Кольского залива: автореф. ...канд.биол.наук/ Е.В. Макаревич. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2004 – 24 с.
- 3) Мишустина, И.Е. Морская микробиология: Учеб. пособие/И.Е. Мишустина, И.К. Щеглова, И.Н. Мицкевич. – Владивосток: Изд-во ДГУ, 1985. – 184 с.
- 4) Поглазова, М.Н. Применение флуорескамина для определения количества микроорганизмов в морской воде эпифлуоресцентным методом/М.Н. Поглазова, И.Н. Мицкевич// Микробиология. – М., 1984. – Т. 53, вып. 5. – С. 850–858.
- 5) Романенко, В.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов: Лабораторное руководство/ В.И. Романенко, С.И. Кузнецов. – Л: Наука, 1974. – 194 с.
- 6) Теплинская, Н.Г. Влияние гранулометрического состава песка на микрофлору песчаный пляжей: Научные доклады высшей школы/ Н.Г. Теплинская, Л.М. Нидзвецкая// Биологические науки. – М., 1984. – Вып. 1. – С. 82–85.
- 7) Хайлов, К.М. Биогеоморфологические ряды в биосфере Земли/К.М. Хайлов// Успехи современной биологии. – М., 2000. Т. 120. – Вып. 5. С 425 – 432.
- 8) Jones, J.G. An investigation of errors in direct counts of aquatic bacteria bay epifluorescence microscopy, with referentce to a new method for dyeing membrane filters /Jones J.G., Simon B.M. //J.appl.Bact. – 1975. – V. 39. – P.317 – 129.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ НА КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭВТРОФНЫХ И ОЛИГОТРОФНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПРИБРЕЖНЫХ И ОТКРЫТЫХ ВОДАХ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Макаревич Е.В., Новикова А.Н. (Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии)

Abstract. The dependence between the number of heterotrophic bacteria and the water temperature in the Kola bay was studied in the work. Temperature is one of the leading factors determining the number of bacteria. In our research the correlation between the numerical distribution of the oligotrophic and eutrophic bacteria and the water temperature, and also the presence of mathematical dependence between the researched parameters, described by the equation $Y=a*\exp(b*x)$ are shown. It is obvious, that the temperature is the main factor of the bacterial development.

В данной работе было изучено влияние температуры воды на численность олиготрофных и эвтрофных бактерий воды акватории Кольского залива. Температура является одним из ведущих факторов, определяющих численность бактерий. В Кольском заливе годовой ход температуры воды выражен сильнее, чем в открытом море. Годовой минимум приходится на март, когда температура поверхностного слоя понижается до 0,5 °С в южном колене и 1 °С – в северном. От апреля к июлю температура поверхностного слоя повышается до 11 °С в южном колене и до 10 °С – в северном (Кудло, 1970; Кольский залив..., 1997).

Для выявления и учета олиготрофных микроорганизмов использовали питательные среды, содержащие до 50 мг (Tyler, Marshall, 1967) органического вещества в литре. Для учета эвтрофных бактерий использовали среды, содержащие 2 и более граммов органического углерода в литре (Akagi et al., 1978; Yanagita et al., 1978).

Измерение температуры воды производилось незамедлительно после отбора пробы. Для этого после извлечения флакона, в нем измеряли температуру воды стерильным термометром по стандартной методике.

В основу работы положены материалы, собранные в период с 2006 по 2008 годы на литорали Кольского залива на одиннадцати полигонах. Расположение полигонов обусловлено градиентом физико-химических и антропогенных факторов. Полигоны можно разделить на области:

- находящиеся вблизи выброса городских сточных вод (станции: 2.новый мост восточная сторона, 7. Абрам мыс);
- находящиеся вблизи впадения рек: (станции: 1. место впадения реки Кола в залив, 3. новый мост западная сторона);
- находящиеся в портовой зоне: (станции: 4. Южные причалы, 5. нефтебаза рыбного порта, 6. мор вокзал, 8. Роста);
- отдаленные от города: (станции: 9. Белокаменка, 10. Ноги Хаттана, 11. Причал мыса Мохнаткин).

Численность бактерий как и температура воды изменялась в широких пределах.

Графики отражающие изменение численности олиготрофных и эвтрофных микроорганизмов от температуры воды представлены на рис. 1 и 2.

На графиках прослеживается увеличение численности эвтрофных микроорганизмов по мере повышения температуры воды.

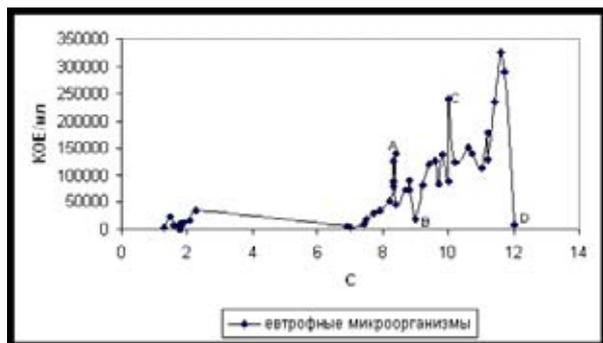


Рис. 1. Зависимость численности евтрофных микроорганизмов от температуры.

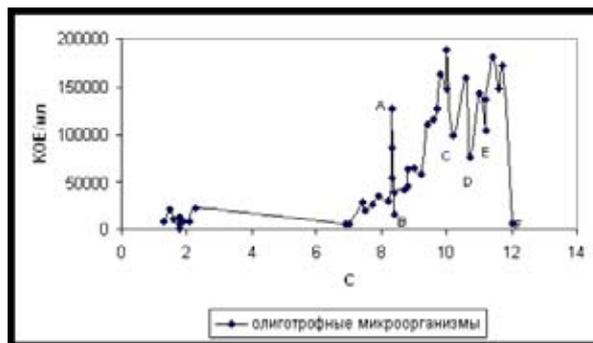


Рис. 2. Зависимость численности олиготрофных микроорганизмов от температуры.

Помимо наличия общего пространственно-временного тренда, по результатам исследований, существует корреляция между температурой и численностью олиготрофных и евтрофных бактерий, составляющая в среднем 0,78 и 0,74 соответственно.

В подтверждение существования значимой корреляции нами была выявлена математическая зависимость, отраженная на графиках, выражающая зависимость ЧОБ и ЧЕБ от температуры воды (рис. 3, 4).

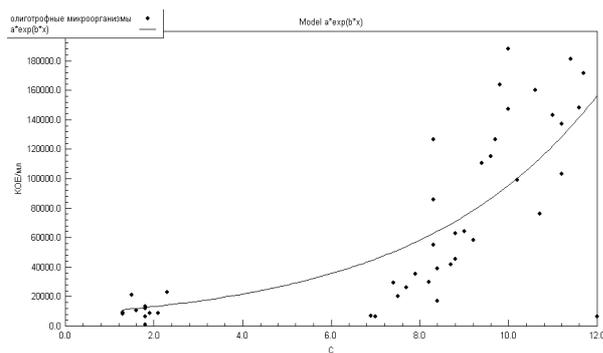


Рис. 3. График зависимости олиготрофных микроорганизмов от температуры воды.

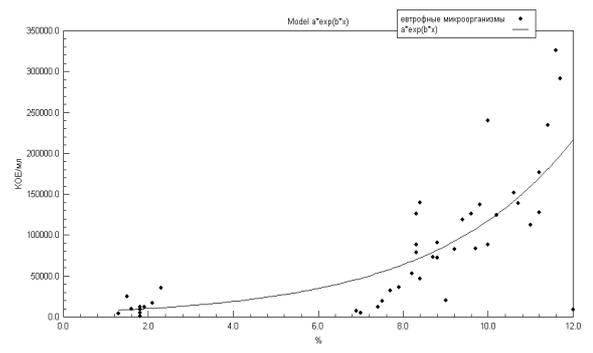


Рис. 4. График зависимости евтрофных микроорганизмов от температуры воды.

Данные графиков подтверждают наличие зависимости между такими параметрами как температура и численность гетеротрофных бактерий. Численность бактерий экспоненциально возрастает по мере увеличения температуры и описывается уравнением: $Y = a \cdot \exp(b \cdot x)$. В зависимости от коэффициентов a и b , кривая, отражающая данную зависимость имеет более высокое или низкое положение и больший или меньший угол наклона. Изменение численности бактерий в большей степени зависит от значения коэффициента b . Чем больше b , тем быстрее увеличивается численность бактерий. Для графика, отражающего зависимость численности олиготрофных микроорганизмов от температуры значения коэффициентов составляют: $a=8097,772$, $b=0,24684$. Для графика, отражающего зависимость численности евтрофных бактерий от температуры воды значения коэффициентов составляют: $a=5597,258$, $b=0,30483$. Скорее всего, коэффициенты обусловлены действием определенных гидрохимических факторов и уместны для конкретного района исследования.

По мнению многих ученых температура оказывает влияние на численность бактерий (Вербина, Ильинский, Громов и др). Изменение температуры обуславливает сезонную динамику численности бактерий. Также непосредственное влияние на обилие гетеротрофных бактерий способны оказывать абиотические факторы среды: концентрации биогенных элементов – азота и фосфора, температура, ультрафиолетовая радиация, гидростатическое давление, соленость, мутность воды, рН и другие. Распределение гетеротрофных микроорганизмов в водных экосистемах всегда является результатом взаимодействия биологических и абиотических факторов среды и, также как и эти факторы, оно подвержено постоянным изменениям. (Ильинский, 2000).

На олиготрофных бактерий температура оказывает определенное влияние: она входит в лучшее регрессионное уравнение с тремя независимыми переменными. (Ильинский, 2000).

В условиях северных морей с относительно низкими температурами воды существенную роль в превращении веществ играют психрофильные бактерии. Максимальная температура их развития равна 30 °С, оптимальная 8 – 12 °С, минимальная 0 – минус 7 °С и даже ниже, что зависит от точки замерзания среды (Вербина, 1980).

Скорость биodeградации загрязнений, в частности – углеводов также зависит от температуры – жидкое топливо разрушается на 80 % при температуре 25 °С; при 10 °С – только на 20 – 30 %, а при 5 °С никакого разрушения не наблюдалось (Ludzack, Kinkead, 1956). Однако, экспериментальные данные о способности микроорганизмов северных морей интенсивно разлагать нефтепродукты при температурах, близких к 0 – 2 °С (Гусев, Коронелли, Ильинский, 1980), свидетельствуют о существенной роли психрофильных бактерий в разложении нефтепродуктов при низких температурах (Дзюбан, 2001). Способность психрофилов осуществлять активный транспорт веществ в клетке при низких температурах и синтезировать белки определяется жирнокислотным составом липидов (Громов, 1989).

Можно предположить, что температура косвенно влияет на численность микроорганизмов, приостанавливая процессы биodeградации, делая легкоусвояемые питательные вещества менее доступными для микроорганизмов.

Высокие значения коэффициента корреляции свидетельствуют о тесном влиянии температурного фактора на численность микроорганизмов. Положительные значения коэффициента корреляции между температурой и численностью микроорганизмов выявляют прямую зависимость.

Значимые парные корреляции между температурой воды и численностью бактериопланктона в прибрежной зоне юго-восточной Балтики были получены также З.И.Штуковой (1996) по данным многолетних исследований этой акватории.

В качестве основных особенностей зависимости численности гетеротрофных бактерий от температуры воды Кольского залива можно выделить следующее:

- скоррелированность динамики численности олиготрофных и евтрофных бактерий с гидрофизическими параметрами (температурой воды);
- наличие математической зависимости между численностью гетеротрофных микроорганизмов и температурой воды, описываемой уравнением $Y=a*\exp(b*x)$.

Очевидно, что температура является для микроорганизмов регулятором их развития и жизнедеятельности в целом. Поэтому при мониторинге водных экосистем для получения достоверных данных о распределении бактерий в воде Кольского залива необходимо учитывать температуру района исследования.

Список литературы:

- 1) Вербина, Н. М. Гидромикробиология с основами общей микробиологии: Учеб. пособие / Н. М. Вербина. – М.: Пищ. пром-сть, 1980. – 288 с.
- 2) Гусев, М. В. Нефтяное загрязнение и микрофлора морских экосистем / М. В. Гусев, Т. В. Коронелли, В. В. Ильинский // Человек и биосфера. – М.: Изд. МГУ, 1980. – Вып. 5. – С. 36–52.
- 3) Громов, Б. В. Экология бактерий / Б. Г. Громов, Г. В. Павленко. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. – 248 с.
- 4) Дзюбан, А. Н. Микробиологические процессы деструкции, органического вещества в донных осадках Балтийского моря/А. Н. Дзюбан, И. А. Кузнецова, Н. В. Пименов // Океанология. –М., 2001. – № 2. – С. 217–223.
- 5) Ильинский, В. В. Бактериопланктон прибрежных и открытых вод бухты Ардли и сопредельных акваторий (остров Кинг-Джордж, Антарктида): состав и динамика численности в период с марта по октябрь: Тез.науч.конф. 21 декабря 1999 / Ильинский В. В. // Проблемы экологии и физиологии микроорганизмов. – М.:Изд-во МГУ, 2000. – С. 63.
- 6) Ильинский, В. В. Гетеротрофный бактериопланктон: экология и роль в процессах естественного очищения среды от нефтяных загрязнений: Авт. дис. ... докт. биол. наук. – Москва, 2000. – 53 с.
- 7) Кудло, Б. П. Многолетние изменения температуры воды у побережья Мурмана: Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна / Б. П. Кудло // Тр. ПИНРО. – М., 1970. – Часть 1. – Вып. 16. – С. 39–53.
- 8) Макаревич, Е.В. Бактериобентос литорали среднего и южного колен Кольского залива: Дис. ... канд. биол. наук. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2004. – 163 с.
- 9) Штукова, З. А. Бактериопланктон Куршского залива и прибрежной зоны юго-восточной части Балтийского моря: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. - Вильнюс, 1996.- 40 с.
- 10) Akagi Y., Taga N., Simidu U. Isolation and distribution of oligotrophic marine bacteria// Can. J. Microbiol. - 1977. - V. 23, N 8.- P. 981-987.
- 11) Jannasch, H.W. Die Isolierung geterotropher aquatischer Spirillen. In: Anreicherungskultur und Mutantenauslese: Zbl. Bacteriol., Abt. I, Suppl. 1. – 1965. P. 198–203.
- 12) Tyler P.A., Marshall K.C. Form and function in manganese oxidizing bacteria// Arch. Microbiol. - 1967. - V. 56. - P. 344-353.
- 13) Yanagita T., Ichikawa T., Tsuji Y., Kamata K., Ito K., Sasaki M. Two trophic groups of bacteria, oligotrophs and eutrophs: their distributions in fresh and sea water areas in the central northern Japan// J.Jen. Appl. Microbiol. - 1978.- V. 24. - P. 59-88.

ИММУНОФЕРМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ В ДИАГНОСТИКЕ ЛАРВАЛЬНЫХ ГЕЛЬМИНТОЗОВ

Мишинева З.Р. (Мурманск, Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области)

Abstract. Larval helminthoses which cause severe diseases of different systems and organs of the human organism threaten peoples' health to some extent. Migrating larvae remain in vital organs causing the complex of symptoms which is marked as the generic term «Larva migrans». In laboratory diagnostics of larval helminthoses the most effective and the most reliable serological method is the immunoferment analysis.

Ларвальные гельминтозы – большая группа зоонозных болезней, которые вызывают тяжелые поражения со стороны различных систем и органов и могут приводить к смертельным исходам.

Яйца и личинки некоторых животных, попадая в организм человека могут проходить ранние стадии развития, но не достигают половозрелого состояния. Личинки способны совершать миграцию и длительно сохраняются в жизненно важных органах, вызывая комплекс симптомов, который обозначается обобщенным термином «Larva migrans».

К ларвальным гельминтозам относятся токсокароз, эхинококкоз, трихинеллез.

Токсокароз – вызывается мигрирующими личинками аскаридат собак *Toxocara canis*. Заражение человека происходит при проглатывании инвазионных яиц. Факторами передачи могут быть почва, шерсть животных, загрязненные продукты питания и вода. При заражении в кишечнике человека вышедшие из яиц личинки мигрируют в различные органы и могут сохранять свою жизнеспособность месяцы и годы, находясь в «дремлющем» состоянии, но могут активизироваться и продолжать миграцию (Лысенко, 2002 г.).

Эхинококкоз – хроническое заболевание, при котором в печени, реже в легких и других органах образуются кистозные образования, содержащие личинки паразитов. Возбудителями являются ленточные черви рода *Echinococcus* в стадии личинки. Заражение человека происходит при контакте с инвазионными животными, при сборе ягод и трав, при выделке шкур, при использовании зараженной яйцами гельминтов воды. Эхинококкоз может протекать одами и выявляться случайно при инструментальных методах исследований (Лысенко, 2002 г.).

Трихинеллез – группа инвазий, вызываемых гельминтами рода *Trichinella*. Трихинеллы – мелкие живородящие нематоды, которые адаптированы к широкому кругу хозяев – установлено их паразитирование у 70 видов млекопитающих. Заражение человека происходит при поедании мяса, содержащего инкапсулированные личинки трихинелл. Острое заболевание сопровождается лихорадкой, развитием отеков, эозинофилией крови. При тяжелом течении возможно поражение миокарда, ЦНС (Лысенко, 2002 г.).

Диагностика ларвальных гельминтозов представляет определенные сложности. На начальных стадиях диагностика затруднена из-за стертости и не специфичности клинических проявлений, паразитологический диагноз поставить практически невозможно, так как обнаружить мигрирующие личинки трудно. Поэтому единственно достоверными методами исследований в диагностике ларвальных гельминтозов являются серологические методы, основанные на определении специфических антител к антигенам гельминтов, вырабатываемых иммунной системой инфицированного. Из

серологических методов наибольшей эффективностью обладает иммуноферментный анализ. Чувствительность метода по данным различных источников составляет 90-100%.

Реакция иммуноферментного анализа (ИФА) основана на взаимодействии антигена и антитела с предварительной фиксацией одного из компонентов реакции на твердофазном носителе (в лунках полистироловых планшетов) и выявления образовавшегося комплекса антиген-антитело по изменению интенсивности оптической плотности. Учет реакции производится с использованием анализатора иммуноферментных реакций «Униплан», принцип работы которого основан на измерении оптической плотности методом вертикальной фотометрии. Для постановки реакции используются диагностические тест-системы производства ЗАО «Вектор-Бест» (г. Новосибирск), которое на сегодняшний день является одним из монополистов в производстве диагностических средств и предлагает широкий спектр диагностических тест-систем для выявления антител к антигенам гельминтов и простейших.

За период 2006-2007 гг. в баклаборатории ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области» исследовано 209 сывороток крови, в том числе на эхинококкоз – 96, на трихинеллезы – 70, на токсокароз – 43.

Основную группу обследованных на эхинококкозы составили работники совхоза «Гундра» из села Ловозеро, которые относятся к группам риска по эхинококкозам – это 90 человек. Антитела к антигенам эхинококков у работников совхоза не обнаружены, что позволяет сделать вывод, что эпидситуация по эхинококкозу в районе благополучная. У остальных показанием к серологическому обследованию явилось наличие объемного образования или кист в печени. Специфические антитела к эхинококкам обнаружены с концентрацией 1/100 и выше. Низкие титры 1/100 и 1/200 – выявляются или в ранний период болезни или при далеко зашедшем процессе. У больного, реконвалесцента эхинококкоза, выявлены антитела в титре 1/800. Такой титр указывает на активный процесс в брюшной полости.

На токсокароз обследовано 43 человека, большую часть обследованных составили дети до 14 лет. Специфические антитела к токсокарам выявлены в 13 случаях. У 7 человек титр антител к антигенам токсокар составил 1/400 и ниже, что свидетельствует о контакте человека с возбудителем без развития патологического процесса. У 6 пациентов титр 1/800 и выше. Такой титр при имеющейся симптоматике подтверждает клинический диагноз. Лица с низким положительным результатом ИФА (титр 1/200 – 1/400) ставят на диспансерный учет и каждые три месяца проводят серологическое исследование. При появлении клинической картины заболевания и повышенных титрах антител проводят необходимые лечебные мероприятия (МУ 3.2.1173-02). В городе основным источником токсокароза являются собаки, содержащиеся в квартире и бродячие собаки, которые ежедневно с фекалиями выделяют сотни особей токсокар. Таким образом, почва интенсивно загрязняется миллионами яиц. В 2006 году были обнаружены яйца токсокар в песке детского сада № 81 г. Мурманска. В последние годы число серологических обследований на токсокароз увеличивается. Это связано с тем, что врачи – клиницисты достаточно хорошо знают эпидемиологию и клинику токсокароза.

В 2006 году зарегистрировано два случая трихинеллеза в одном очаге. Причиной заболевания послужило употребление в пищу мяса свиньи в полусыром виде. Диагноз трихинеллез был поставлен клинически на 2-4 день обращения. На 14 день после заражения антитела к антигенам трихинелл были выявлены в титре 1/200. А к концу 4 недели заболевания титр антител достиг концентрации 1/1600. Остальные контактные лица, употреблявшие это мясо в термически обработанном виде, получили превентивное лечение препаратом Вермокс и были серологически обследованы. У двух

человек титр антител составил 1/100. Диагностический титр – 1/200. Через 10 дней исследование крови у контактных повторили – нарастание титра антител не наблюдалось. У переболевших трихинеллезом людей специфические антитела могут сохраняться до двух и более лет.

Проведенные серологические исследования подтверждают широкое применение иммуноферментного анализа в современной лабораторной диагностике ларвальных гельминтозов.

Список литературы:

- 1) Клиническая паразитология. Под редакцией Лысенко А.Я. – Женева, ВОЗ, 2002, 752 с.
- 2) Методические указания 3.2.1173-02 Серологические методы лабораторной диагностики паразитарных болезней.

МИКРООРГАНИЗМЫ БИОИНДИКАТОРЫ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Мишенева Т.К., Перетрухина А.Т. (Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии)

Abstract. The article covers the factors which influence the self-purification process of the arctical seas, particularly the waters of the Kolsky Bay, from oil hydrocarbons. The dependence of the activity of the microorganisms which are able to oxidize oil hydrocarbons on the environment temperature is determined. The types of the microorganisms having an ability to oxidize oil hydrocarbons and the peculiarities of their structure are considered.

Загрязнение арктических морей является серьезной экологической проблемой, так как из-за низкой температуры воздуха процесс самоочищения в них затруднен. Существует несколько путей поступления загрязняющих веществ в морскую среду: выпадение из атмосферы на водную поверхность, с речным стоком, с коммунально-бытовыми и промышленными стоками от прибрежных источников.

Важную роль играет нефтяное загрязнение, источниками которого являются морские суда и стационарные сооружения в море.

Основными источниками загрязнения вод Кольского залива нефтяными углеводородами являются речные стоки, сточные воды предприятий и городов, а также суда морского и Северного флотов. Кроме того, освоение Штокмановского месторождения нефти и газа может усилить загрязнение этого региона.

Отдельное значение имеет терминал по перевалке нефтепродуктов на восточном берегу Кольского залива. На терминале используется привычная транспортная схема: нефтепродукты поступают по железной дороге, перегружаются в резервуарный парк и по трубопроводу поступают на танкер-накопитель, откуда отгружаются на танкеры-отвозчики. При такой схеме возрастает число аварийных разливов нефтепродуктов.

Нефтяные углеводороды присутствуют в Кольском заливе в растворенном виде и в виде пленки на поверхности воды, а так же в донных отложениях. Средняя концентрация нефтепродуктов в поверхностном слое воды в южном колене Кольского залива выше 3 ПДК, в среднем и северном – выше ПДК. Максимальная концентрация нефтяных углеводородов - 19 ПДК в заливе в районе водпоста, что существенно превышает их содержание в воде в целом по заливу (Доклад по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2007 году).

В донных отложениях содержание нефтепродуктов изменяется от 0,98 до 2,67 мг/г абс. сух. грунта в южной части залива. По данным наблюдений, сохраняется тенденция увеличения концентрации нефтяных углеводородов в воде и в грунте от северного к южному колону Кольского залива (Доклад по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2007 году).

Процесс самоочищения арктических морей зависит от многих физических параметров окружающей среды, к таким параметрам в первую очередь относится температура.

Микроорганизмы способны к окислению углеводородов в широком диапазоне температур от $-1,1^{\circ}\text{C}$ до $+70^{\circ}\text{C}$, причем были выделены психрофильные, мезофильные и термофильные культуры этих микроорганизмов. Влияние температуры на форму нахождения нефти в воде очень велико, не менее существенно и ее непосредственное воздействие на микробную активность в отношении углеводородов. Как правило при

температурах 20-25°C скорость их биодegradации в несколько раз выше, чем при 5°C (Кураков, Ильинский, Котелевцев, Садчиков, 2006 г.).

При наличии существенных сезонных изменений температур в водных экосистемах наблюдаются связанные с этим изменения состава микробного сообщества. Эти изменения сказываются на скорости метаболизма.

Основной физико-химический эффект низких температур заключается в уменьшении испарения и увеличении содержания в воде летучих нефтяных углеводородов. Последние могут быть токсичны для микроорганизмов и ингибировать разрушение нефти при пониженных температурах воды. Наибольшее их количество содержится в легких нефтях, а наименьшее - в средних и тяжелых. Таким образом, низкие температуры оказывают влияние не только на скорость биодegradации нефти, но и на потребление некоторых ее фракций.

Способность углеводородокисляющих микроорганизмов к активному метаболизму в условиях низких температур может быть связана со строением липидов клеточных стенок. Обнаружено, что в составе миколовых кислот всех родококков сапрофитных микобактерий имеется значительная доля ненасыщенных соединений с одной и двумя двойными связями. Это обеспечивает жидкость липидной фазы клеточной стенки этих микроорганизмов, широко распространенных в арктических водах и льдах, и делает возможным пассивное поглощение гидрофобных субстратов при низкой температуре.

В полярных широтах микроорганизмы могут быть достаточно хорошо адаптированы к функционированию в условиях низких температур. Доказано, что скорость биодegradации нефти в пробах песка с антарктического побережья, загрязненного при аварийном разливе, была выше при 3°C, чем при 22°C, однако даже в оптимальном варианте разрушение нефтяных углеводородов протекало очень медленно.

В ряде случаев температура может не быть главным фактором, влияющим на скорость биодegradации, за исключением случаев, когда она непосредственно влияет на физическое состояние нефти или доступность воды в жидком состоянии, необходимом для развития микроорганизмов. Учитывая то, что в настоящее время добыча нефти уже осуществляется в высоких широтах, например на шельфе Баренцева моря, детальное изучение процессов микробного окисления нефтяных углеводородов в районах ведущейся и предстоящей добычи нефти приобретает важное значение.

Так же на скорость биодegradации нефтяных углеводородов влияет и численность микроорганизмов, способных к окислению углеводородов. В свою очередь численность углеводородокисляющих бактерий в различных акваториях определяется такими факторами среды, как климат (температура), наличие биогенных элементов, доступных источников углерода и другие факторы. Преимущество над остальными группами бактерий углеводородокисляющие получают при существенном загрязнении среды углеводородами. Нефтяное загрязнение вносит дополнительный источник углерода в экосистему, и численность углеводородокисляющих бактерий возрастает до тех пор, пока другие факторы не становятся лимитирующими. По этой причине численность углеводородокисляющих бактерий всегда выше в хронически загрязненных нефтяными углеводородами водах, чем в свободных от загрязнения районах. При аварийных разливах нефти в большинстве акваторий исходная численность этих микроорганизмов является фактором, лимитирующим скорость биодegradации углеводородов. Однако при наличии благоприятных условий через короткий промежуток времени их количество в воде возрастает настолько, что может устранить это ограничение. В то же время при отсутствии таких условий численность углеводородокисляющих бактерий в воде может оставаться низкой, даже несмотря на

присутствие в воде большого количества углеводов (Кураков, Ильинский, Котелевцев, Садчиков, 2006 г.).

Динамика численности углеводородокисляющих бактерий, так же как и гетеротрофных бактерий в целом, подвержена широтно-географической, а в умеренных и полярных широтах – сезонной изменчивости. Возможны и существенные ее колебания даже в течение одного и того же месяца под влиянием локальных изменений условий среды.

Численность углеводородокисляющих бактерий в арктических и субарктических водах, как правило, ниже, чем в акваториях умеренных широт, однако она может заметно возрасти при попадании нефти в морскую среду. При этом реакция микроорганизмов на нефтяное загрязнение существенно зависит от сезона, в субарктических водах она максимальна в летний период, и минимальна – в зимний. В арктических водах зимой поверхность воды покрыта льдом, если нефть попадает на его верхнюю или нижнюю поверхность, численность углеводородокисляющих бактерий возрастает крайне мало. Заметное, на два порядка, увеличение количества углеводородокисляющих бактерий в присутствии нефти в арктических водах отмечается только в летний период.

Состав водных углеводородокисляющих микроорганизмов весьма разнообразен. Насчитывается около 22-х родов бактерий и 14-ти родов грибов и дрожжей. Однако большинство из них в природе встречаются достаточно редко, а число широко распространенных относительно невелико. К углеводородокисляющим микроорганизмам относятся: сапрофитные микобактерии и родственные формы, имеющие в клеточных стенках миколовые кислоты (роды *Rhodococcus*, *Corynebacterium*, *Nocardia*), морфологически сходные трудно классифицируемые бактерии (роды *Arthrobacter*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*); виды рода *Pseudomonas*; дрожжи родов *Candida*, *Rhodotorula*, *Trichosporon*, мицелиальные грибы родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium* (Кураков, Ильинский, Котелевцев, Садчиков, 2006г.).

Наиболее часто из проб воды выделяют бактерии, которым и принадлежит ведущая роль в разрушении углеводов в морских акваториях. Углеводородокисляющие грибы и дрожжи наиболее многочисленны, как правило, в прибрежных районах и, особенно, в донных отложениях. Грибы более способны к окислению углеводов, чем дрожжи, а, следовательно, могут конкурировать с бактериями в процессах окисления углеводов при отклонении условий среды от нормальных (низкие величины pH, недостаток питательных веществ, изменение температур и т.д.).

Учитывая доминирование бактерий в процессах микробиологического окисления углеводов в водных экосистемах, для получения возможности их направленной регуляции необходимо иметь представление о путях транспорта углеводов в клетку:

1. Пассивный перенос (простая или облегченная диффузия), не требующий энергетических затрат. Скорость этого процесса зависит от концентрации субстрата в среде.
2. Активный перенос, когда поступление вещества в клетку не зависит от градиента его концентрации в среде. Этот процесс требует энергетических затрат и осуществляется с помощью специфических белков переносчиков.

У сапрофитных микобактерий поглощение углеводов происходит путем пассивной диффузии. Для того чтобы началось окисление углеводов в микробной клетке, ее оболочка должна вначале пассивно пропитаться ими вплоть до участков мембраны, где находятся углеводородокисляющие ферменты.

Для поглощения гидрофобного субстрата клеточная стенка должна обладать липофильностью. Она обеспечивается большим количеством липидов, содержащихся в клетках микобактерий, при этом 30% этих липидов локализовано в клеточной стенке. Количество липидов в клетке увеличивается при росте микроорганизмов на среде с углеводородами. Неизменной частью липидов всех сапрофитных микобактерий являются миколовые кислоты, являющиеся структурными компонентами клеточной стенки. Подавление синтеза этих кислот у микобактерий приводит к потере ими способности к окислению углеводородов.

Артробактерии и дрожжи, способные к окислению углеводородов, не образуют миколовых кислот. Предполагается, что в их клетки углеводороды поступают не через всю клеточную стенку, а через отдельные ее участки. Этому способствует образование клетками внеклеточных эмульгаторов, в результате чего образуется микроэмульсия углеводородов и происходит псевдорастворение последних.

Третьей группой бактерий, широко распространенных в морских водах, являются псевдомонады. Эти микроорганизмы не имеют толстой гидрофобной клеточной стенки, подобно микобактериям. Клетки псевдомонад окружены внешней мембранной, богатой фосфолипидами, однако ее липофильность вдвое меньше, чем у клеток микобактерий. Расположенная под ней клеточная стенка бедна липидами. Поэтому процесс поглощения углеводородов, присущий микобактериям, здесь не пригоден. В связи с этим, снижение гидрофобности и солюбилизация этих субстратов осуществляется псевдомонадами во внешней среде, что достигается за счет образования внеклеточного эмульгатора, по составу представляющего собой пептидогликолипид (Кураков, Ильинский, Котелевцев, Садчиков, 2006 г.).

Несмотря на многочисленность и разнообразие микроорганизмов способных к окислению нефтяных углеводородов, не существует какого-либо одного микроорганизма, способного разрушить все компоненты определенного вида сырой нефти. Бактериальное воздействие характеризуется высокой селективностью и полное разложение всех компонентов нефти требует участия многочисленных бактерий, грибов и дрожжей различных видов. При этом образуется ряд промежуточных продуктов, для разрушения которых требуются свои микроорганизмы. Парафиновые углеводороды наиболее легко подвергаются биodeградации. Следовательно, более стойкие циклопарафиновые и ароматические углеводороды исчезают из океанской среды с гораздо меньшей скоростью.

Процесс биodeградации длится в течение многих недель или месяцев, затем остаточные продукты разложения накапливаются и образуют частицы битума диаметром 0.1-10 см, дрейфующие по океану. Их поверхность покрыта аэробными бактериями.

Проведенные нами исследования динамики общего количества микроорганизмов в воде Кольского залива позволили выявить несколько зон сапробности: полисапробную, мезосапробную и олигосапробную. Анализ на присутствие в воде бактерий группы кишечной палочки и энтерококков, вычисление их индексов дает возможность определить фекальное загрязнение водоемов.

В воде Кольского залива преобладают аэробные грамотрицательные микроорганизмы родов *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*; грамотрицательные факультативно-анаэробные микроорганизмы родов *Aeromonas*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Proteus*; грамположительные неспоровые микроорганизмы рода *Enterococcus*; нокардиоформные актиномицеты рода *Rhodococcus*; споровые бактерии родов *Bacillus*, *Clostridium* и прочие микроорганизмы. Наши данные подтверждают исследования вышеуказанных авторов о нахождении в воде Кольского залива углеводородоокисляющих бактерий.

Таким образом, процесс микробиологического окисления нефтяных углеводов в Кольском заливе весьма сложен в виду климатических особенностей, и зависит в первую очередь от температурного режима. Так же является весьма важным численный состав и разнообразие представителей микроорганизмов, обладающих углеводородокисляющей активностью.

Список литературы:

- 1) Кураков А.В., Ильинский В.В., Котелевцев С.В., Садчиков А.П. Биоиндикация и реабилитация экосистем при нефтяных загрязнениях. – М.: Изд-во «Графикон», 2006, 336 с.
- 2) Доклад по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2007 году. Министерство природных ресурсов и экологии мурманской области. – Мурманск, 2008, 148 с.
- 3) Перетрухина А.Т. Микробиологический мониторинг водных экосистем Кольского Заполярья. - Дисс. на соискание ученой степени доктора биологических наук, Мурманск, 2002, 245 с.
- 4) Ильинский В.В. Гетеротрофный бактериопланктон: экология и роль в процессах естественного очищения среды от нефтяных загрязнений. - Дисс. на соискание ученой степени доктора биологических наук, М., МГУ, 2000, 519 с.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД, РЕАЛИЗУЕМЫХ В ТОРГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Молчановская Т.И.¹, Журавлева О.С.² (Мурманск, ¹ ФГУ Мурманский ЦСМ;
² МГТУ, кафедра микробиологии)

«Если дело идет о том, чтобы найти истинную причину широкого распространения болезней и некоторых зараз, опустошающих целые населения, то, конечно, качество воды, употребляемой для питья, ... гораздо чаще должно быть обвиняемо, чем ветер и непогода», - утверждал врач И.А. Блументаль.

И сегодня питьевая вода, являясь необходимым условием жизнеобеспечения, во многом определяет состояние здоровья населения. Вода – это основа основ организма и взрослых, и детей. Около 70 % массы тела взрослого человека и около 80-85 % массы тела ребенка по существу является обыкновенной водой. По результатам исследований ученых, всем людям рекомендуется выпивать 1,5-2 литра полноценной воды в сутки. Кипяченая вода, молоко, соки и другие напитки не могут заменить эту потребность организма.

Исследуя феномен долгожительства, ученые установили, что практически все люди прожившую долгую жизнь, большую ее часть провели в одной местности и пользовались водой из одного источника, то есть водой постоянного минерально-солевого состава. Такую задачу, невозможно осуществить, используя одну водопроводную воду, поскольку ее солевой состав меняется постоянно. Этого можно добиться, используя бутилированную воду одной марки с одним минеральным составом, одного происхождения и назначения.

Роль бутилированной воды в целях сохранения высокого потенциала здоровья населения существенно возрастает.

На протяжении последних нескольких лет российский рынок минеральной и питьевой воды демонстрирует высокие и устойчивые темпы роста. Успех категории минеральной и питьевой воды связан с наблюдаемой в последнее время тенденцией смещения потребительских предпочтений в сторону напитков более полезных для здоровья, чем привычная газировка, а именно – минеральной воды и соков. Ежегодные темпы прироста продаж стабилизировались на уровне 10-12% в год. В то же время среднестатистическое потребление воды в России, по европейским меркам, остается невысоким – в 2000 году на среднестатистического россиянина пришлось 7,5л бутилированной воды, в 2007 году вдвое больше.

На российском рынке выделяются два явных лидера: компания Coca-Cola с водой «Бон Аква» и PepsiCo с водой «Аква Минерале», чьи доли составляют примерно 17% и 13% соответственно. Прочие владельцы общероссийских марок занимают в среднем от 3% до 7% рынка и активно стремятся к расширению своего присутствия. В настоящее время продолжают завоевывать рынок бутилированных вод новые игроки, а старые вводят новые марки, соревнуясь за лояльность и внимание покупателей. Растет доля продаж импортной продукции.

В Российской Федерации бутилированная вода подразделяется на три категории: минеральную, искусственную и питьевую. В соответствии с СанПиН 2.1.4.116-02 по происхождению фасованная вода делится на: воду из подземных источников (артезианскую, родниковую/ключевую и грунтовую) и воду из поверхностных источников (речную, озерную и ледниковую). Минеральные воды классифицируются на 3 группы.

- 1) столовая – низкоминерализованная питьевая вода с содержанием солей до 1 г/л;
- 2) лечебно-столовая – минеральная среднеминерализованная с содержанием солей от 1 до 10 г/л;
- 3) Лечебная – минеральная высокоминерализованная с содержанием солей более 10 г/л.

По степени газирования воды делятся на сильногазированные, среднегазированные и негазированные.

В производстве бутилированной воды используют различные ее виды, добытые из разных источников. Природная вода за редкими исключениями недостаточно чиста и без соответствующей обработки не может быть применена. В настоящее время существует много различных способов водообработки в зависимости от ее исходного качества. Особое внимание следует уделять микробиологическому и химическому составу воды по неорганическим и органическим соединениям, важным для состояния здоровья человека.

В настоящее время существует несколько способов водообработки для бутилированных вод: фильтрование, использование мембранных технологий, адсорбция, биологические процессы, обеззараживание. Но для натуральных минеральных вод разрешается лишь обработка, не изменяющая ее состав относительно тех компонентов, которые определяют ее свойства, и запрещена бактерицидная обработка.

Упаковка бутилированных вод осуществляется главным образом в подготовленную тару из стекла и полиэтилентерефталата.

В лаборатории Мурманского ЦСМ были проведены микробиологические исследования 30 минеральных вод, реализуемых в торговых предприятиях Мурманской области.

Исследования проводили по следующим показателям: общее количество мезофильных аэробных и факультативно – анаэробных микроорганизмов в 1 см. куб., отсутствие общих и фекальных колиформных бактерий в 100 см. куб. и *Pseudomonas aeruginosa* в 1000 см. куб.

Результаты исследования представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, во всех исследованных образцах минеральной воды не обнаружены колиформные бактерии и *Pseudomonas aeruginosa*. Это позволяет предположить достаточно высокий уровень санитарного состояния на предприятиях, вырабатывающих минеральные воды, так как исходная вода не содержит патогенной микрофлоры, и она может попадать в готовый продукт только в ходе технологического процесса при низком санитарном уровне производства.

В 4-х образцах, что составляет 13,3% от общего количества исследованных проб, количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов превышает допустимые значения и не соответствуют требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01. Это минеральные воды: «Архыз», «Ессентуки №2 Новая», «Родники России» и «Кубай», в которых количество микроорганизмов превышено в 12; 1,3; 25 и 19 раз соответственно. Повышенное число микроорганизмов в бутилированной воде указывает на наличие в воде легко усвояемых органических веществ. Посторонние биологические структуры, в том числе и микроорганизмы, попадают в воду из источника минеральной воды, и наличие их в готовом продукте может быть следствием низкой эффективности технологической схемы очистки воды.

Широко применяемый в водоочистке физический процесс фильтрования при отклонениях в работе системы также может служить источником микробного загрязнения. На микробиологическое качество воды на выходе из фильтра влияют следующие факторы:

Таблица 1. Микробиологическая характеристика минеральных вод.

№	Наименование	Упаковка	Бактериологические показатели		
			МАФАнМ, КОЕ / см ³	Общие колиформы в 100 см ³	фекальные колиформы в 100 см ³
1	Нарзан	стекло	менее 1	не обнаружено	не обнаружено
2	Ессентуки №4	стекло	менее 1	не обнаружено	не обнаружено
3	Пол-ста Хрустальная	ПЭТ	менее 1	не обнаружено	не обнаружено
4	БЖМИ Классик	стекло	менее 1	не обнаружено	не обнаружено
5	Архыз	ПЭТ	1,2*10 ³	не обнаружено	не обнаружено
6	Пилигрим	ПЭТ	менее 1	не обнаружено	не обнаружено
7	Смирновская, лечебно-столовая	ПЭТ	менее 1	не обнаружено	не обнаружено
8	Курьяевская, лечебно-столовая	ПЭТ	менее 1	не обнаружено	не обнаружено
9	Семь Ручьев столовая	ПЭТ	4	не обнаружено	не обнаружено
10	Эдельвейс	ПЭТ	2	не обнаружено	не обнаружено
11	Ессентуки №2 Новая	ПЭТ	129	не обнаружено	не обнаружено
12	Девятый вал	ПЭТ	7	не обнаружено	не обнаружено
13	Усполюнь	ПЭТ	менее 1	не обнаружено	не обнаружено
14	Меркурий-2	ПЭТ	менее 1	не обнаружено	не обнаружено
15	Арктика	ПЭТ	менее 1	не обнаружено	не обнаружено
16	Арктика	ПЭТ	менее 1	не обнаружено	не обнаружено
17	Сираб	стекло	менее 1	не обнаружено	не обнаружено
18	Славяновская	ПЭТ	менее 1	не обнаружено	не обнаружено
19	Господин Великий Новгород	ПЭТ	менее 1	не обнаружено	не обнаружено
20	Серебряный родник целебная	ПЭТ	5	не обнаружено	не обнаружено
21	Кнежица	ПЭТ	70	не обнаружено	не обнаружено
22	Элитная - 1	ПЭТ	7	не обнаружено	не обнаружено
23	36*6	ПЭТ	менее 1	не обнаружено	не обнаружено
24	Нагутская - 26	ПЭТ	менее 1	не обнаружено	не обнаружено
25	Новотерская целебная	ПЭТ	менее 1	не обнаружено	не обнаружено
28	Родники России	ПЭТ	2,5*10 ³	не обнаружено	не обнаружено
29	Кубай	ПЭТ	1,9*10 ³	не обнаружено	не обнаружено
30	Новоессентукская целебная	ПЭТ	менее 1	не обнаружено	не обнаружено

- 1) Если фильтр в процессе микрофльтрации работал прерывно и был непостоянно заполнен водой, то на поверхности мембраны мог произойти рост биомассы.
- 2) Недостаточно эффективная дезинфекция фильтров и несвоевременная их замена – причины попадания микроорганизмов в обрабатываемую воду.
- 3) Неправильный выбор размеров пор фильтров, которые позволяют пройти микроорганизмам.

Образцы минеральных вод «Архыз», «Ессентуки №2 Новая», «Родники Росси» и «Кубай» относятся к типу натуральных минеральных вод, для которых запрещена дезинфекционная обработка и добавление бактериостатиков. Поэтому ухудшение микробиологического качества вод могло произойти не только в ходе технологического процесса, но и в результате изменений в водоносном слое или в скважине, влияющих на микробиологические параметры. Загрязнение водоисточника можно объяснить наличием связи поверхности земли с открытой зоной скважины вследствие загрязнения почвы вблизи скважины или через саму скважину в случае, если была нарушена целостность обсадной колонны или было подтоплено дно скважины.

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что не вся бутилированная минеральная вода, реализуемая в торговых предприятиях Мурманской области, соответствует требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01, и пригодна для употребления населением. Поэтому необходим более тщательный контроль эффективности технологической схемы очистки воды и санитарного состояния предприятий, производящих бутилированную воду.

Список литературы:

- 1) Берлин, Э. М. Состояние российского рынка бутилированных вод и безалкогольных напитков / Э. М. Берлин // Экологический вестник России. – 2008. - № 6. – С. 37-39.
- 2) Бутилированная вода : типы, состав, нормативы : пер. Е. Боровиковой, Т. Зверевич / под ред. Д. Сениор, Н. Деге. – СПб. : Профессия, 2006. – 424 с.
- 3) ГОСТ 13273 – 88. Воды минеральные питьевые лечебные и лечебно – столовые. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 28 с.
- 4) МУ 2.1.4.1184 – 03. Методические указания по внедрению и применению санитарно – эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2. 1. 4. 116 – 02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества». – М. : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 63 с.
- 5) МУК 4. 2. 1018-01. Санитарно – микробиологический анализ питьевой воды. – М. : Государственное санитарно – эпидемиологическое нормирование Российской Федерации, 2001. – 44 с.
- 6) СанПиН 2. 3. 2.1078 - 01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – М. : Минздрав России, 2002. – 168 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОЧВ ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАПОЛЯРЬЯ

Молчановская Т.И.¹, Швейкина К.С.² (Мурманск, ¹ ФГУ Мурманский ЦСМ;
² МГТУ, кафедра микробиологии)

Abstract. Using of biological preparations for cleaning soil from oil pollutions is the most promising and ecologically friendly method. But efficiency of this method depends on activity of hydrocarbon oxidizing microorganisms in biological preparations in the conditions of environment where disaster happened. In this work was investigated efficiency of using biological preparations in trans-polar conditions for various kinds of substrata and oil products and was given recommendations for use.

Газовая, нефтяная и нефтехимическая промышленность по масштабам и степени воздействия на природную среду относятся к числу отраслей, обладающих исключительно высокой экологической опасностью. Нефтедобыча и транспортировка нефтепродуктов приводит к тому, что в природную среду попадают вредные углеводородные загрязнители. Наиболее перспективным и экологически чистым способом утилизации этих веществ является применение биологических технологий, основанных на использовании микробных биопрепаратов. Сущность данных технологий состоит в том, что в загрязненный объект вносятся биопрепараты, изготовленные на основе активной биомассы углеводородокисляющих микроорганизмов, для которых нефть и нефтепродукты могут являться единственным источником углеводородного питания. В процессе роста и размножения углеводородокисляющих микроорганизмов происходит разложение углеводородов и содержание их в субстрате снижается вплоть до полного исчезновения. Микробиологическое разложение углеводородов длительный процесс и зависит от активности нефтеокисляющих бактерий и концентрации нефтепродуктов в субстрате.

Микроорганизмы, разлагающие нефть, являются естественными представителями почвенной микрофлоры и относятся к бактериям родов *Micrococcus*, *Brevibacterium*, *Rhodococcus*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Nocardia*, *Corynebacterium*, *Arthrobacter*, грибам родов *Actinomucor*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Streptomyces*, дрожжей *pp. Candida*, *Torulopsis*, *Rhodotorulla*, *Cryptococcus*, *Trichosporon* (Ягафарова, 2001). Из перечисленных микроорганизмов бактерии родов *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Rhodococcus* и грибы рода *Penicillium* являются характерными обитателями северных почв (Евдокимова, 2001).

С помощью различных агротехнических приемов можно ускорить процесс очищения загрязненных почв путем создания оптимальных условий для проявления повышенной катаболической активности углеводородокисляющих микроорганизмов. К этим приемам относятся поддержание оптимальных значений pH, влажности и температуры субстрата, а также дополнительная аэрация загрязненной почвы и внесение биогенных элементов. Оптимальной температурой для разложения нефти и нефтепродуктов в почве является 20-37°C, а значения pH, близкие к нейтральным, являются оптимальными для роста на углеводородах большинства бактериальных микроорганизмов (Исмаилов, 1988).

В настоящее время разработаны многочисленные препараты на основе углеводородокисляющих микроорганизмов, которые нашли успешное применение во

многих климатических зонах России. В основном их применяют в местах наиболее активной добычи и транспортировки нефти - Западной и Восточной Сибири, северо-восточной европейской части России, на Дальнем Востоке. Преимуществами применения биопрепаратов являются эффективность, экономичность, экологическая безопасность, а также отсутствие вторичных загрязнений.

Так как загрязнение почвы нефтью и нефтепродуктами может происходить при их транспортировке, на АЗС и нефтебазах, а также при аварийных разливах, то возникает необходимость в проведении рекультивации земель и их очистки от нефтяных загрязнений. Для осуществления этих мероприятий необходимо выбрать биопрепараты, которые будут наиболее эффективны для местных условий.

В эксперименте использовали три вида бактериальных препаратов:

1. Биопрепарат "Деворойл", изготовитель ООО "Микробные технологии" и ООО "Сити Строй";

2. Биопрепарат "Родер", изготовитель МГУ им. М.В. Ломоносова, химический факультет;

3. Биопрепарат "Микрозим" (tm) "ПЕТРО ТРИТ", изготовитель "РСЭ-трейдинг". Для эксперимента были выбраны два субстрата – песок и грунт (смесь песка и торфа) как наиболее характерные представители почв Кольского полуострова. Их объем в каждой ячейке составил $0,4 \text{ м}^3$.

В качестве углеводородного питания для нефтеокисляющих микроорганизмов использовали: дизельное топливо и мазут. Количество нефтепродуктов на ячейку рассчитывали согласно инструкциям по применению биопрепаратов.

В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру в количестве $31,76 \text{ г/м}^3$ и азофоску в количестве $7,5 \text{ г/м}^3$.

Для изучения эффективности действия выбранных для эксперимента препаратов в отношении различных нефтепродуктов на разных субстратах был заложен биополигон, который разбит на ячейки. Площадь каждой ячейки 1 м^2 .

Внесение биопрепаратов осуществляли согласно расчетным нормам. "Микрозим" и "Деворойл" в количестве 72 г растворяли в 1 литре водопроводной воды и вносили поверхностно из лейки, затем тщательно перемешивали. "Родер" также вносили в растворенном виде (10 г препарата на 1 литр водопроводной воды).

Через 2 месяца были внесены повторно в том же количестве препараты "Родер" и "Микрозим" (согласно инструкции по применению).

Отбор проб для химического и микробиологического анализа осуществляли по ГОСТ 17.4.4.02-84 и ГОСТ 17.4.3.01-83. Из пяти различных точек каждой ячейки в стерильные полиэтиленовые пакеты отбирали образцы почвы, тщательно перемешивали, среднюю пробу готовили, объединяя образцы из трех одинаковых ячеек.

Численность углеводородокисляющих бактерий определяли на минеральной среде следующего состава: г/л дист. воды: $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ - 1, NH_4Cl - 2, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 05, NaCl - 05, CaCO_3 - 1, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - следы, дизельное топливо (летнее) - 1 об. %. Навески солей растворяли в воде отдельно и смешивали перед стерилизацией в асептических условиях, затем доводили pH среды до заданных значений (pH 7,0-7,2). Посевы делали методом предельных разведений. Культивирование микроорганизмов осуществляли при 20°C в течение 1 месяца. Наличие роста наблюдали по помутнению среды или образованию пленки на границе дизельное топливо-среда. Количество бактерий определяли методом НВЧ по таблице МакКреди. Изучение культуральных свойств углеводородокисляющих микроорганизмов проводили после посева на агаризированную минеральную среду того же состава с 1,7 % содержанием агара (Нетрусов, 2005).

Значения рН определяли на универсальном иономере со стеклянным и хлорсеребряным электродами. Значения влажности определяли высушиванием почвы до постоянной массы (Аринушкина, 1970).

Значения рН субстратов оставались близкими к нейтральному в течение всего эксперимента. Это позволяет предположить, что рН субстрата не могло оказать негативного действия на развитие углеводородокисляющих микроорганизмов.

Влажность субстратов в течение эксперимента незначительно снижалась, но оставалась достаточной для оптимальных условий роста и размножения микроорганизмов. Повышенные значения влажности в исходной точке обусловлены обильными осадками в данный период отбора проб. Показатели влажности выше в ячейках, где субстратом является грунт, так как он обладает повышенной влагоемкостью по сравнению с песком.

Температура снижалась от +14°C в августе до 0°C в ноябре. Это связано с длительностью эксперимента, который проводился с августа по ноябрь. Если летом температурные условия для опыта были самыми оптимальными, то к концу осени субстрат промерз, что создало неблагоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов.

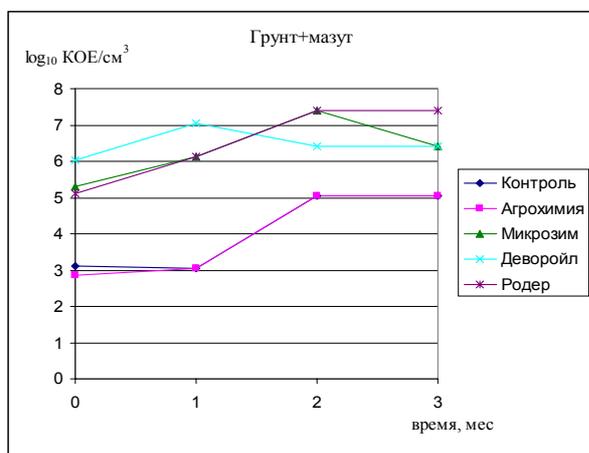


Рис. 1. Изменение численности углеводородокисляющих бактерий на субстрате "грунт+мазут"

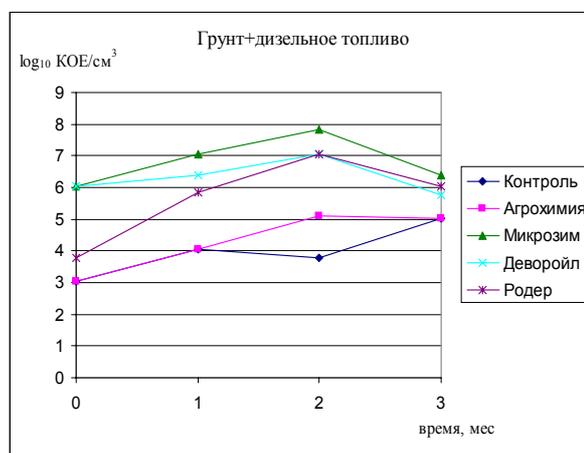


Рис. 2. Изменение численности углеводородокисляющих бактерий на субстрате "грунт+дизельное топливо"

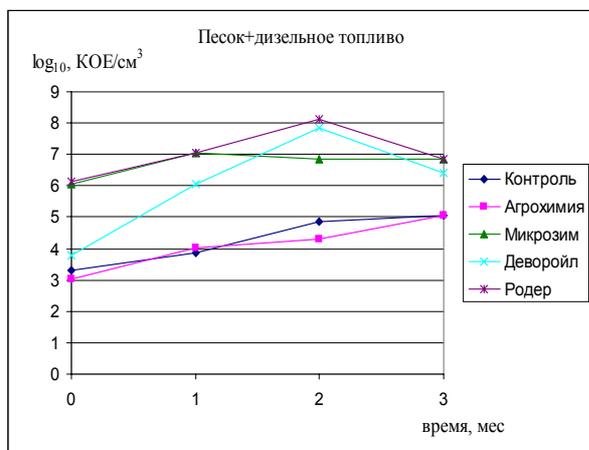


Рис.3. Изменение численности углеводородокисляющих бактерий на субстрате "песок+дизельное топливо"

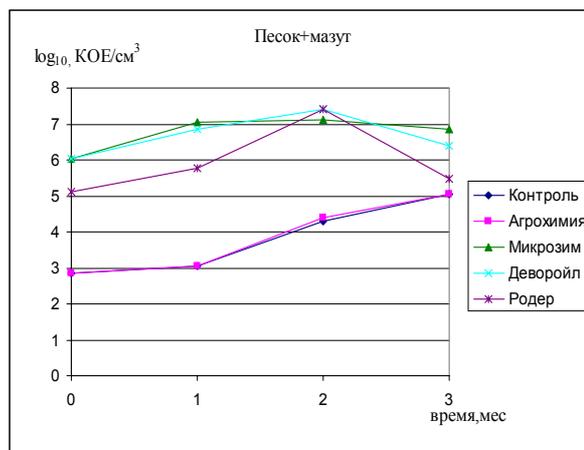


Рис. 4. Изменение численности углеводородокисляющих бактерий на субстрате "песок+мазут"

Таблица 1. Концентрация углеводородокисляющих микроорганизмов при биодеградации нефтепродуктов, КОЕ/см³

Тип субстрата	Наименование препарата	Вид нефтепродукта	Численность углеводородокисляющих микроорганизмов			
			0	1мес.	2мес.	3мес.
песок	контроль	-	$1,1 \times 10^3$	7×10^3	7×10^3	$1,1 \times 10^3$
		мазут	7×10^2	$1,1 \times 10^3$	2×10^4	$1,1 \times 10^5$
		дизельное топливо	2×10^3	7×10^3	7×10^4	$1,1 \times 10^5$
	Деворойл	мазут	$1,1 \times 10^6$	7×10^6	$2,5 \times 10^7$	$2,5 \times 10^6$
		дизельное топливо	6×10^3	$1,1 \times 10^6$	7×10^7	$2,5 \times 10^6$
		мазут	$1,3 \times 10^5$	6×10^5	$1,4 \times 10^7 / 2,5 \times 10^7$	3×10^5
	Родер	дизельное топливо	$1,1 \times 10^6$	$1,1 \times 10^7$	$1,2 \times 10^8 / 1,3 \times 10^8$	7×10^6
		мазут	$1,1 \times 10^6$	$1,1 \times 10^7$	$4,9 \times 10^6 / 1,3 \times 10^7$	7×10^6
		дизельное топливо	$1,1 \times 10^6$	$1,1 \times 10^7$	$5,9 \times 10^6 / 7 \times 10^6$	7×10^6
	Микрозим	мазут	7×10^2	$1,1 \times 10^3$	$2,5 \times 10^4$	$1,1 \times 10^5$
		дизельное топливо	$1,1 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$	2×10^4	$1,1 \times 10^5$
		мазут	7×10^2	7×10^3	2×10^3	$1,1 \times 10^3$
грунт	контроль	-	$1,3 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$
		мазут	$1,1 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$	6×10^3	$1,1 \times 10^5$
		дизельное топливо	$1,1 \times 10^6$	$1,1 \times 10^7$	$2,5 \times 10^6$	$2,5 \times 10^6$
	Деворойл	мазут	$1,1 \times 10^6$	$2,5 \times 10^6$	$1,1 \times 10^7$	6×10^5
		дизельное топливо	$1,3 \times 10^5$	$1,3 \times 10^6$	$1,4 \times 10^7 / 2,5 \times 10^7$	$2,5 \times 10^7$
		мазут	6×10^3	7×10^5	$4,9 \times 10^6 / 1,1 \times 10^7$	$1,1 \times 10^6$
	Родер	дизельное топливо	2×10^5	$1,3 \times 10^6$	$2,4 \times 10^7 / 2,5 \times 10^7$	$1,1 \times 10^7$
		мазут	$1,1 \times 10^6$	$1,1 \times 10^7$	$5,9 \times 10^7 / 7 \times 10^7$	$2,5 \times 10^6$
		дизельное топливо	7×10^2	$1,1 \times 10^3$	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$
	Микрозим	мазут	$1,1 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$	$1,1 \times 10^5$
		дизельное топливо	$1,1 \times 10^6$	$1,1 \times 10^7$	$1,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$
		мазут	$1,1 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$	$1,3 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$
	агрохимия	дизельное топливо	$1,1 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$	$1,3 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$
		мазут	$1,1 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$	$1,3 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$
		дизельное топливо	$1,1 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$	$1,3 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$

Данные по динамике численности углеводородокисляющих микроорганизмов представлены в таблице 1 и на рисунках 1, 2, 3 и 4.

Как видно на рис. 1, 2, 3 и 4 концентрация углеводородокисляющих микроорганизмов в контроле и ячейках с минеральными добавками ниже, чем в ячейках с биопрепаратами, что вполне закономерно. В течение 2-х месяцев эксперимента происходит увеличение численности углеводородокисляющих микроорганизмов во всех ячейках и достигает своих максимальных значений. Снижение количества углеводородокисляющих микроорганизмов происходит в течении 3-его месяца в экспериментальных ячейках, когда температура субстрата достигла нулевых значений. В контрольных ячейках количество углеводородокисляющих микроорганизмов остается на прежнем уровне и даже продолжает возрастать для субстрата песок, что может быть связано с устойчивостью аборигенных штаммов углеводородокисляющих микроорганизмов к низким температурам. Внесение минеральных удобрений в часть контрольных ячеек не оказывает существенного влияния на интенсивность развития аборигенной микрофлоры. Из всех исследованных биопрепаратов наиболее эффективным показал себя биопрепарат «Родер» на всех субстратах и для всех видов нефтепродуктов.

Таким образом, следует отметить, что использование биопрепаратов для очистки почвы от нефтяных загрязнений перспективно в условиях Заполярья. Эти исследования могут быть продолжены с целью подбора наиболее перспективных штаммов углеводородокисляющих микроорганизмов и подбора их оптимальных концентраций.

Список литературы:

- 1) Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв /Издание 2-е, дополненное и переработанное. М.: Изд-во МГУ, 1970. - 487 с.
- 2) Евдокимова Г.А., Мозгова Н.П. Микроорганизмы тундровых и лесных подзолов Кольского Севера / Г.А. Евдокимова, Н.П. Мозгова. - Апатиты.: Изд-во КНЦ РАН. 2001. - 184 с.
- 3) Исмаилов Н.М. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем / Н.М.Исмаилов, Ю.И.Пиковский. – М.: Наука, 1988. -197 с.
- 4) Ягафарова Г.Г. Экологическая биотехнология в нефтегазодобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности / Г.Г. Ягафарова.- Уфа: УГНТУ, 1994. - 258 с.

ЗАВИСИМОСТЬ КОЛИЧЕСТВА ЕВТРОФНЫХ И ОЛИГОТРОФНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ОТ СОЛЕННОСТИ ВОДЫ

Новикова А.Н. (Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии)

Abstract. The dependence between the number of heterotrophic bacteria and the water salinity in the Kola bay was researched in the work. The correlation between the number of heterotrophic microorganisms and water salinity (in waters with high salinity - direct, and for water ecosystems with a regularly desalinated water - reverse cross-correlation dependence). Influence of salinity on oligotrophic and eutrophic bacteria is described by function $F(x) = a + b \cdot x^2$. Thus, we show presence of connection between the quantitative characteristics of heterotrophic bacterioplankton and the water salinity of the Kola bay.

Режим солености Кольского залива определяется степенью опреснения баренцево-мурманской водной массы, которая, в свою очередь, зависит от устойчивого речного стока, весеннего снеготаяния, выпадения жидких осадков летом и осенью, интенсивности водообмена и перемешивания. (Макаревич, 2004).

Неравномерность паводкового стока в сочетании с особенностями морфометрии приводит к большой выборочной изменчивости рассчитанных норм солености.

Опреснение резко увеличивается в южном колене залива, где объем морской воды относительно невелик, здесь понижение солености отчетливо выражено на всех горизонтах. В вершинной части залива, (первые 8 км от устьев Туломы и Колы), возможна любая степень опреснения от поверхности до дна в зависимости от сочетания стока, приливных и сгонно-нагонных явлений (Ширококолов, 1980).

В связи с этим была исследована зависимость количества гетеротрофных бактерий от солености воды в Кольском заливе..

Для выявления и учета олиготрофных микроорганизмов использовали питательные среды, содержащие до 50 мг (Tyler, Marshall, 1967) органического вещества в литре. Для учета евтрофных бактерий использовали среды, содержащие 2 и более граммов органического углерода в литре (Akagi et al., 1978; Yanagita et al., 1978).

Измерение солености воды производилось незамедлительно после отбора пробы. Для этого после извлечения флакона, в нем измеряли соленость стерильным ареометром по стандартной методике.

В основу работы положены материалы, собранные в период с 2006 по 2008 годы на литорали Кольского залива на одиннадцати полигонах. Расположение полигонов обусловлено градиентом физико-химических и антропогенных факторов. Полигоны можно разделить на области:

- находящиеся вблизи выброса городских сточных вод (станции: 2. новый мост восточная сторона, 7. Абрам мыс);
- находящиеся вблизи впадения рек: (станции: 1. место впадения реки Кола в залив, 3. новый мост западная сторона);
- находящиеся в портовой зоне: (станции: 4. Южные причалы, 5. нефтебаза рыбного порта, 6. мор вокзал, 8. Роста);
- отдаленные от города: (станции: 9. Белокаменка, 10. Ноги Хаттана, 11. Причал мыса Мохнаткин).

Графики отражающие изменение численности олиготрофных и евтрофных микроорганизмов от солености воды представлены на рис. 1 и 2.

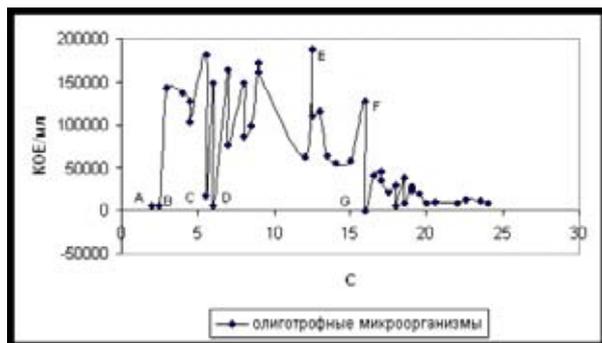


Рис. 1. Зависимость численности олиготрофных микроорганизмов от солёности

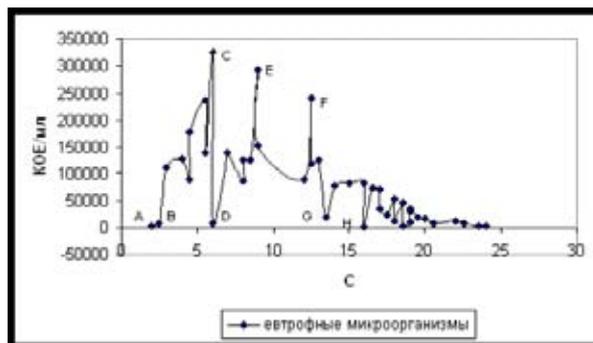


Рис. 2. Зависимость численности евтрофных микроорганизмов от солёности

На графике прослеживается уменьшение численности олиготрофных микроорганизмов по мере повышения солёности воды. Необходимо отметить, что точки А, В, С, D, E, F и G выпадают из общей структуры.

Точки А, В, D и G соответствуют ЧЕБ в летней, весенней, осенней и зимней пробе воды станции 1, низкая численность олиготрофных микроорганизмов обуславливается притоком пресных вод реки Кола, что приводит в образованию геохимического барьера «река-море» и как следствие созданию стрессовых условий развития гетеротрофной группы микроорганизмов. Точка С соответствует ЧЕБ в весенней пробе воды станции 2, более низкая численность олиготрофных микроорганизмов вызвана подавлением их жизнедеятельности евтрофными микроорганизмами, численность которых в данной точке достигает высоких значений в сравнении с численностью в других точках. Точки E и F соответствуют ЧЕБ в весенней пробе воды станции 8 и ЧЕБ в осенней пробе воды станции 3, причиной высокой численности бактерий возможно является действие биогенных элементов, попавших в исследуемые районы в период отбора проб.

На графике прослеживается уменьшение численности олиготрофных микроорганизмов по мере повышения солёности воды. Точки А, В, С, D, E, F, G и H выпадают из общей структуры.

Точки А, В, D и H соответствуют ЧОБ весенней, летней, осенней и зимней пробы воды, отобранной на станции 1, более низкая численность евтрофных микроорганизмов обуславливается образованием в данной области геохимического барьера «река-море» и как следствие созданием стрессовых условий развития гетеротрофной группы микроорганизмов. Точка С соответствует ЧОБ летней пробы воды станции 7, высокие показатели численности евтрофных микроорганизмов обуславливаются загрязнением данного района сточными водами населенного пункта. Точка E соответствует ЧОБ пробы воды, отобранной в летний период на станции 6, более высокие показатели численности микроорганизмов могут быть обусловлены действием биогенных факторов. Точка F соответствует ЧОБ весенней пробы станции 8, сравнительно высокая численность микроорганизмов обуславливается протоком талых вод, которые в свою очередь несут загрязнения, влияющие на численность гетеротрофных микроорганизмов.

Результаты расчета коэффициента корреляция между исследуемыми параметрами (солёностью и численностью гетеротрофных бактерий) показали существование такой зависимости. Коэффициенты корреляции между солёностью и численностью олиготрофных (r_1) и евтрофных (r_2) микроорганизмов в воде Кольского залива отображены в таблице 8.

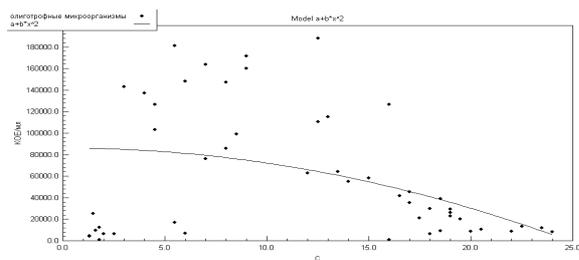


Рис. 3. График зависимости численности олиготрофных микроорганизмов от солёности воды.

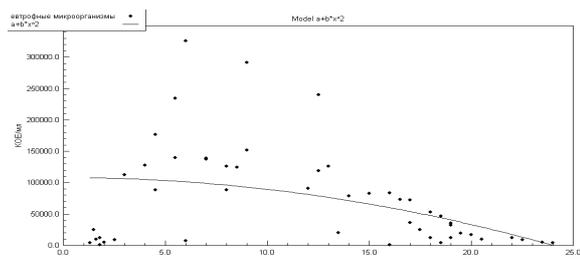


Рис. 4. График зависимости численности евтрофных микроорганизмов от солёности воды.

Высокие значения коэффициента корреляции свидетельствуют о тесном влиянии фактора на численность микроорганизмов. Отрицательные значения коэффициента корреляции говорят об обратной зависимости между численностью бактерий и солёностью.

В подтверждение существования значимой корреляции нами была выявлена математическая зависимость, отражённая на графиках, выражающая изменение ЧОБ и ЧЕБ от солёности воды (рис. 3, 4).

Данная зависимость описывается регрессионным уравнением: $Y=a+b*x^2$.

Численность бактерий уменьшается в соответствии с повышением солёности, и когда солёность достигает более 20 %, то численность бактерий стремится к нулю. Влияние солёности на живые организмы сказывается прежде всего в изменении осмотического давления, определяющего взаимодействие через клеточные оболочки между морской водой и жидкостью в живых клетках. Коэффициенты a и b характеризуют положение регрессионной кривой, её высоту и угол наклона соответственно. В большей степени изменение численности бактерий согласно уравнению зависит от коэффициента b , чем меньше b , тем быстрее уменьшается численность бактерий. Необходимо отметить, что для данной зависимости коэффициент всегда будет $b < 1$. Для графика, отражающего зависимость численности олиготрофных микроорганизмов от солёности значения коэффициентов составляют: $a=86157.36$, $b=-139.79$. Для графика, отражающего зависимость численности евтрофных бактерий от солёности воды значения коэффициентов составляют: $a=108046.05$, $b=-187.46$. Можно предположить, что коэффициенты зависят от типа микроорганизма, на которого влияет фактор, а также от гидрохимических параметров, характерных для данного района исследования в период его проведения.

Графики зависимости ЧОБ и ЧЕБ от солёности воды показывают, что при солёности выше 20 % численность микроорганизмов начинает стремиться к нулю, это можно объяснить тем, что большинство микроорганизмов, населяющих акваторию Кольского залива не являются галлофилами, и высокие значения солёности приводят к гибели бактерий.

Многими учеными отмечено влияние солёности на численность гетеротрофных микроорганизмов.

Установлено, что значимым колебаниям подвержена численность бактерий в эстуариях, что обусловлено быстрыми и ощутимыми изменениями солёности воды (Mohankumar e.a.,1979)

При анализе данных по общей численности бактерий, их биомассе и продуктивности в Аральском море было установлено, что повышение минерализации водоема за 10 лет исследования, привело к уменьшению численности бактерий как в поверхностных горизонтах водной толщи, так и в грунтах примерно одинаково – в 2 раза (Новожилова, Семенченко, Величко, Мукашев, Галимбаева, 1984).

Ведущими гидрохимическими параметрами с численностью соответствующей группы микроорганизмов оказались: для УВ-окисляющих – температура; для олиготрофных – фосфаты; для евтрофных – соленость. Для ОЧБ при анализе данных по трем экспедициям наиболее тесная связь обнаружена с соленостью. (Ильинский, 2000).

Результаты изучения связей между микробиологическими и гидролого-гидрохимическими параметрами прибрежных вод юго-восточной Балтики по данным трех проведенных экспедиций показали, что ведущим фактором для всех групп микроорганизмов, кроме олиготрофных, оказалась температура (также включенная в уравнение регрессии для олиготрофных бактерий на третьем шаге). В придонном горизонте только для ОЧБ и евтрофных бактерий ведущим оказался один и тот же абиотический фактор – соленость. Близким к нему оказался и ведущий фактор для УВ-окисляющих микроорганизмов – температура воды. Хорошо известно, что между температурой и соленостью в Мировом океане существует довольно тесная связь (Хорн, 1972). Для олиготрофных бактерий в придонном горизонте ведущим фактором оказались концентрации фосфатов, однако температура также была включена в регрессионное уравнение, хотя и на третьем шаге (Ильинский, 2000)..

Вертикальная изменчивость микробиологических показателей оказалась более ярко выражена по сравнению с горизонтальной, а последняя коррелировала практически только с гидрологическими параметрами – соленостью, температурой и содержанием кислорода в воде (Ильинский, 2000).

Факторы среды, оказывающие наиболее существенное влияние на численность бактерий, неодинаковы не только для каждой из групп бактерий, но и для одной и той же группы на разных горизонтах. Однако неизменно в числе ведущих факторов присутствуют соединения азота и фосфора, соленость и температура. (Ильинский, 2000).

При высокой концентрации соли в среде наступает плазмолиз клетки – она обезвоживается, цитоплазма отходит от клеточной стенки. В состоянии плазмолиза в клетке не происходит процессов питания, размножения, это состояние клетки называется анабиозом.

Из вышеизложенного можно полагать, что корреляционная связь с соленостью для гетеротрофных микроорганизмов в водных экосистемах с высокой соленостью прямая, а для водных экосистем с регулярно опресняемой водой эта связь обратная. Это можно объяснить тем, что в первом случае воду населяют морские микроорганизмы, а во втором пресноводные микроорганизмы, более подверженные действию высоких концентраций солей.

В качестве основных особенностей зависимости численности гетеротрофных бактерий от солености воды Кольского залива можно выделить следующее:

- наличие связи количественных характеристик гетеротрофных бактерий Кольского залива и солености воды;
- скоррелированность динамики численности олиготрофных и евтрофных бактерий с гидрофизическими параметрами (соленостью воды);
- наличие математической зависимости между численностью гетеротрофных микроорганизмов и соленостью воды, описываемой уравнением $Y=a+b*x^2$.

Очевидно, что соленость является для микроорганизмов регулятором их развития и жизнедеятельности в целом. Поэтому при мониторинге водных экосистем для получения достоверных данных о распределении бактерий в воде Кольского залива необходимо учитывать соленость района исследования.

Список литературы:

- 1) Ильинский, В. В. Бактериопланктон прибрежных и открытых вод бухты Ардли и сопредельных акваторий (остров Кинг-Джордж, Антарктида): состав и динамика численности в период с марта по октябрь: Тез.науч.конф. 21 декабря 1999 / Ильинский В. В. // Проблемы экологии и физиологии микроорганизмов. – М.:Изд-во МГУ, 2000. – С. 63.
- 2) Ильинский, В. В. Гетеротрофный бактериопланктон: экология и роль в процессах естественного очищения среды от нефтяных загрязнений: Авт. дис. ... докт. биол. наук. – Москва, 2000. – 53 с.
- 3) Макаревич, Е.В. Бактериобентос литорали среднего и южного колен Кольского залива: Дис. ... канд. биол. наук. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2004. – 163 с.
- 4) Хорн, Р. Морская химия / Р. Хорн. - М.: "Мир", 1972.- 399 с.

ОЦЕНКА ЧИСЛЕННОСТИ ГЕТЕРОТРОФНЫХ ЭПИФИТНЫХ БАКТЕРИЙ ЛИТОРАЛИ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Перетрухина И.В.¹, Ильинский В.В.², Литвинова М.Ю.¹,

Берестенникова И.В.¹ (¹ Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии;

² Москва, МГУ им. Ломоносова, кафедра гидробиологии)

Abstract. During the researches the data about distribution of heterotrophic bacterial plankton on a surface of macrophyte's talloms on lithorale of Kola bay are received. Number of these bacteria varies from several thousands up to tens thousands on 1 sm² at an aggregate number of epiphytic bacteria from several millions up to tens millions on 1 sm² of a surface tallom and is close to parameters of amount of bacteria of these groups, which are characterised for chronically polluted waters. That can specify high microbic activity in thricketts of microphytes which long time is present at a high level even at significant decrease of temperature of water.

При исследовании макрофитов побережья Баренцева моря было установлено, что среди нескольких сотен штаммов бактерий, выделенных с пластины ламинарии, доминируют гетеротрофные формы, а также бактерии, расщепляющие широкий спектр органических соединений, в том числе и нефтепродукты (Дмитриева, Дмитриев, 1996). Установлено, что количество бактерий на поверхности таллома ламинарии составляет в среднем 125 тыс. кл/см² (Рубан, 1961). Сообщества эпифитных бактерий, обитающие, в частности, на *F. vesiculosus*, способны, в присутствии соединений азота и фосфора, максимально утилизировать нефть и нефтепродукты, таким образом снижая в несколько раз токсический эффект нефтяных углеводов (Wrabel, Peckol, 2000). Кроме того, установлены высокая устойчивость и интенсивное произрастание *F. vesiculosus* в зонах постоянного нефтяного загрязнения, причем без значительных изменений уровня фотосинтеза, пигментного и полисахаридного составов, ультраструктуры (Воскобойников, 2003; Воскобойников и др., 2004а, б). Что можно объяснить возможным включение макрофитами нефтяных углеводов в собственный метаболизм, а также присутствием на поверхности таллома углеводородокисляющих (УВ-окисляющих) микроорганизмов (Воскобойников, 2006).

В связи с их способностью влиять на процессы естественного очищения, макрофиты предложено использовать для очищения вод от биогенных элементов, разнообразных солей, ядохимикатов и тяжелых металлов. Отмечается, что они не только поглощают, накапливают разнообразные соли, биогенные вещества, биоциды, тяжелые металлы, но и перерабатывают их, включая в конструктивный и энергетический обмен. Наряду с этим происходит миграция использованных веществ по органам водных растений; в период активной вегетации максимальная концентрация извлеченных веществ приходится на вегетативные органы (листья, стебли), а с затуханием процесса развития - на генеративные органы (корень, корневища и др.) (Морозов, 2001).

Анализ литературных источников свидетельствует, что для условий северных морей существует необходимость в разработке унифицированного методического подхода для комплексной оценки общей численности эпифитных бактериоценозов, обилия их отдельных физиологических групп (евтрофных, олиготрофных и УВ-окисляющих бактерий). Это позволит дать оценку состояния водной экосистемы Кольского залива по микробиологическим показателям, а также количественно определить потенциальный вклад микроорганизмов в процессы его естественного очищения в различные сезоны года.

Материалы и методы

Для отбора проб нами были выбраны две станции, расположенные в акваториях Кольского залива, находящихся на разном удалении от возможных источников антропогенного воздействия. Для смыва микроорганизмов с поверхности водорослей использовали фрагмент размером 1 см^2 , взятый в лабораторных условиях из центральной части таллома фукуса. В работе использованы стандартные микробиологические методы учета численности морских гетеротрофных бактерий.

Результаты и обсуждения

Сезонные изменения численности евтрофных эпифитных бактерий оказались слабо выражены, их численность на квадратном сантиметре поверхности таллома фукуса на протяжении большей части года не превышала нескольких тысяч клеток и заметно возрастала только в летние месяцы – в июле и августе.

Это, очевидно, связано с особенностями среды обитания эпифитных бактерий на поверхности макрофитов, более стабильной и защищенной от влияния факторов среды по сравнению с окружающими водами литорали. Существенных различий по численности эпифитных евтрофных бактерий на ст. 1 и 2 на протяжении практически всего периода наблюдений не наблюдалось ($R = 0,68$; $\alpha < 0,05$), только в августе численность их на ст. 1 вблизи Мурманска превысила таковую на ст. 2.

На ст. 1 в осенний период, в сентябре, численность эпифитных олиготрофных бактерий была близка к сотне тысяч клеток на 1 см^2 , в феврале их количество снижалось до нескольких сотен клеток на 1 см^2 и сохранялось на этом уровне до июня (рис. 1).

Численность этой группы на ст. 2 в осенне-зимний период практически не изменялась и составляла тысячи клеток на 1 см^2 поверхности таллома фукуса. С марта по июнь она снижалась до нескольких сотен клеток в 1 мл (рис. 2). Обнаружена корреляция изменений численности эпифитных олиготрофных бактерий на ст. 1 и 2 ($R = 0,86$; $\alpha < 0,01$).

Сравнение численности эпифитных евтрофных и олиготрофных бактерий показало, что на ст. 1 в период с сентября по декабрь заметно превышение численности олиготрофных бактерий над евтрофными, а с января по июнь - евтрофных над олиготрофными (рис. 1).

На ст. 2 различия в численности бактерий обеих этих групп были менее существенны (рис. 2).

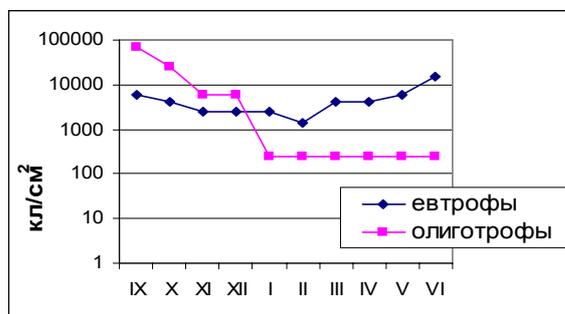


Рис. 1. Динамика численности евтрофных и олиготрофных эпифитных бактерий на станции 1 при оптимальных температурах инкубации посевов.

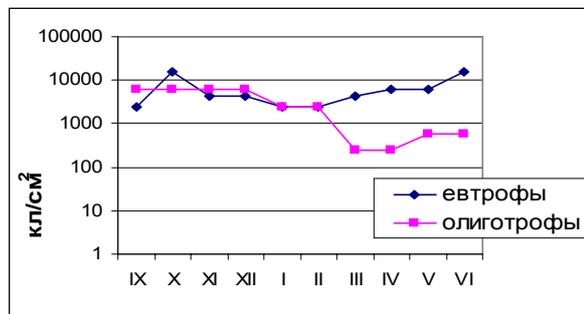


Рис. 2. Динамика численности евтрофных и олиготрофных эпифитных бактерий на станции 2 при оптимальных температурах инкубации посевов.

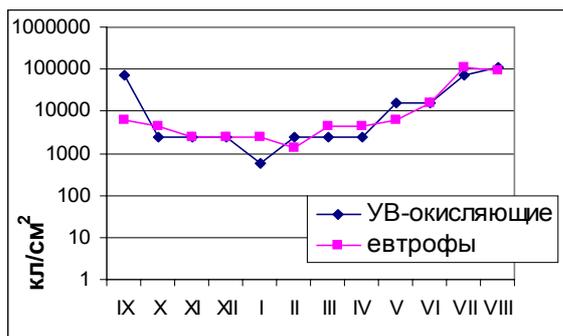


Рис. 3. Динамика численности евтрофных и УВ-окисляющих эпифитных бактерий на станции 1 при оптимальных температурах инкубации посевов.

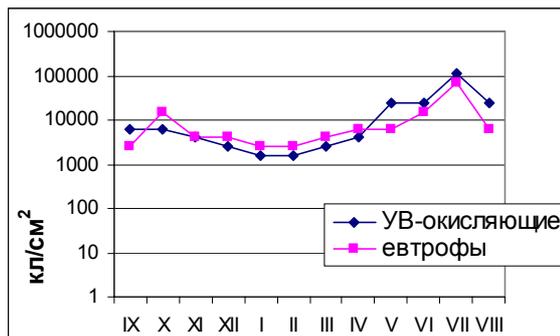


Рис. 4. Динамика численности евтрофных и УВ-окисляющих эпифитных бактерий на станции 2 при оптимальных температурах инкубации посевов.

Существенных различий между станциями ни по уровням численности эпифитных УВ-окисляющих бактерий, ни по динамике изменений этого показателя обнаружено не было. Низкие величины численности эпифитных УВ-окисляющих бактерий (тысячи клеток на 1 см² таллома) наблюдались с сентября - октября по апрель, а высокие (десятки и сотни тысяч клеток на 1 см² таллома) – с мая по август.

Значительно более тесная связь обнаружена между численностью эпифитных УВ-окисляющих и евтрофных бактерий ($R = 0,84$, $\alpha < 0,001$). Численность УВ-окисляющих микроорганизмов превысила таковую евтрофных бактерий, доля которых составила 76% от количества УВ-окисляющих бактерий (рис. 3,4).

Известно, что сами водоросли в период их массового отмирания, а также продукты метаболизма водорослей, содержат углеводороды (Кальвин, 1971). Скорее всего, именно по этой причине большинство эпифитных гетеротрофных бактерий способны к утилизации углеводородов в качестве источников углерода и энергии.

Максимальные значения общей численности эпифитных бактерий наблюдаются в августе – $5,6 \times 10^8$ кл/см² на станции 1 и $4,7 \times 10^8$ кл/см² на ст. 2, минимальные прослеживаются в январе – $1,5 \times 10^7$ и $1,6 \times 10^7$ кл/см² на ст. 1 и 2 соответственно (прил. 16, 18). В целом, пределы колебаний этого показателя составили всего один порядок (рис. 5).

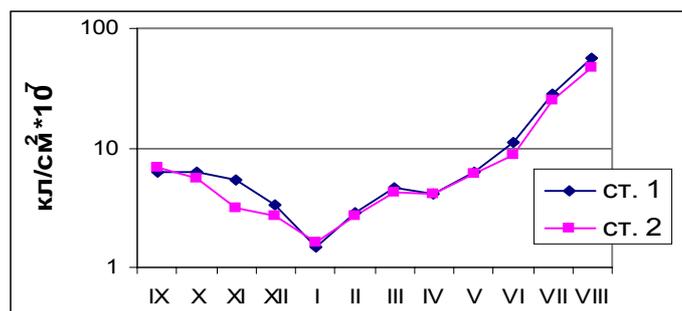


Рис. 5. Сезонные изменения общей численности эпифитных бактерий по прямому счету

Между величинами общей численности эпифитных бактерий на ст. 1 и 2 обнаружены значимые корреляционные связи $0,94$ ($\alpha < 0,001$).

Макрофиты, обитающие на литорали Кольского залива, способны образовывать симбиотические ассоциации с различными группами микроорганизмов. На их поверхности присутствует обильный гетеротрофный бактериоценоз, включающий

представителей евтрофных, олиготрофных и УВ-окисляющих бактерий. При этом они приобретают некоторую независимость от воздействия факторов внешней среды. Сезонные изменения численности эпифитных бактерий оказались гораздо более слабо выражены по сравнению с численностью планктонных. Это, очевидно, связано с особенностями среды обитания эпифитных бактерий на поверхности макрофитов, более стабильной и защищенной от влияния факторов среды по сравнению с окружающими водами литорали.

Сезонная динамика всех исследованных физиологических групп эпифитных бактерий и их общей численности оказалась сходной: минимальные значения численности наблюдались в зимний период, а максимальные – в весенне-летний периоды.

Список литературы:

- 1) Воскобойников, Г.М. Водоросли Баренцева моря – перспективы использования в медицине и лечебно-профилактической практике / Г.М. Воскобойников // Сб. докл. Межд. научной конф. «Химия, технология и медицинские аспекты природных соединений». - Алмата, 2003. - С. 117-122.
- 2) Воскобойников, Г.М. Изменения у макрофитов литорали Баренцева моря под влиянием нефтепродуктов / Г.М. Воскобойников, М.В. Макаров, И.В. Рыжик, О.В. Степаньян // Нефть и газ Арктического шельфа. - Мурманск, 2004. - С.67-69.
- 3) Воскобойников, Г.М. Изменения в составе фотосинтетических пигментов и структуре клеток *Fucus vesiculosus* L. и *F. serratus* L. Баренцева моря при длительном нахождении в темноте / Г.М. Воскобойников, М.В. Макаров, И.В. Рыжик // Биология моря. - М., 2006. - т. 32. - № 1. - С. 26-33.
- 4) Дмитриева, Б.Ю. Симбиотическая микрофлора бурых водорослей рода *Laminaria* как биоиндикатор экологического состояния прибрежных ламинариевых биоценозов / Б.Ю. Дмитриева, С.М. Дмитриев // Биол. моря. - 1996. – т. 22. - № 5. - С. 300-305.
- 5) Кальвин, М. Химическая эволюция / М. Кальвин. - М.: изд-во Мир, 1971. - 240 с.
- 6) Морозов, Н.В. Экологическая биотехнология: очистка природных и сточных вод макрофитами / Н.В. Морозов. - Казань: Изд-во Казанского гос. пед. ун-та, 2001.
- 7) Рубан, Е.Л. Микробиологическое разложение органического вещества в грунтах литорали Баренцева моря / Е.Л. Рубан // Гидрологические и биологические особенности прибрежных вод Мурмана. - Апатиты: изд-во КФ АН СССР, 1961. – С. 229-237.
- 8) Wrabel, M.L. Effect of bioremediation on toxicity and chemical composition of No. 2 Fuel Oil: Growth responses of the brown alga *Fucus vesiculosus*. / M.L. Wrabel, P. Peckol // Mar. Pollut. Bull., 2000. - Vol. 40. – no. 2. – P. 135-139.

РЕПРОДУКТИВНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ *F. VESICULOSUS L.* И *F. DISTICHUS L.* ИЗ РАЗЛИЧНЫХ БИОТОПОВ ВОСТОЧНОГО МУРМАНА

Пойдунов Д.Н. (Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии)

Abstract. *Fucus vesiculosus* and *Fucus distichus* are typical inhabitants of the top and average intertidal zone's horizons. The *Fucus* populations are rather nonuniform and have difficult structure. In this work we have tried to reveal features of reproductive structure for these species of The East Murman on the basis of obtained data about structure of the population *F. vesiculosus* and *F. distichus*.

Ранее Шошина Е.В. (Кузнецов, Шошина, 2003) и Прохорова С.А. (2004) выявили различия структуры популяций фукоидов Мурмана открытых и закрытых губ, открытого и защищенного берега. В данной работе мы попытались на основании полученных данных о структуре популяции *F. vesiculosus* и *F. distichus* выявить особенности репродуктивной структуры для данных видов на Восточном Мурмане.

На литорали Восточного Мурмана было заложено 7 пробных площадок в губах Дальнезеленецкая и Ярнышная и бухте Прибойная. Характеристика абиотических факторов в местах отбора проб отражена в таблице 1.

Соленость в местах отбора проб определяли с использованием денсиметра или рефрактометра, интенсивность движения водных масс (ИДВ) – методом гипсовых шаров Мууса (Muus, 1968, цит. по Хайлов, 1988) (данные любезно предоставлены С.С. Малавенда). Объектом исследования стали *Fucus vesiculosus L.*, фукус пузырчатый и *Fucus distichus*. Это типичные обитатель верхнего и среднего горизонтов литорали. Всего было исследовано более 14500 растений. У фукоидов определялась длина и масса растений, количество дихотомических ветвлений на главной оси слоевища. Все растения разбивались на возрастные группы по количеству ветвлений (Промысловые..., 1998).

Проанализировав полученные данные, можно с уверенностью сказать, что исследуемые нами популяции фукоидов весьма неоднородны и обладают сложной структурой. Было установлено, что размерно-весовые показатели особей увеличиваются не одинаково. Также неоднородна репродуктивная картина.

Таблица 1

Место отбора проб	Тип берега	Соленость, ‰	Степень прибойности, баллов	ИДВ, мг*г/ч
бухта Прибойная	открытый	33.0-34.0	I-II	0.029
б. Большие Чевры	открытый	"-	"-	нет данных
мыс Пробный	слабо защищенный	31.5-34.0	III-IV	0.017
Красная скала	"-	33.5-33.7	III-IV	0.019
портопункт	"-	30-34	"-	
бухта Оскара	защищенный	24.5-34.0	V-VI	
Дальний пляж	"-	от 2,0 до 30,0 в сизигий, от 12 до 25 в квадратуру	"-	0.007
внутренний котел губы Ярнышная	"-	0.1-12	"-	нет данных

Прежде всего, необходимо отметить расширение диапазона устойчивости *F. vesiculosus* к солености: во внутреннем котле губы Ярнышная растения вегетируют и размножаются при распреснении до 0,1‰. (Промысловые..., 1998).

Первые фертильные растения *F. vesiculosus* появляются в возрасте 2 лет (Кузнецов, Шошина, 2003). Изначально соотношение полов равное, а процент фертильных растений различен в разных биотопах. После трёх лет соотношение полов изменяется в зависимости от абиотических факторов. На открытом берегу достоверно преобладают женские растения (65-70 % фертильных особей), а на слабо защищённом – мужские (58-72 %). Равное соотношение полов сохраняется во всех исследуемых возрастных группах в кутовых зонах при умеренном распреснении. При снижении солености до критических величин (внутренний котел губы Ярнышная), равное соотношение полов наблюдается только среди двухлетних растений, а среди 3-5 летних мужские особи составляют около 70 %. Далее к пяти годам соотношение полов выравнивается и происходит прогрессивное уменьшение количества мужских особей. Это может быть связано с уязвимостью микроскопических стадий развития *F. vesiculosus* L. Известно, что под воздействием распреснения снижается выживаемость сперматозоидов и проростков *F. vesiculosus* (Write & Reed 1990). Поскольку слияние гамет у фукоидов происходит в воде, то можно ожидать значительное увеличение смертности гамет при сниженной солености. Очевидно, что для сохранения популяции необходимо увеличение продукции сперматозоидов, что в дальнейшем приводит к резкому снижению продолжительности жизни мужских растений (см таблица 2).

Так же могут включаться другие механизмы регуляции поддержания стабильного существования популяции: изменение удельной массы рецептакул за счет увеличения-снижения их количества или массы. Заметим, что в губе открытого типа масса одного рецептакула мужского растения преобладает над женским, а в губе закрытого типа наоборот. (см рис. 1) Это можно связать с интенсивностью движения воды. Так, в губе открытого типа гидродинамическая активность выше и значит, чтобы произошло оплодотворение необходимо больше мужских гамет. Или, как говорилось выше, наблюдается повышенная удельная масса рецептакул: Портопункт, прибойная, Дальний пляж (см рис.2).

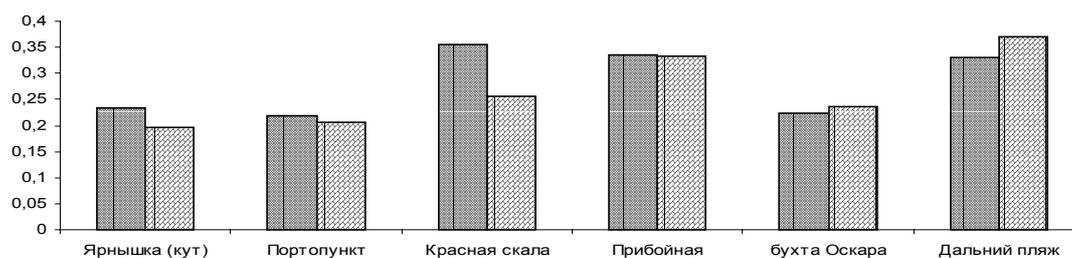


Рис. 1. Масса одно рецептакула *F. vesiculosus*. По оси ординат – масса рецептакула в граммах, по оси абсцисс – точки взятия проб.

■ мужские растения ▨ женские растения

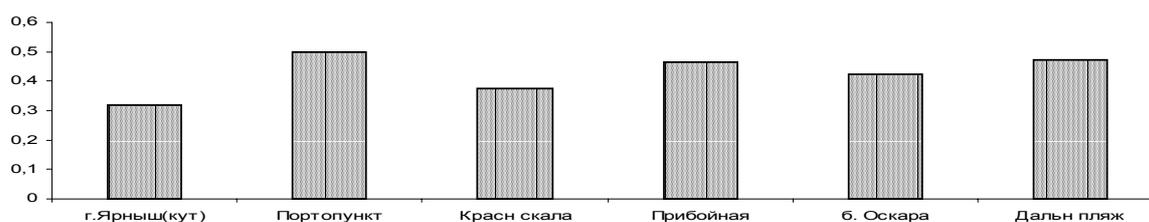


Рис. 2. Удельная масса рецептакула *F. vesiculosus*. По оси ординат – удельная масса рецептакула, по оси абсцисс – точки взятия проб.

С репродуктивной структурой у *F. distichus* происходят аналогичные изменения - размер и вес рецептакул значительно варьирует в зависимости от условий обитания. Необходимо отметить, что количество рецептакул было гораздо больше в районах открытого берега. Это связано с тем, что в отличие от первого представителя, у *F. distichus* рецептакулы созревают раньше, но сроки могут сдвигаться (Кузнецов).

По результатам полученных данных хорошо видно значительное увеличение удельной массы рецептакул в районе Прибойной, Портопункта и Больших чеврах, а также увеличение массы одного рецептакула в районе Прибойной и Больших чеврах. Данные биотопы отличаются высокой интенсивностью движения водных масс (см. рис.3,4).

Биомасса водорослей значительно колеблется в зависимости от условий обитания (табл. 2).

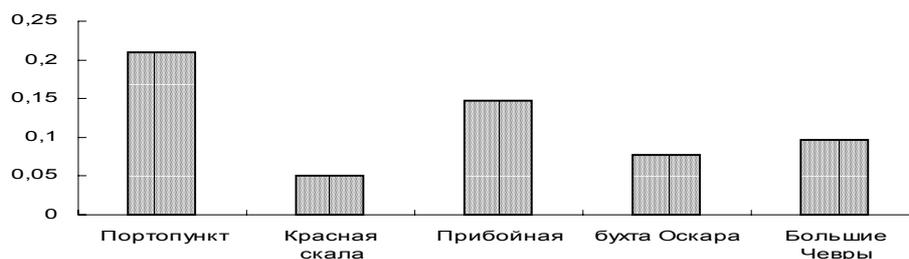


Рис. 3. Удельная масса рецептакула *F. distichus*. По оси ординат – удельная масса рецептакула, по оси абсцисс – место взятия проб.

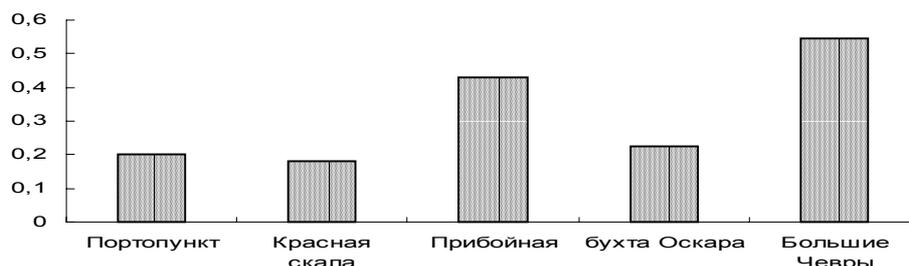


Рис. 4. Масса одного рецептакула *F. distichus*. По оси ординат – масса рецептакула в граммах, по оси абсцисс – место взятия проб.

Таблица 2.

Вид	Место отбора проб	Плотность, экз/м ²	Биомасса, кг/м ²	Средний возраст, лет	Соотношение полов, муж./жен.,%
<i>F. vesiculosus</i>	б. Прибойная	3900	6,3	1	40 / 60
	Красная скала	820	2,1	2	40 / 60
	Портопункт	1010	2,9	2	55 / 45
	б Оскара	1100	9,7	2	55 / 45
	Дальний пляж	800	15,4	2	50 / 50
	внутр. котел г. Ярнышная	1350	6,7	1	40 / 60
<i>F. distichus</i>	б. Прибойная	2200	4,0	1	
	б. Большие Чевры	1850	5,5	1	
	Красная скала	300	4,1	3	
	Портопункт	290	2,6	2	
	б Оскара	1280	7,0	1	

Средняя продолжительность жизни *F. vesiculosus* в исследованных местообитаниях 2 года. Исключение составляют участки открытого берега с максимальной ИДВ и эстуарная зона (внутренний котел губы Ярнышная). Наибольшие значения численности, биомассы и выживаемости особей данного вида отмечены в бухте Оскара и на Дальнем пляже. Данные биотопы характеризуются сниженной ИДВ и колебаниями солености 24-34 ‰ и 5-34‰ соответственно. Вероятно, данные условия и можно считать оптимальными для *F. vesiculosus*.

Среди особей *F. distichus* высокая смертность проростков, низкая средняя продолжительность жизни и высокая численность отмечена в условиях открытого берега (бухты Прибойная и Большие Чевры) и при колебаниях солености (бухта Оскара). Большие значения среднего возраста (2-3 года) и выживаемости выявлены при постоянной морской солености и сниженной ИДВ (Портопункт и Красная скала).

В результате проведенных исследований показано, что оптимальными для *F. distichus* и *F. vesiculosus* Восточного Мурмана являются условия слабо защищенного берега; *F. distichus* лучше выживает при постоянной океанической солености, а *F. vesiculosus* – при колебаниях солености не ниже критического уровня 10 ‰. Фукоиды обладают хорошей стрессоустойчивостью. Так *F. vesiculosus*, способен обитать в условиях распреснения отливных вод до 0.1 ‰, однако при этом продолжительность жизни растений сокращается. По результатам исследований видно, что в благоприятных условиях соотношение полов у *F. vesiculosus* равное или преобладают растения с мужскими рецептакулами, в менее благоприятных условиях доминируют женские особи.

Список литературы:

- 1) Воскобойников Г.М., Макаров М.В. Влияние уменьшения солености на жизнеспособность и скорость роста бурых водорослей Баренцева моря // Тез. докл. 11 науч.-технич. конф. МГТУ (19-29 апр. 2000). – Мурманск: МГТУ, 2000. – с. 504-505.
- 2) Дробышев В.П. Акклимация морских водорослей при содержании в средах различной солености. // Экология, 1971, № 1. С. 96-98.
- 3) Промысловые и перспективные для использования водоросли и беспозвоночные Баренцева и Белого морей. Апатиты: Изд. КНЦ РАН. 1998. 628 с.
- 4) Кузнецов В.В. Белое море и биологические особенности его флоры и фауны. М.-Л. 1960. - 322 с.
- 5) Е.Н. Черновская Гидрологические и гидродинамические условия на литорали Восточного Мурмана и Белого моря. М.-Л. 1956.
- 6) Хайлов К.М., Парчевский В.П. Иерархическая регуляция структуры и функции морских растений. Киев: Наукова думка. 1983. 252с.
- 7) Muus B.J. A field method for measuring "exposure" by means of plaster balls // Sarsia. 1968. V. 34. P. 61-68.
- 8) Write P.J. & Reed R.H. Effects of osmotic stress on gamete size, rhizoid initiation and germling growth in fucoid algae. // British Phycological J. 1990. V.25. P. 149 – 155.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИФОРМНЫХ БАКТЕРИЙ И *ESCHERICHIA COLI* В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ ПО ЕВРОПЕЙСКОЙ МЕТОДИКЕ

Семенова Е.Ю. (Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии)

Abstract. During research comparisons of techniques of definition coliforms bacteria have been lead. The comparative characteristic of results of analyses of tests of potable water on areas of Murmansk, settlement Tuloma and drinking sources of Murmansk area has been lead. By us it has been experimentally proved, that the nutrient medium with tergitol is most effective due to the smaller selectivity, than nutrient medium Endo. It can serve as the recommendation of preschedule introduction of GOST R 52426-2005 in which environment with tergitol is regulated.

В ходе исследования были проведены сравнения методик определения колиформных бактерий. Была проведена сравнительная характеристика результатов анализов проб питьевой воды по районам г. Мурманска, поселка Тулома и питьевых источников Мурманской области. Нами было экспериментально доказано, что питательная среда с тергитолом наиболее эффективна за счет своей меньшей селективности, чем питательная среда Эндо. Это может послужить рекомендацией досрочного введения ГОСТ Р 52426-2005, в котором регламентирована среда с тергитолом.

Плохое качество питьевой воды, в особенности ее микробная загрязненность, представляет собой постоянную потенциальную опасность для здоровья населения. Опасность может представлять сама загрязненная вода, или она будет переносчиком болезней. В некоторых случаях в комбинации с некоторыми продуктами питания вода может способствовать размножению патогенных микроорганизмов, которые могут привести к острым эпидемиологическим заболеваниям. Питьевая вода поступает на пищевые цели из системы коммунального хозяйства и практически полностью возвращается туда в загрязненном виде. Питьевая вода характеризуется определенными особенностями, которые в некоторой степени определяются такими факторами, как предварительная подготовка, характер использования и обсемененность микроорганизмами (Мидлтон, 2003). Поэтому необходимо проводить систематический жесткий контроль за качеством питьевой воды. В настоящее время на территории РФ действуют Методические указания Санитарный микробиологический анализ питьевой воды 4.2.1. 1018-01. По требованиям СанПин 2.1.4. 1074-01 в питьевой воде централизованного водоснабжения должны отсутствовать колиформные бактерии.

Как известно, вода в Мурманской области достаточна благополучна в санитарно-эпидемиологическом отношении и колиформные бактерии определяются в воде единичными случаями. В связи с подготовкой и скорым вводом в действие Технического регламента, качество воды в т.ч. и микробиологическое должно соответствовать Европейским стандартам. С этой целью подготовлен ГОСТ Р 52426-2005, который регламентирует европейский метод выделения и идентификации колиформных бактерий, в т.ч. и *Escherichia coli*. ГОСТ будет введен в действие уже в 2010 г. Отличие Европейской методики от отечественной заключается в использовании различных селективных питательных сред (Среда Эндо и среда с тергитолом) на этапе выделения колиформных бактерий.

Необходимо отметить, что данные исследования проводились впервые в Мурманской области. Как свидетельствует обзор литературы, подобные исследования проводились в Москве и Санкт-Петербурге. Это позволило дать оценку сравнительной характеристики питательных сред для выявления колиформных бактерий.

Материалы и методы

В ходе работы было исследовано 28 проб воды питьевого назначения. Из них 12 проб воды водопроводной по районам города Мурманска, 4 пробы водопроводной поселка Тулома и 12 проб воды родниковой. Исследования проводились по стандартным методикам по следующим микробиологическим показателям: общие колиформные бактерии, термотолерантные колиформные бактерии. Для выделения колиформных бактерий были применены две дифференциально-диагностические среды: питательный агар Эндо и альтернативная питательная среда с тергитолом.

Результаты и обсуждения

Таблица. Количественная оценка проб воды, в которых обнаружены колиформные бактерии

№	Точка отбора проб	Кол-во исследованных проб	Кол-во проб, в которых обнаружены колиформы	
			Среда с тергитолом	Среда Эндо
1	Октябрьский р-н	4	0	0
2	Первомайский р-н	4	0	0
3	Ленинский р-н	4	1	0
4	Поселок Тулома	4	2	1
5	Родник 25 км	4	2	0
6	Родник Кольский	4	1	0
7	Родник Копытова	4	2	1

Как видно из таблицы колиформные бактерии не были выделены на обеих дифференциально-диагностических средах питательных средах из водопроводной воды Октябрьского и Первомайского района.

Как видно из рис. 1 на питательной среде с тергитолом были выделены колиформные бактерии из одной пробы в Ленинском районе, что составляет 25% от общего количества исследованных проб. На среде Эндо роста колиформных бактерий не наблюдалось. В водопроводной воде поселка Тулома были обнаружены колиформные бактерии в двух пробах с применением дифференциально - диагностической среды с тергитолом, что составило 50% от общего числа проб и в одной пробе с применением среды Эндо, что составляет 25% от общего числа проб. Таким образом, применение дифференциальной среды с тергитолом для выделения колиформных бактерий в два раза эффективнее, чем применение среды Эндо.

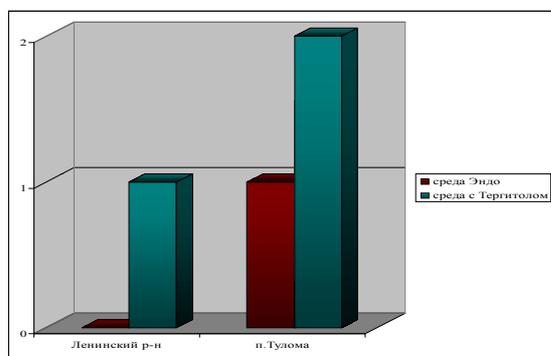


Рис. 1. Сравнительная характеристика питательных сред

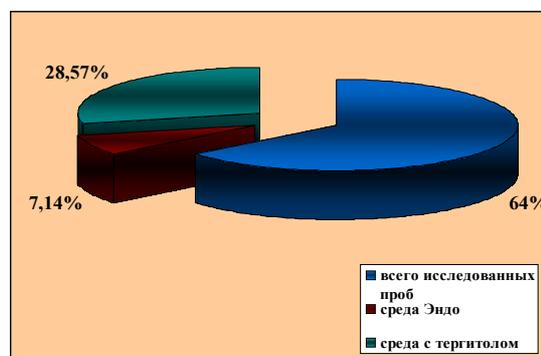


Рис. 2. Сравнительная характеристика роста бактерий на питательных средах

Количество проб (рис. 2), из которых были выделены колиформные бактерии со среды с тергитолом составило 8 проб, что составляет 28,57% от общего числа исследованных проб. На среде Эндо наблюдался рост только в двух пробах, что составило 7,14% от общего числа проб. Следовательно, можно сделать вывод, что среда с тергитолом чувствительнее среды Эндо в 4 раза. Так как на среде с тергитолом могут развиваться стрессированные после дезинфекции микроорганизмы, то на среде Эндо это не возможно, так как среда Эндо более селективна, за счет присутствия в ней компонента фуксина, который, в свою очередь относится к числу веществ канцерогенного действия.

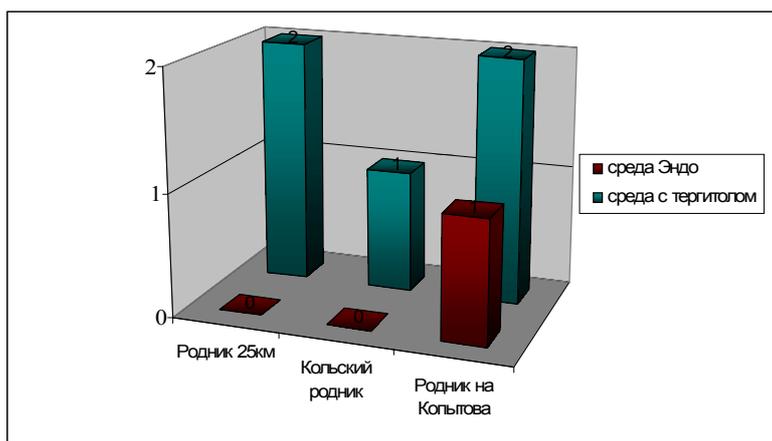


Рис. 3. Сравнительная характеристика питательных сред.

Нами были проведены исследования питьевых источников Мурманской области. По методике МУК 4.2.1. 1018-01, в которой применяется среда Эндо можно было бы предположить, что родники благополучны в микробиологическом отношении, так как, колиформные бактерии были выявлены лишь в одном случае. Абсолютно противоположная картина наблюдается, если рассматривать результаты, полученные при использовании среды с тергитолом. Колиформные бактерии мы выявили во всех проанализированных нами питьевых источниках родниковой воды.

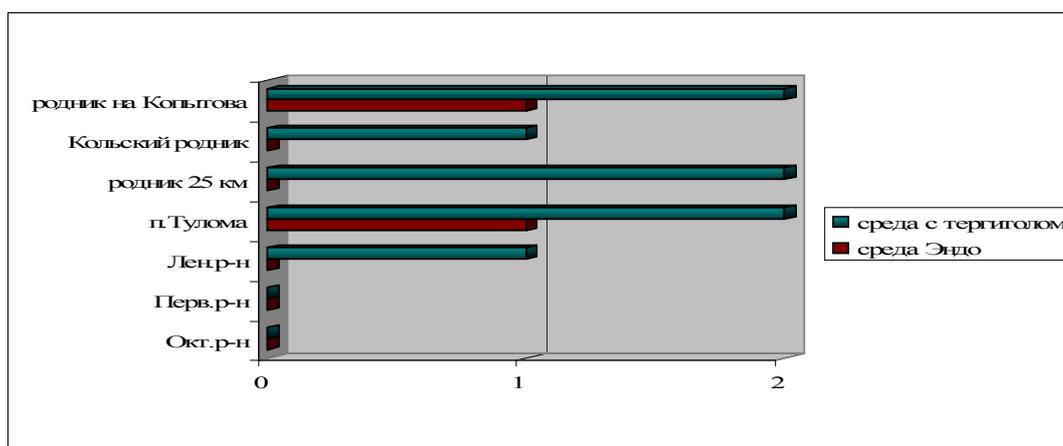


Рис. 4. Общая характеристика питательных сред.

Из представленных на рис.4. данных видно, что методика, применяемая Европейским Союзом для выделения колиформных бактерий более чувствительна, чем отечественная методика МУК 4.2.1. 1018-01 для выделения колиформных бактерий –

бактериальный рост на среде с тергитолом мы отмечали в 8 пробах. В связи с этим, методика позволяет улавливать более большее число искомым микроорганизмов.

В данной работе исследованы лишь некоторые объекты централизованного водоснабжения и питьевых источников родниковой воды, но данные которые мы получили, позволяют судить о новой питательной среды с тергитолом, как о зарекомендовавшей себя в качестве более надежного способа проверки питьевой воды, благодаря ее меньшей селективности.

Однако существует необходимость провести дальнейшие исследования питьевой воды централизованного водоснабжения для получения более яркой картины эффективности питательной среды с тергитолом. При исследовании питьевой воды по методике, установленной МУК 4.2.1. 1018-01 результаты чаще всего отрицательные, однако данные, полученные в ходе исследования позволяют предположить, что применение менее селективной среды с тергитолом позволяет выделить колиформные бактерии, которые подверглись воздействию дезинфектантов и находятся в стрессированном состоянии.

Таким образом методика определения колиформных бактерий по ГОСТ Р 52426-2005 показала более высокую эффективность выявления колиформных бактерий и *E.coli*, чем отечественная методика МУК 4.2.1. 1018-01. Это может послужить рекомендацией досрочного введения ГОСТ Р 52426-2005.

Список литературы:

- 1) Артемова, Т. З. Методические приемы для дифференцирования санитарнопоказательных бактерий семейства Enterobacteriaceae и грамотрицательных бактерий в воде / Т. З. Артемова // Лабор. дело, 1971, № 8, с. 502—505.
- 2) Артемова, Т. З. Разработка метода быстрого определения общей микробной загрязненности воды / Т. З. Артемова, Л. Е. Корш. // Гигиена воды и санитарная охрана водоемов. Под ред. Г. И. Сидоренко.- М. -1973.- С 5-8.
- 3) Ввозная, Н.Ф. Химия воды и микробиология. / Н.Ф. Ввозная. — М.: Высшая школа, 1979. - 342 с.
- 4) ГОСТ Р 52426-2005. Вода питьевая. Обнаружение и количественный учет *Escherichia coli* и колиформных бактерий. М.: Стандартиформ, 2006
- 5) ГОСТ 5216250-55. Вода хозяйственно-питьевого и промышленного водопользования. Методы санитарно-бактериологического анализа. — М.: Стандартгиз, 1950,1955.
- 6) Корш, Л.Е. Ускоренные методы санитарно-бактериологического исследования воды / Л.Е. Корш, Т.З. Артемова //Микробиология загрязненных вод. — М.: Медицина, 1976. - С.271- 295.
- 7) Перетрухина, А.Т. Микробиологический мониторинг водных экосистем Кольского Заполярья. Автореф. докт. дисс. М.: МГУ, 2001. 59 с.
- 8) Экологический доклад о питьевой воде / под ред. Р. Мидлтон, - США, 2003.

СЕКЦИЯ
«БИОХИМИЯ И МЕДИЦИНА»

Секция «Биохимия и медицина»

Баранок Н.В. Созависимость: причины, клиника, последствия	777
Башилов А.В. Использование электрохимической модельной системы в химическом скрининге антирадикальной активности семейства <i>Vegoniaceae</i>	780
Дьякова О.Г., Фокин В.А., Труфанов А.Г. Диагностика острого ишемического инсульта на основании данных диффузионно-взвешенной и перфузионно-взвешенной магнитно-резонансной томографии	783
Елизарова Н.С. Химическая характеристика рыбного сырья. Белки.....	787
Ключко Е.В. Введение в медицинскую этику и деонтологию	789
Кривенко О.Г. Остеопороз. причины, клинические проявления. профилактика	793
Минин В.Н., Анохина В.С. О питании личинок камчатского краба в условиях аквариальной культуры	796
Михнюк О.В., Чубарова И.В. Этиология, патогенез и лабораторная диагностика острого панкреатита.....	799
Михнюк О.В. Проблема эвтаназии	801
Шкуратов П.П., Мухин В.А. Пищевая и биологическая ценность продукции: истинная и декларируемая производителями	804
Овчинникова С.И., Игумнов Р.О. Биохимический анализ каротиноидов в мышечной ткани кумжи (<i>Salmo trutta</i>)	806
Панова Н.А. Биологически активные вещества, входящие в состав тела морского ежа	808
Похольченко Л.А. Рак молочной железы. современные представления	811
Рысакова К.С., Лыжов И.И., Мухин В.А. Генетический подход к изучению популяционной структуры некоторых видов гидробионтов Северного бассейна	815
Скрябин И.А., Смирнов О.В. Размерно-возрастной состав и темп полового созревания чёрного палтуса <i>Reinhardtius hippoglossoides</i> (Walbaum) из промысловых уловов в районе Западной Гренландии (микрорайоны 1 AD) в 2003-2007 гг.	820
Смирнова Е.Б. Современные способы получения ферментных препаратов из гепатопанкреаса камчатского краба	824
Тимакова Л.И., Овчинникова С.И. Изменение содержания макроэргических соединений в мышечной ткани рыб при замораживании и в процессе хранения при низких температурах	826
Хайруллина В.Р., Мухаметова Р.Р., Герчиков А.Я., Зарудий Ф.С., Тюрина Л.А. Структурные закономерности эффективных агонистов и антагонистов грелина	829
Шашкова Е.В. Авиационный химический уход и лесная мелиорация.....	833

СОЗАВИСИМОСТЬ: ПРИЧИНЫ, КЛИНИКА, ПОСЛЕДСТВИЯ

Баранок Н.В. (*Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии*)

Работая с людьми, зависимыми от психоактивных веществ (наркотики, алкоголь), много времени приходится уделять общению с их родственниками, состояние которых характеризуются термином «созависимость».

С проблемой созависимости сталкивается любой специалист, работающий в сфере наркологии. Созависимостью называют симптомокомплекс, наблюдающийся у родственников (в первую очередь родителей и супругов) химически зависимых. Основными характеристиками созависимости считают низкую самооценку, компульсивное желание контролировать жизнь других, желание «спасать» близких.

Термин «созависимость» начал активно использоваться в психотерапевтической практике с конца 70-х г. И чаще всего в связи с изучением функционирования партнера (жены) алкоголика. Однако по мере появления новых клинических данных было обнаружено, что синдром созависимости проявляется также у лиц, живущих с зависимыми от наркотиков или лекарственных препаратов людьми, в семьях, где есть хронические соматические или психические больные.

В качестве иллюстрации созависимого поведения, способствующего поддержанию наркозависимости, можно привести результаты одного из опубликованных исследований:

- 84% опрошенных родителей созависимых позволяли обманывать себя, давая деньги своему ребенку, хотя предполагали, что деньги будут потрачены на наркотик.
- 32% давали деньги на покупку наркотиков под влиянием жалости при «ломке» или уступая вымогательству.
- 67% скрывали кражи ценных вещей из дома и не обращались в милицию.
- 60% испытывают усиление страха, тревоги, беспокойства в периоды, когда их ребенок перестает потреблять наркотики, у многих тревога уменьшается после срыва ремиссии.
- 38% признают, что принимали все меры, чтобы «выгородить» своих детей при попадании их в милицию за изготовление и распространение наркотиков.
- У 100% опрошенных выявлены жалобы на раздражительность, тревогу, снижение настроения, нарушения сна т.п.
- У 68% выявлены психосоматические заболевания (гипертоническая болезнь, язвенная болезнь, бронхоспастический синдром, спазматический колит и т.п.).

Таким образом, созависимость так же, как и наркоманию, алкоголизм, считают заболеванием, а созависимых родственников — людьми, нуждающимися наравне с химически зависимыми пациентами в профессиональной психологической помощи. В проявлениях зависимости и созависимости находят много общего: утрата контроля, отрицание факта болезни родственника и собственного болезненного состояния, невозможность адекватно оценивать ситуацию в семье, сниженная самооценка, заболевания внутренних органов (имеющие психогенную основу) – психосоматические расстройства, депрессия и т.д.

Можно назвать аксиомой, что подавляющее количество семей наркозависимых негармоничны, дисфункциональны и были таковыми задолго до того, как ребенок начал принимать наркотики.

Признаки дисфункциональной семьи:

- Негибкость ролей, функции ригидны
- Правила негуманны, им невозможно следовать

- Границы либо отсутствуют, либо ригидны
- Коммуникации не прямые и скрытые, чувства не ценятся
- Поощряется либо бунтарство, либо зависимость и покорность; индивиды
- неспособны разрешать конфликты
- Исход: неприемлемый и деструктивный

В дисфункциональных семьях неспособность решать конфликты, ригидность ролей и недооценка чувств существовали и до того, как ребёнок начал наркотизироваться. Развитие наркотической зависимости у детей и есть деструктивный исход такого рода семьи. Все вышеуказанные характеристики оценивают ситуацию, существующую в семье. А каковы причины формирования таких семейных отношений? По нашим наблюдениям более половины отцов наркозависимых имеют алкогольные проблемы в разной степени выраженности: от злоупотребления алкоголем до хронического алкоголизма. Причём, точно указать количество не представляется возможным, т.к. данная проблема скрывается, её не принято обсуждать в семье, тем более – выносить за пределы семьи. Если вопрос касается злоупотребления алкоголем матери, то это – ещё более запретная тема. Проанализировав семейный анамнез пациентов, наблюдаемых мною за последние 2 года, я заметила, что 45% из них росли в неполных семьях, приёмных семьях или с отчимом. По отношению к матери такие пациенты чаще всего занимают обвинительную позицию, многие используют факт распада семьи в качестве постоянного орудия шантажа, вследствие чего у таких матерей развивается чувство вины. Именно чувство вины перед ребёнком приводит к тому, что семейные роли смещаются и мать начинает ставить ребёнка во главу семьи, а его интересы считать первостепенными.

Что касается пациентов из полных семей, то практически всегда в роли «спасателей» ребёнка от наркотиков выступают матери. Отцы либо индифферентно относятся к процессу лечения сына или дочери, формально интересуясь иногда «состоянием здоровья», либо даже активно избегают контактов с врачами и психологами.

Если рассуждать о типах неправильного воспитания, которые часто имеют место в семье будущего химически зависимого пациента, то это – «гиперопека», «гипоопека» (при этом семья зачастую не является неблагополучной; часто родители, имея высокий социальный статус, сообщают, что «ничего не могли с ним поделать, с 12 лет делал всё, что хотел и не слушался нас»), а чаще всего наблюдается воспитание по типу «кумира семьи».

Если наркозависимый пациент с раннего возраста имел какую либо хроническую соматическую патологию, либо пострадал в результате осложнённых родов, то, зачастую в детстве он всегда был крайне избалован и не имел ни в чём отказа. Матери таких пациентов часто в самом начале беседы с врачом психиатром-наркологом подробно рассказывают о том, что «ребёнок родился недоношенным» или «было обвитие пуповины», иногда даже плачут от «жалости к малышу», забывая, что речь в настоящее время идёт о молодом человеке 27 лет, 80 килограмм веса и многолетним стажем героиновой наркомании. При опросе выясняется, что такой пациент всю жизнь рос «недоношенным ребёнком» и продолжает им быть до сих пор.

Всё вышеуказанное, на мой взгляд, говорит о том, что возможно созависимость – состояние, которое не столько развилось в результате наркомании, сколько привело к ней.

Преодоление созависимости у родственников пациентов является, во-первых, первичной профилактикой у них многих видов зависимостей, а во-вторых, способствует

созданию условий для преодоления пациентом болезненной зависимости от психоактивных веществ.

Как показывает практика, у пациентов, родители которых не посещают коррекционные занятия для созависимых, стойкая ремиссия (воздержание от алкоголя и наркотиков более 6 месяцев) возникает в 2 раза реже, нежели у тех, родители которых проходят курс терапии созависимости. Если проанализировать истории болезни пациентов, родственники которых не посещают психотерапевтические группы, то чаще всего в ремиссию уходят те из них, которые принимают решение отдельного от родителей проживания.

Если подвести итоги всего вышесказанного:

1. Созависимость родственников следует считать не только следствием наркотизации химически зависимого, но и одной из причин начала и продолжения употребления наркотиков последним.

2. Терапия созависимости – один из основных факторов формирования ремиссии у химически зависимого пациента.

3. В условиях отсутствия принудительного лечения верно выстроенная линия поведения родственников – основной мотив пациента на прохождение длительного курса лечения.

4. Преодоление созависимости оздоравливает психологический климат в семье даже в условиях продолжающейся наркотизации зависимого.

5. В условиях полного отказа родственников химически зависимого от прохождения курса терапии созависимости, наиболее рациональной рекомендацией будет раздельное проживание наркозависимого от его родных.

Список литературы:

- 1) Жена больного алкоголизмом, школа выживания В.Д.Москаленко, издательский центр РОАЗ, Москва, 2002 г.
- 2) Руководство по наркологии. Под редакцией члена-корр. РАМН Н.Н.Иванца, Москва, 2002 г.
- 3) Валентик Ю.В., Сирота Н.А. Руководство по реабилитации больных с зависимостью от наркотиков. Москва: «Литера», 2002 г.
- 4) Дудко Т.Н., Пузиенко В.А., Котельникова Л.А. Дифференциальная система реабилитации в наркологии. Методические рекомендации. Москва, 2000г.
- 5) Шабанов П.Д., Штакельберг О.Ю. Наркомания (патопсихология, клиника, реабилитация), СПб, 2000г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ МОДЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В ХИМИЧЕСКОМ СКРИНИНГЕ АНТИРАДИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ СЕМЕЙСТВА *BEGONIACEAE*

Башилов А.В. (Минск, Центральный ботанический сад, НАН Беларуси, отдел биохимии и биотехнологии, anton.bashilov@gmail.com)

Abstract. It is investigated integrated antioxidizing activity is given galenic to preparations from eight species and intraspecific taxons families *Begoniaceae*. Perspectivity of use of such parameter as integrated antioxidizing activity for screening vegetative raw material with the purpose of expansion of the nomenclature of herbs that testifies to necessity of researches in the field of antioxidizing properties phytopreparats and biologically active additives of a phytogenesis is shown.

Введение

В последнее десятилетие свободные радикалы и их роль в развитии заболеваний стали предметом многих исследований. Существует большое число доказательств, что они участвуют в развитии более 50 заболеваний, в том числе и трудно излечимых. Так, активация процессов перекисного окисления липидов в тканях организма приводит к развитию свободно-радикально-обусловленных патологий, таких, как атеросклероз, гипертония, ишемическая болезнь сердца, онкология, катаракта и др. Для коррекции указанных состояний рекомендуют лечебные и профилактические средства, а в настоящее время все чаще применяют малотоксичные препараты природного происхождения, содержащие большой набор биоантиоксидантов, обладающих мягким воздействием на организм и сравнительно низкой токсичностью [1].

В настоящее время биологически активные вещества, используемые в фармацевтической промышленности, выделяют из растений, часто принадлежащих к редким видам. В связи с этим идет активный поиск новых источников получения биологически активных соединений растительного происхождения важное место, среди которых занимают таксоны тропических растений, в частности семейство бегониевых (*Begoniaceae*).

Семейство *Begoniaceae* насчитывает свыше 800 видов. Представители семейства характеризуются наличием широкого спектра продуктов вторичного обмена – алкалоидами, изопреноидами; фенольным соединениям – в значительной степени определяется практическое использование растений в фармацевтической промышленности в качестве основы лекарственных препаратов [2].

Цель работы – дать оценку интегральной антиоксидантной активности (ИАА) галеновым препаратам представителей семейства *Begoniaceae*.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования использовали листья растений семейства *Begoniaceae* из коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси, собранные в фазу цветения.

Экстрагирование растительного сырья проводили в соответствии с ГФ РБ. В мерную колбу емкостью 100 мл помещали 10 г экстрагируемого растительного сырья измельченного до размера частиц 3 мм и доводили 70%-ым этанолом до метки. Затем отстаивали 3 суток при температуре не выше 10°C. Полученный экстракт фильтровали.

Определение ИАА проводили с помощью кулонометрического титрования с внутренним генерированием соединений брома на потенциостате П-5827М. В качестве

рабочего электрода использовали платиновую пластину площадью 1 см². Вспомогательный электрод состоял из платиновой спирали. Катодная камера, в которую помещали вспомогательный электрод, отделялась от анолита полупроницаемой перегородкой. Кулонометрическое титрование проводили в гальваностатическом режиме (I = 5 мА). Конечную точку титрования устанавливали амперометрически с двумя поляризованными игольчатыми платиновыми электродами (ΔE = 300 мВ). Бром генерировали из водного раствора 0,2 моль/л бромида калия в присутствии 0,1 моль/л серной кислоты с выходом по току 100%.

В ячейку вместимостью 50 мл вводили 20 мл фонового электролита, опускали электроды и включали генераторную цепь. По достижении определенной величины индикаторного тока в ячейку вносили аликвоту исследуемого раствора и одновременно включали секундомер. Конечную точку титрования фиксировали после установления первоначального индикаторного тока, отключали секундомер и генераторную цепь.

Количество электричества в кулонах, затрачиваемое на титрование, рассчитывали по уравнению:

$$Q = (100 \cdot I \cdot t) / V$$

где Q – количество электричества, Кл;

I – сила тока, А;

t – время достижения конечной точки титрования, с;

V – объем аликвоты, мл.

Единицы измерения ИАА: кКл/100 мл [3, 4].

Результаты и их обсуждение

Для физиологически активных соединений различных классов, выделяемых из природных объектов, с точки зрения проявления биологической активности, наиболее часто используемой характеристикой является ИАА. Исследование этого параметра особенно актуально для галеновых препаратов и биологически активных добавок, применяемых для терапии и профилактики патологических состояний организма человека. К наиболее широко известным препаратам такого свойства относятся растительные экстракты.

Модельные системы, в которых критерием ИАА являются электрохимические процессы, сопровождающиеся окислительно-восстановительными реакциями и генерацией свободных радикалов, в настоящее время, получили широкое распространение. При этом одним из направлений исследований является изучение ИАА препаратов растительного происхождения в модельной системе на основе электрохимической генерации активных форм брома.

В результате электрохимического скрининга выявлена ИАА для восьми таксонов семейства *Begoniaceae*, а именно *Begonia rex* Putzeys. cv. Merry Christmas, *Begonia diadema* Linden cv. Kupfer Koenigin, *Begonia heracleifolia* Cham. et Schlecht., *Begonia lucerna* (Wettst.) hort., *Begonia bowery* Ziesenh., *Begonia* Tiger, *Begonia masoniana* Irmsch. и *Begonia x erytrophylla* Neum.

В качестве стандарта ИАА использовали натриевую соль поли-(пара-диокси-пара-фенилен) тиосерной кислоты (торговое название “Митофен”). Митофен – это антигипоксантантиоксидант пролонгированного действия. Его структурными аналогами являются убихинон, цитохром С, коэнзим Q10, солкосерин, биофен, олифен и гипоксен.

Наибольшую ИАА проявил экстракт из листьев *Begonia bowery* Ziesenh. (рис. 1) 38,6% от ИАА стандарта – натриевой соли поли-(пара-диокси-пара-фенилен) тиосерной кислоты. Небольшое снижение антиокислительной активности зарегистрировано для *Begonia rex* Putzeys. cv. Merry Christmas, 33,8% от активности митофена. Для *Begonia*

masoniana Irmsch. зарегистрирована ИАА – 29,8%. Такие таксоны как: *Begonia Tiger*, *Begonia lucerna* (Wettst.) hort. и *Begonia diadema* Linden cv. Kupfer Koenigin показали сравнительно одинаковый уровень ИАА, соответственно – 24,3%, 21,9% и 19,9% от ИАА митофена. *Begonia heracleifolia* Cham. et Schlecht. и *Begonia x erythrophylla* Neum. проявили самый низкий уровень ИАА – 17,4% и 13,5% соответственно.

Электрохимическое окисление бромид-анионов на платиновом электроде в кислых средах приводит к образованию Br_3^- , Br_2 , а также короткоживущих радикалов брома. Образующиеся при электроокислении соединения брома способны вступать в радикальные, окислительно-восстановительные, электрофильного замещения и присоединения по кратным связям реакций, что позволило охватить широкий спектр физиологически активных соединений изученных таксонов. На основании чего можно утверждать, что уровень ИАА является комплексным показателем, характеризующим суммарное содержание действующих веществ различных классов в экстрактах растений семейства *Begoniaceae*.

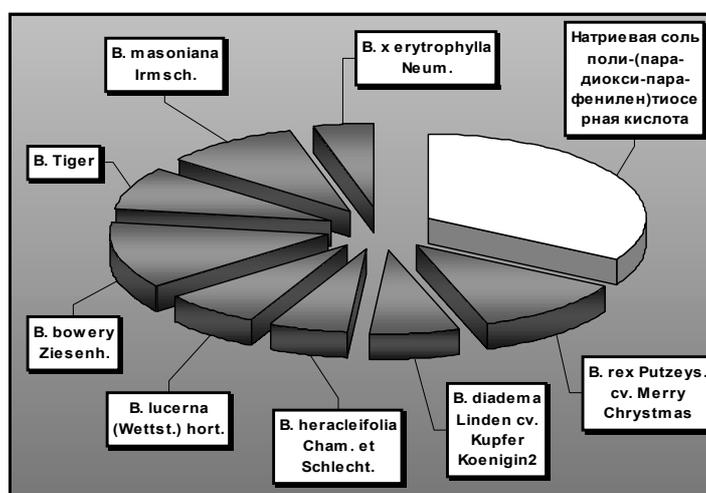


Рисунок 1. ИАА экстрактов представителей сем. *Begoniaceae*

Выводы:

Дана оценка ИАА восьми представителей семейства *Begoniaceae*. Показана перспективность использования такого показателя как ИАА для скрининга растительного сырья с целью расширения номенклатуры лекарственных растений, что свидетельствует о необходимости исследований в области антиоксидантных свойств лекарственных растений, фитопрепаратов и биологически активных добавок растительного происхождения.

Список литературы:

- 1) Хасанов В.В., Рыжова Г.Л., Мальцева Е.В. Методы исследования антиоксидантов // Химия растительного сырья. -2004. - № 3. С. 63-75.
- 2) Шахова Г.И. Бегонии. - М., 2006.
- 3) Годовальников Г.В. Государственная фармакопея Республики Беларусь. Общие методы контроля качества лекарственных средств. - Мн., 2006.
- 4) Лапин А.А., Борисенко М.Ф., Карманов А.П., [и др.]. Антиоксидантные свойства продуктов растительного происхождения // Химия растительного сырья.- 2007. - №7. - С. 79-83.

ДИАГНОСТИКА ОСТРОГО ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА НА ОСНОВАНИИ ДАННЫХ ДИФФУЗИОННО-ВЗВЕШЕННОЙ И ПЕРФУЗИОННО-ВЗВЕШЕННОЙ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

Дьякова О.Г.¹, Фокин В.А.¹, Труфанов А.Г.² (Санкт-Петербург, Военно-медицинская академия, ¹ кафедра рентгенологии и радиологии, ² клиника и кафедра нервных болезней; olgetu@mail.ru)

Abstract. Vascular brain diseases have an enormous medical-social importance in the current world. The stroke is the most widespread and has grave consequences of them. The part of ischemic stroke does consist 85% of all stroke. Therefore, the assessment of acute stroke is the topical problem, as of today. The goal of our research to determine the main parameters of MRI technique in the acute phase of stroke, which can definite area of brain infarction and perfusion deficit and identify ischemic tissue for rapid diagnosis and treatment.

Диффузионно-взвешенные изображения (ДВИ) позволяют диагностировать ишемический инсульт уже в первые часы. Изображения оцениваются визуально и количественно (расчет измеряемого коэффициента диффузии (ИКД)). Изменения, определяемые на ДВИ являются необратимыми и в последующем будут отчетливо выявляться на традиционных МР-томограммах. С помощью построения перфузионных карт можно оценить основные показатели перфузии: мозговой кровоток (СВФ), объем мозгового кровотока (СВВ), среднее время транспорта (МТТ) и время прибытия контрастного вещества (ТТР). Для ДВИ головного мозга в норме характерны следующие признаки:

- 1) отсутствие очагового изменения интенсивности МР-сигнала на ДВИ,
- 2) ИКД для серого вещества $> 84 \times 10^{-5} \text{ мм}^2/\text{с}$,
- 3) ИКД для белого вещества $> 60 \times 10^{-5} \text{ мм}^2/\text{с}$.

Для ПВИ головного мозга в норме характерны следующие признаки:

- 1) равномерное распределение показателей перфузии при выполнении цветного картирования: отчетливое различие между серым и белым веществом головного мозга;
- 2) равные показатели МТТ и ТТР для обоих полушарий головного мозга. (1)

Характерными изменениями данных ДВИ для ишемического инсульта являются увеличение интенсивности МР-сигнала с факторами взвешивания $b=500$ и $b=1000$ и снижение измеряемого коэффициента диффузии на ИКД-картах. Изменения, свойственные для ишемического инсульта по данным ПВИ: снижение показателей СВВ и СВФ, наиболее характерных в острой стадии ишемии и увеличение показателей ТТР и МТТ по сравнению с противоположным полушарием головного мозга с неизменным кровотоком (рис. 1) (1).

При оценке перфузионных нарушений нами был использован дифференцированный подход, в основе которого лежал расчет объема по перфузионным картам соответствующих временных (МТТ, ТТР) и скоростных параметров (СВВ, СВФ). Максимальные значения объема перфузионных расстройств у 67 больных (66,3%) определяли по картам МТТ, которые составили от 17 см^3 до 312 см^3 (средний объем $169,6 \pm 90,6 \text{ см}^3$); у 27 пациентов (24,3%) – по картам ТТР (от 17 см^3 до 305 см^3 , средний объем $136,4 \pm 103,3 \text{ см}^3$); в 15,3% случаев – по картам СВВ (от 49 см^3 до 59 см^3 ; средний объем $56,6 \pm 3,8 \text{ см}^3$). Минимальные значения объема перфузионных расстройств у всех больных определяли по картам СВФ. В области перфузионных расстройств среднее время транспорта (МТТ) увеличивалось на 2-14 с (в

среднем – на $5,8 \pm 4,7$ с) по сравнению с неповрежденной областью головного мозга противоположного полушария, что указывало на более длительную циркуляцию крови в ишемизированной ткани. Время до пика (ТТР) в перифокальной области также увеличивалось на 1-17 с (в среднем – на $6,9 \pm 4,5$ с) по сравнению с неповрежденной областью головного мозга. Увеличение параметра ТТР характеризовало более позднюю доставку крови в область циркуляторных расстройств.

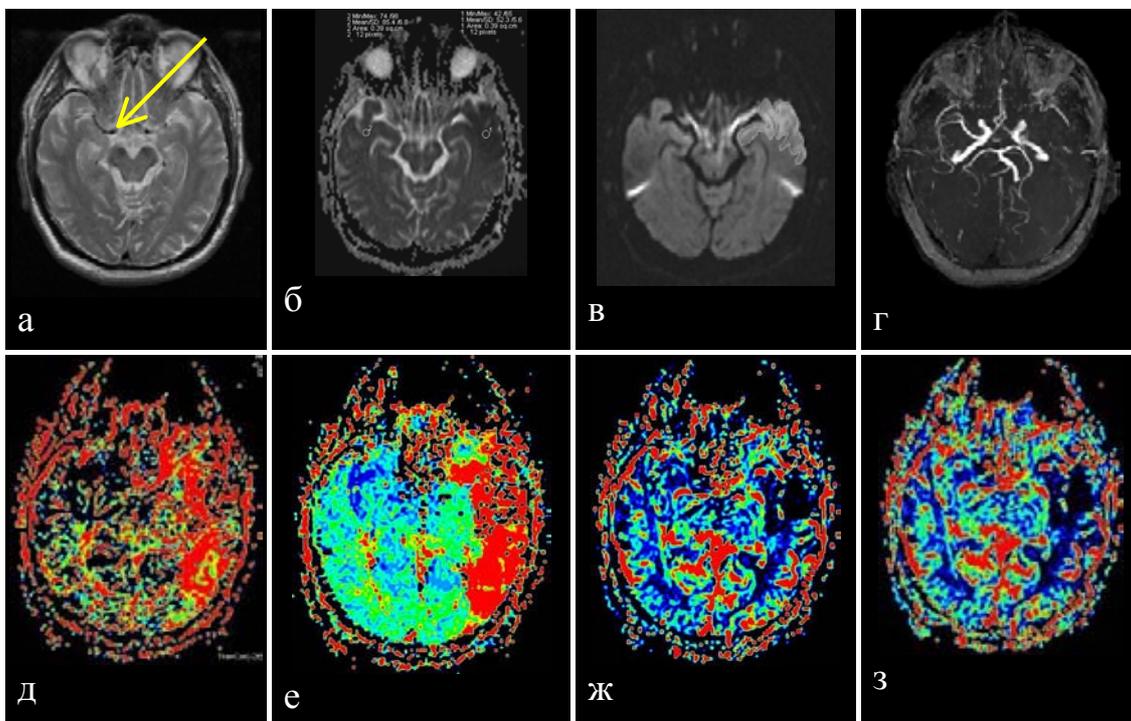


Рис. 1. МРТ. Больной Р., 71 год, 2 ч 40 мин с момента развития симптомов ОНМК. На Т2-ВИ (а) изменений интенсивности МР-сигнала не выявлено. На картах ИКД (б) определяется снижение измеряемого коэффициента диффузии до $45 \times 10^{-5} \text{ мм}^2/\text{с}$ в полюсе левой височной доли (ИКД на здоровой стороне – $85 \times 10^{-5} \text{ мм}^2/\text{с}$). На ДВИ (b=1000) определяется увеличение интенсивности МР-сигнала в полюсе левой височной доли (в). На МР-ангиограмме (г) не визуализируется сигнал от тока крови дистальнее М1 сегмента левой СМА (стрелка). На ПВИ определяется феномен «обеднения кровотока» в ядре формирующегося инфаркта и обширная зона перифокальных перфузионных расстройств с повышением показателей МТТ (д) и ТТР (е), снижением показателей мозгового кровотока – СВВ (ж) и СВФ (з) в бассейне кровоснабжения левой СМА.

Измерения проводились в трех временных точках: 1 - первые часы инсульта; 2 - в течение недели после терапии; 3 – через месяц после инсульта (контрольная точка). Нами были проанализированы динамика изменения измеряемого коэффициента диффузии в области ядра инфаркта, противоположной стороны и разница между ними (табл. 1). Был сделан вывод, что к концу острейшего периода (точка 2) происходило достоверное увеличение ИКД в области ядра с $42,40 \pm 9,6$ до $48,74 \pm 14,4 \times 10^{-5} \text{ мм}^2/\text{с}$. Кроме этого уменьшалась и разница между ИКД в противоположном полушарии и ИКД в области ядра. В точке 3 у всех пациентов отмечено достоверное увеличение ИКД по сравнению с ИКД в начале и конце острейшего периода (табл. 2).

Таблица 1. Динамика изменения измеряемого коэффициента диффузии в области ядра инфаркта

	Точка 1			Точка 2		
	Ядро	Норма	Разница	Ядро	Норма	Разница
ИКД	42,40±9,6	76,62±7,0	34,22±10,5	48,74±14,4	78,26±9,2	29,52±15,8
Max	65,2	92,6	55,2	79,6	104,4	55,6
Min	27,5	64,2	13,2	26,8	63,4	-0,7

Таблица 2. Динамика изменения измеряемого коэффициента диффузии в области ядра сформировавшегося инфаркта

ДВИ	Точка 1 ядро	Точка 2 ядро	Точка 3 сформиров. инфаркт	Точка 3 норма	Разница в точке 3
ИКД	42,40±9,6	48,74±14,4	100,61±37,94	74,34±8,1	-24,39±34,2
Max	65,2	79,6	150,6	91,0	23,4
Min	27,5	26,8	39,4	60,2	-76,6

К концу острого периода (точка 3) происходило увеличение ИКД до $100,61 \pm 37,94 \times 10^{-5} \text{ мм}^2/\text{с}$, что достоверно ($p < 0,05$) превышало ИКД в неповрежденном полушарии $74,34 \pm 8,1 \times 10^{-5} \text{ мм}^2/\text{с}$. Кроме этого уменьшалась и даже становилась отрицательной разница между ИКД в полушарии, противоположной области инфаркта, и ИКД в области ядра инфаркта ($-24,39 \pm 34,2 \times 10^{-5} \text{ мм}^2/\text{с}$).

Мы вычислили нормированные значения параметров ИКД и ТТР, условно назвав их «относительная патология». Было показано, что значения этих параметров в областях нормы и ядра ишемии различаются (рис. 2).

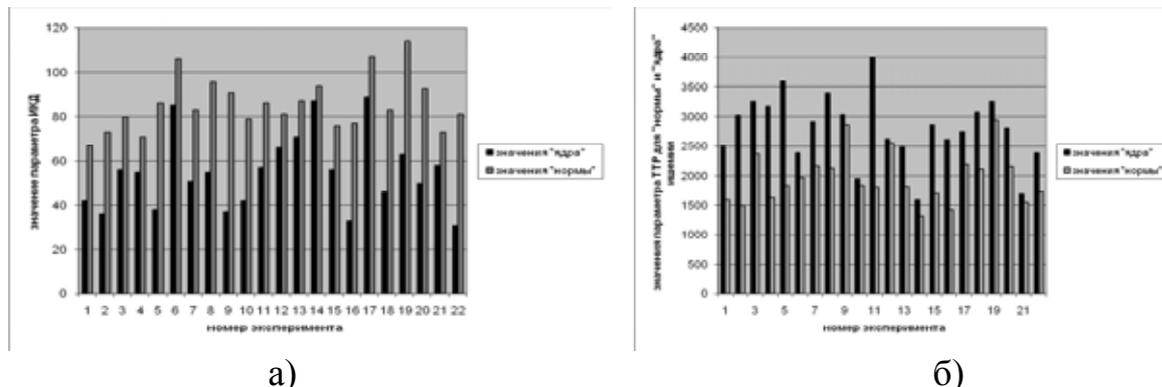


Рис. 2. Значения параметров ИКД (а) и ТТР (б) в норме и ядре ишемии.

Были посчитаны среднее квадратическое отклонение и математическое ожидание параметров ИКД и ТТР, и на основании полученных данных были построены графики распределения значений нормы и ядра по нормальному закону (табл. 3, рис. 3)

Таблица 3. Математическое ожидание (МО) и среднее квадратическое отклонение (СКО) для параметров ТТР и ИКД в норме и в ядре в точке 1

ТТР				ИКД			
НОРМА		ЯДРО		НОРМА		ЯДРО	
МО	СКО	МО	СКО	МО	СКО	МО	СКО
1,035	0,045	1,642	0,453	0,99	0,065	0,592	0,138

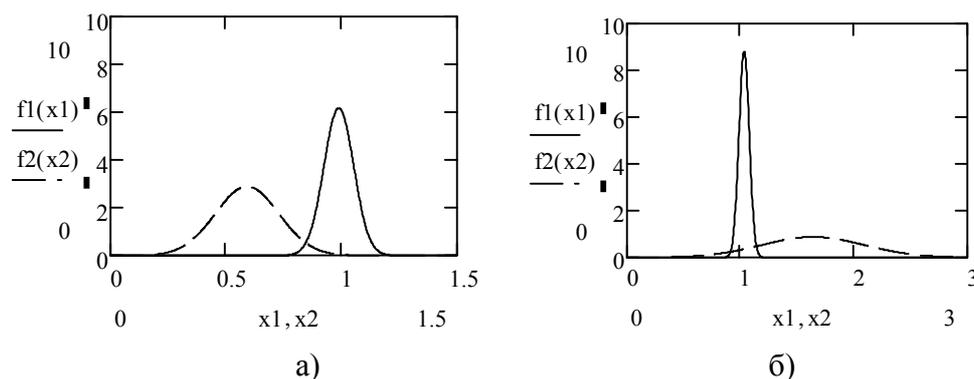


Рис. 3. Распределение величин нормы и ядра в точке 1 (норма - сплошная линия, ядро - пунктирная) для параметров ИКД (а) и ТТР (б).

Таким образом, зная граничные значения нормированных параметров ТТР и ИКД для областей ядра ишемии и нормы, можно математически оценить состояние той или иной области (табл. 4).

Таблица 4. Граничные значения для областей «норма» и «ядро»

Среднее значение	СКО	погрешность	граница
ИКД			
Ядро			
0,594	0,0198	0,077	0.594 ± 0.1
Норма			
0,318	0,047	0,182	0.318 ± 0.182
ТТР			
Ядро			
1,475	0,094	0,0198	1.475 ± 0.0198
Норма			
0,326	0,048	0,187	0.326 ± 0.187

Исследования проводились с помощью магнитно-резонансного томографа MAGNETOM Symphony фирмы «SIEMENS» (1,5 Тл, Германия), установленном на кафедре рентгенологии и радиологии Военно-Медицинской академии (С.-Петербург).

Список литературы:

- 1) Г.Е. Труфанов, М.М. Одинак, В.А. Фокин, Магнитно-резонансная томография в диагностике ишемического инсульта, СПб, 2008. - 272 с.
- 2) О.Г. Дьякова, Ю.В. Богачев, Н.Ю. Сугоняко, В.А. Фокин, "Методика оценки острого ишемического инсульта на основе магнитно-резонансной томографии", материалы зимней школы-конференции «Магнитный резонанс и его приложения», СПб, 2008. – с. 107
- 3) O.G. Dyakova, N.Yu. Sugonyako, V.A. Fokin, «MRI and MRS application in acute stroke diagnostics», Euromar, St. Petersburg, 2008. – p. 264
- 4) Г.Е. Труфанов, В.А. Фокин, Магнитно-резонансная томография, руководство для врачей/ СПб: Фолиант, 2007. – 688 с.
- 5) Е.И. Гусев, В.И. Скворцова, Ишемия головного мозга, М.: Медицина, 2001. – 326 с.

ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЫБНОГО СЫРЬЯ. БЕЛКИ

Елизарова Н.С. (Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии)

Белки являются основной частью обезжиренного плотного остатка рыбного сырья (70 – 90%). В процессе созревания слабосоленой продукции белковые вещества являются одним из основных субстратов ферментативных реакций, продукты которых в совокупности с другими образующимися веществами придают характерный для слабосоленой рыбы вкус и аромат. В организме рыб белки находятся в виде коллоидных растворов или в форме гелей с различными эластичными свойствами. Многообразие форм белковых растворов, их свойств обуславливает структуру мышечной ткани рыбного сырья. Геометрия полипептидной цепи складывается с учетом конформации аминокислотных остатков, соединенных пептидной связью и образующих сложную структуру белковой молекулы. При этом последовательность и состав аминокислот в полипептидной цепочке в значительной степени определяют свойства вторичной и третичной структуры белков. Структура белковых веществ всегда находится в напряженном состоянии, определяемом потенциальной энергией межполипептидных взаимодействий. Поэтому воздействие внешней среды (температура, ультразвук, радиационное облучение, магнитное поле и химические вещества: поваренная соль, кислоты и др.) способны изменить нативное состояние белковой молекулы и ее свойства. (Нейрат, 1958)

Мясо рыбы в основном состоит из простых белков. Солерастворимые белки составляют основу белковых веществ рыбного сырья (70%). Глобулины коагулируют при температурах 47 – 75⁰С, при этом по мере повышения температуры скорость коагуляции нелинейно возрастает. (Слуцкая, 1991)

Альбумины – водорастворимые белки – составляют 20 – 25 % от белковых веществ рыбного сырья и представлены миогенами А и В, миоальбумином и глобулином-Х. Альбумин входит в состав саркоплазмы и относительно легко диффундирует в воде при различных видах технологической обработки. Коагуляция альбуминов начинается при температуре 56⁰С. (Нейрат, 1958)

Сложные белки, несмотря на небольшое количество их в рыбном сырье, играют важную роль, принимая участие в формировании оболочек мембран, субмикроскопических структур клеточных ядер.

Первичная структура всех белков представлена полипептидной цепочкой, состоящей из последовательно соединенных пептидной связью аминокислот.

Содержание аминокислот (в % от содержания белка) в белковых веществах основных промысловых рыб, обрабатываемых посол, приведено в табл. 1. (Шендерюк, 1976). Данные табл. 1 свидетельствуют о некоторых колебаниях в содержании аминокислот в белковых веществах различных видов рыб. Аминокислотный состав белковых веществ не подвергается значительным изменениям в зависимости от возраста и степени созревания гонад. Некоторые исследователи приводят аминокислотный состав белковых веществ рыб, далеко отстоящих друг от друга в систематическом отношении и принадлежащих к разным экологическим группам. При этом они отмечают сходство их аминокислотного состава. (Леванидов, 1987)

Однако, несмотря на близкий аминокислотный состав белковых веществ рыбного сырья, для каждого вида рыб характерен определенный белковый спектр, по которому предпринимаются попытки отличать популяции рыб. Вероятно, это зависит от своеобразного построения полипептидной цепочки (последовательности аминокислот) в зависимости от вида рыбы, а возможно, и других факторов, определяющих своеобразие свойств и состава белковых веществ. (Шендерюк, 1976)

Табл. 1. Содержание аминокислот в белковых веществах основных промысловых рыб, обрабатываемых посол.

Вид рыбы	Аланин	Аргинин	Аспаргиновая кислота	Глютаминová кислота	Глицин	гистидин
Сельдь атлантическая		5,5				2,5
Сельдь тихоокеанская		5,9				2,0
шпрот		7,2			1,8	1,7
нерка	9,4	5,2	10,4	12,4	7,8	2,8
кета	9,5	4,7	10,3	12,0	7,8	2,7
горбуша	9,3	5,0	10,1	12,4	8,1	2,8
чавыча		5,7				2,6
Скумбрия японская	5,9	5,9	11,5	13,4	3,8	3,4
Скумбрия атлантическая		5,7				
Ставрида японская	5,0	9,4	6,5	6,3	4,8	
Нототения мраморная		2,8	9,0	3,0	2,5	

Содержание белковых веществ зависит от вида рыб, их физиологического состояния, кормовой базы, района обитания рыбы и колеблется от 6 до 24%. На содержание белковых веществ в мясе лососевых видов рыб особенно влияет их физиологическое состояние. Уменьшение содержания белковых веществ большинства этих рыб связано с процессом голодания в период нереста. Низкое содержание белковых веществ характерно для глубоководных рыб (гладкоголов). (Воскресенский, 1953)

Список литературы:

- 1) Воскресенский, Н.А. Основы технологии посола, копчения и сушки рыбы. – М.: Гизмедпищпром, 1953. – 182 с.
- 2) Леванидов И.П., Ионас Г.П., Слуцкая Т.Н. Технология соленых, копченых и вяленых рыбных продуктов. – М.: Агропромиздат, 1987.
- 3) Нейрат П., Бейли К. Белки. – М.: Иностранная лит-ра, 1958. – 844 с.
- 4) Слуцкая Т.Н. Созревание соленых рыб// Рыб. Хоз-во. – 1991а. - №7. – С. 75 – 78.
- 5) Шендерюк В.И. Производство слабосоленой рыбы. – М.: Пищ.пром-сть, 1976. – 172 с.

ВВЕДЕНИЕ В МЕДИЦИНСКУЮ ЭТИКУ И ДЕОНТОЛОГИЮ

Ключко Е.В. (*Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии*)

Abstract. Medical ethics is a science about the moral beginnings in activity of physicians. The deontology studies the moral maintenance of actions and acts of the medical staff in a concrete situation. The theoretical basis of deontology is medical ethics, and the deontology represents practical application of medical and ethical principles.

Философская дисциплина, изучающая мораль и нравственность, называется этикой.

Профессиональная этика – это принципы поведения в процессе профессиональной деятельности.

Медицинская этика – часть общей и один из видов профессиональной этики. Это наука о нравственных началах в деятельности медиков. Предметом ее исследования является психоэмоциональная сторона деятельности медиков. Понятия о врачебной этике складывались с древних времен. (1)

В разные исторические эпохи у народов мира существовали свои представления о медицинской этике, связанные с укладом жизни, национальными, религиозными, культурными и другими особенностями. Принято считать, что именно Гиппократ сформулировал основные принципы медицинской этики («Клятва», «Закон», «О врачах» и т. д.).

Медицинская деонтология – часть медицинской этики, совокупность необходимых этических норм и предписаний для медицинских работников в осуществлении профессиональной деятельности. Деонтология изучает нравственное содержание действий и поступков медицинского персонала в конкретной ситуации. Теоретической основой деонтологии является медицинская этика, а деонтология, проявляясь в поступках медицинского персонала, представляет собой практическое применение медико-этических принципов.

Аспектами медицинской деонтологии являются взаимоотношения: медиков с больным; медиков с родственниками больного; медиков между собой.

Основой взаимоотношений является слово. Умным, тактичным словом можно поднять настроение больного, вселить в него бодрость и надежду на выздоровление и в то же время неосторожным словом можно глубоко ранить больного, вызвать резкое ухудшение его здоровья. Важно не только, что говорить, но и как, зачем, где говорить, как отреагирует тот, к кому обращается медицинский работник: пациент, его родственники, коллеги. Не только слова, но и интонация, выражение лица, жесты имеют большое значение во взаимоотношениях с больным, его родственниками, коллегами. Медик должен обладать особой «чувствительностью к человеку», владеть эмпатией – способностью сострадать, ставить себя на место больного. Он должен уметь понять больного и его близких, уметь слушать «душу» больного, успокоить и убедить. Это своего рода искусство, причем нелегкое. В разговоре с больным недопустимы равнодушие, пассивность, вялость. Больной должен чувствовать, что его правильно понимают, что медицинский работник относится к нему с искренним интересом.

В настоящее время существуют четыре типа моделей взаимоотношений врача и пациента. Информационная, когда врач выступает в качестве компетентного эксперта-профессионала, собирая и предоставляя информацию о болезни самому пациенту. При этом пациент обладает полной автономией, имея право на всю информацию и самостоятельно выбирая вид медицинской помощи. Пациент может быть необъективным, поэтому задача врача – разъяснить и подвести больного к выбору

верного решения. Интерпретационная, когда врач выступает в роли консультанта и советчика. Он должен выяснить требования больного и оказать помощь в выборе лечения. Для этого врач должен интерпретировать, информацию о состоянии здоровья, обследовании и лечении, чтобы больной смог принять единственно правильное решение. Врач не должен осуждать требования больного. Цель врача – уточнить требования больного и помочь сделать правильный выбор. Требуется терпеливая работа с пациентом. Автономия пациента при этой модели велика. Совещательная, когда врач хорошо знает больного. Все решается на основе доверия и взаимного согласия. Врач при этой модели выступает в роли друга и учителя. Автономия пациента при этом соблюдается, но она основана на необходимости именно данного лечения. Патерналистская, когда врач выступает в роли опекуна, но при этом ставит интересы больного выше собственных. Врач настойчиво рекомендует больному выбранное им лечение. Если больной не согласен, то последнее слово остается за врачом. Автономия пациента при этой модели минимальна (в системе отечественного здравоохранения чаще всего используется именно эта модель). (2)

Поведение медика с больным зависит от особенностей психики больного, которая во многом определяет так называемую внутреннюю картину болезни.

Внутренняя картина болезни – это осознание больным его заболевания, отражение в сознании больного его заболевания, целостное представление больного о своем заболевании, его психологическая оценка субъективных проявлений болезни. На внутреннюю картину болезни влияют особенности личности больного (темперамент, тип высшей нервной деятельности, характер, интеллект и др.). Во внутренней картине болезни различают: чувственный уровень, подразумевающий болезненные ощущения больного; эмоциональный – реагирование больного на свои ощущения; интеллектуальный – знания о болезни и ее оценку, степень осознания тяжести и последствий заболевания; отношение к болезни, мотивацию к возвращению здоровья.

Выделение этих уровней весьма условно, но они позволяют медикам более осознанно выработать тактику деонтологического поведения с больным.

Чувственный уровень очень значим при сборе информации (анамнеза) о проявлениях болезни, ощущениях больного, что позволяет точнее поставить диагноз заболевания.

Эмоциональный уровень отражает переживания больным своего заболевания. Естественно, что эти эмоции отрицательны. Медик не должен быть равнодушным к переживаниям больного, должен проявлять сочувствие, уметь поднять настроение больного, вселить надежду на благоприятный исход заболевания.

Интеллектуальный уровень зависит от общего культурного развития больного, его интеллекта. При этом следует учитывать, что больные-хроники знают о своем заболевании достаточно много (популярная и специальная литература, беседы с врачами, лекции и т. д.). Это во многом позволяет медикам строить свои взаимоотношения с больным на принципах партнерства, не отвергая просьбы и сведения, которыми располагает больной.

У больных с острыми заболеваниями интеллектуальный уровень внутренней картины болезни ниже. О своем остро возникшем заболевании больные, как правило, знают очень немного, и эти знания носят весьма поверхностный характер. Задача медицинского работника в отношении такого больного состоит в том, чтобы в пределах необходимого и с учетом состояния больного восполнить дефицит знаний о болезни, объяснить сущность заболевания, рассказать о предстоящем обследовании и лечении, т. е. привлечь больного к совместной борьбе с болезнью, нацелить его на выздоровление. Знание интеллектуального уровня внутренней картины болезни позволяет правильно выбрать тактику лечения, психотерапию и т. д.

Поэтому четкие представления об интеллектуальном уровне внутренней картины болезни надо получить с первых минут общения с больным.

Характер отношения к болезни играет очень большую роль. Об этом знали еще врачи древности: «Нас трое – ты, болезнь и я. Если ты будешь с болезнью, нас будет двое, а я останусь один – вы меня одолеете. Если ты будешь со мной, нас будет двое, болезнь останется одна, мы одолеем ее» (Абу-ль-Фарадж, сирийский врач, XIII в.). Эта древняя мудрость показывает, что в борьбе с болезнью многое зависит от самого больного, от его оценки собственной болезни, умения медиков привлечь больного на свою сторону.

Отношение больного к болезни бывает адекватным и неадекватным. Адекватное отношение к болезни отличается осознанием своего заболевания и признанием необходимости принятия мер к восстановлению здоровья. Такой больной проявляет активное партнерское участие в проведении лечения, что способствует скорейшему выздоровлению.

Неадекватное отношение к болезни чаще характеризуется несколькими типами: тревожный – непрерывное беспокойство и мнительность; ипохондрический – сосредоточенный на субъективных ощущениях; меланхолический – удрученность, неверие в выздоровление; неврастенический – реакция по типу раздражительной слабости; агрессивно-фобический – мнительность, основанная на маловероятных опасениях; сенситивный – озабоченность впечатлением, которое больной производит на окружающих; эгоцентрический – «уход» в болезнь; эйфорический – наигранное настроение; анозогностический – отбрасывание мыслей о болезни; эргопатический – уход от болезни в работу; параноический – уверенность, что болезнь есть чей-то злой умысел; пренебрежительный – недооценка своего состояния и соответственное поведение (нарушение предписанного режима, физическое и психическое перенапряжение, игнорирование назначенного лечения); утилитарный – стремление извлечь из болезни материальные и моральные выгоды.

Знание внутренней картины болезни помогает в установлении деонтологически грамотного общения с больным, в формировании адекватного отношения больного к своему заболеванию, что повышает эффективность проводимого лечения.

Основные этические принципы в медицине. Врачебный долг медицинского работника – проявлять гуманизм, всегда оказывать помощь больному, никогда не участвовать в действиях, направленных против физического и психического здоровья людей, не ускорять наступления смерти. Принцип «не навреди»: непричинение вреда, ущерба здоровью пациента есть первейшая обязанность каждого медицинского работника. Пренебрежение этой обязанностью в зависимости от степени ущерба здоровью больного может стать основанием для привлечения медицинского работника к судебной ответственности. Этот принцип обязателен, но он допускает определенную степень риска. Некоторые виды лечения рискованны для здоровья больного, но этот вред не наносится умышленно, и его оправдывает надежда на успех в борьбе с болезнью, особенно смертельной.

Принцип сохранения медицинской тайны. Под врачебной тайной понимают не подлежащие огласке сведения о болезни, интимной и семейной сторонах жизни больного, полученные от него самого или выявленные в процессе его обследования и лечения. Не подлежат огласке также сведения о физических недостатках, вредных привычках, имущественном положении, круге знакомств. Об этом говорится и в «Клятве» Гиппократова: «Чтобы я не увидел и не услышал касательно жизни людской, я умолчу о том, считая подобные вещи тайной...»

Принцип информированного согласия – любой медицинский работник должен максимально полно информировать больного, дать ему оптимальные советы.

Принцип уважения автономии пациента означает, что пациент сам, независимо от медиков, должен принимать решение относительно лечения, обследования и т. д. При этом у пациента нет права требовать от врачей принять решение за него (если только пациент не в бессознательном состоянии), чтобы потом не привлекать врачей к ответственности за неправильное лечение.

В современных условиях особенно важен принцип справедливого распределения, который означает обязательность предоставления и равнодоступность медицинской помощи. В каждом обществе правила и порядок предоставления медицинской помощи устанавливаются в соответствии с его возможностями. Особенно часто несправедливость возникает при распределении дорогостоящих лекарств, использовании сложных оперативных вмешательств и т. д. При этом наносится огромный моральный ущерб тем больным, которые в силу ряда причин обделены тем или иным видом медицинской помощи. (1)

Человек, вступивший во взаимоотношения с медициной, часто подвержен влиянию отрицательных факторов – миелогений. Различают следующие виды миелогений:

эгогении – отрицательное влияние больного на самого себя, обусловленное, восприятием болезненных проявлений самим больным;

эгортогении – неблагоприятное влияние одного больного на других больных в процессе их общения, когда больной верит другому больному больше, чем врачу (особенно вредно, когда имеет место отрицательная личностная основа у того, кто оказывает влияние);

ятрогении – неблагоприятное воздействие на больного со стороны медицинских работников в процессе обследования и лечения.

Различают четыре вида ятрогении (могут быть и «немые» ятрогении, которые возникают в результате бездействия). 1) Психогенные расстройства, возникающие как следствие деонтологических ошибок медицинских работников (неправильных, неосторожных высказываний или действий). 2) Медикаментозные – неблагоприятные воздействия на больного в процессе лечения медикаментами, например побочное действие лекарственных средств, аллергические реакции и т. д. 3) Манипуляционные – неблагоприятные воздействия на больного в процессе обследования (например, перфорация пищевода в ходе фиброгастроскопии) или лечения (например, язвы на коже в результате проведения лучевой терапии) и т. д. 4) Комбинированные.

Вопрос о профилактике ятрогении является важным для медицины в целом и медицинской деонтологии в частности. Для решения этого вопроса необходимо повышать культуру медицинского обслуживания на всех этапах лечебно-профилактической работы, изучать особенности переживания больным своей болезни, совершенствовать профессиональный отбор в медицинских учебных заведениях среднего и высшего звена.

Список литературы:

- 1) Ген, Е. Е. Основы социальной медицины. – Москва : ФОРУМ – ИНФРА – М, 2003. – 254 с.
- 2) Покровский, Б. В. и др. Биомедицинская этика. М. : Медицина, 1997. – 222 с.
- 3) Яровинский, М. Я. Размышления морали, этике, биоэтике / Медицинская помощь. 1999. № 6. с.43-47.

ОСТЕОПОРОЗ. ПРИЧИНЫ, КЛИНИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ. ПРОФИЛАКТИКА

Кривенко О.Г. (Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии)

Abstract. The problem of a bony rarefication is extremely actual and on the importance takes the fourth place among infections diseases after cardiovascular, oncological diseases and a diabetes. The bony rarefication is the systemal, progressing disease of a skeleton described by reduction of density and infringement of structure of a bone tissues.

Проблема остеопороза чрезвычайно актуальна и по значимости занимает четвертое место среди неинфекционных заболеваний после сердечно-сосудистых, онкологических заболеваний и сахарного диабета.

Остеопороз называют "молчаливой эпидемией XX века". В США, Европе и Японии страдают остеопорозом 75 млн. человек, из них 1/3 составляют женщины в постменопаузальном периоде. В последние годы наметилась тенденция к увеличению количества больных, страдающих остеопорозом. Переломы шейки бедра, связанные с остеопорозом, наряду с ИБС, раком матки, раком молочной железы являются наиболее частыми причинами смерти женщин.

Остеопороз – это системное, прогрессирующее заболевание скелета, характеризующееся снижением плотности и нарушением структуры костной ткани.

Остеопороз - заболевание, не столько опасное по своей симптоматике, сколько чреватое тяжелыми последствиями. При остеопорозе происходит уменьшение плотности костной ткани, кость теряет свою сложную архитектуру, становится рыхлой и ломается даже при небольшой нагрузке.

Первопричина появления остеопороза - это неполноценное по химическому составу питание и вредное воздействие токсических элементов окружающей среды, что приводит к нарушению обмена веществ.

Отмечено, если в организме избыток тяжелых металлов и недостаток кальция, магния, марганца, цинка, кремния, меди, нарушение фосфорного обмена, то развитие остеопороза просто закономерно.

Особенно это касается современных детей, в рационе которых вместо молока и творога преобладают чипсы и кока-кола. Отсюда и остеопороз с характерной для него повышенной возбудимостью нервной системы, плаксивостью, упрямством, сколиозом и частыми простудными инфекциями.

Риск развития остеопороза определяется двумя важнейшими обстоятельствами: величиной массы костной ткани, накопленной к 30-40 годам, и скоростью ее последующего снижения. При снижении плотности костной ткани на 10%, риск переломов позвоночного столба и шейки бедренной кости возрастает в 2-3 раза.

В настоящее время выделяют несколько **групп факторов риска** развития остеопороза:

I группа - генетические и индивидуальные факторы риска (генетический фактор, семейный анамнез; принадлежность к различным расам; конституция; возраст; пол; длительность грудного вскармливания; количество беременностей; возраст наступления менопаузы).

II группа факторов риска определяется образом жизни (малоподвижный образ жизни, курение).

III группа факторов риска связана с питанием (сбалансированность питания; прием алкоголя, большого количества кофе и т.д.)

Различают первичный и вторичный остеопороз.

Первичный (инволюционный) остеопороз – развивается чаще всего после 50 лет:

1. Постклимактерический – связан со снижением выработки женских половых гормонов в яичниках. Это женщины, у которых прекратились менструации 1-3 года назад, и которые отмечают боли в спине. Это чаще всего ранний остеопороз, который проявляется болями в позвоночнике. В более позднем периоде, обычно после 65 лет, присоединяются боли в ногах.
2. Юношеский остеопороз – в последнее время произошло «омоложение» остеопороза, повысился процент переломов костей у детей и лиц молодого возраста;
3. Старческий – вследствие общего старения и «изнашивания» организма, уменьшения массы и прочности скелета обычно возникает у мужчин и у женщин после 75-80 лет;

Частота первичного остеопороза в среднем составляет 25-40%. Частота переломов у женщин в возрасте 50-54 года увеличивается в 4-7 раз в сравнении с мужчинами того же возраста. При отсутствии соответствующей профилактики к 70 годам примерно у 50% женщин возникают переломы в том или ином месте.

Вторичный остеопороз является следствием основного заболевания, т.е. некоторые хронические заболевания могут привести к развитию остеопороза, например:

- Неврогенная анорексия (в связи с отказом от еды и недостаточным поступлением кальция).
- Токсический зоб (избыток тиреоидных гормонов способствует катаболическим процессам в костях и развитию остеопороза).
- Болезнь и синдром Иценко-Кушинга (избыток кортизола в организме вызывает остеопороз в связи с усилением катаболических процессов в костях).
- Акромегалия (в связи с выраженной кальциурией).
- Гипотиреоз.
- Инсулинзависимый сахарный диабет (дефицит инсулина способствует преобладанию в костной ткани катаболических процессов).
- Ревматоидный артрит.
- Анкилозирующий спондилоартрит.
- Гиперпаратиреоз (избыток паратгормона активизирует деятельность остеокластов, способствует выведению кальция из костей и развитию остеопороза).
- Заболевания желудочно-кишечного тракта (резекция желудка, гастроэктомиа, хронический энтерит различной этиологии, хронический панкреатит) в связи с нарушением всасывания кальция.
- Несовершенный остеогенез (болезнь Лобштейна) - врожденное заболевание, проявляющееся остеопорозом, частыми переломами, тугоухостью, голубыми склерами, выпячиванием в области затылочной кости.
- Первичный билиарный цирроз печени.
- Болезни крови – гемолитическая анемия, гемохроматоз, талассемия.

Клиническая картина. Остеопороз, как правило, развивается постепенно, и долгое время может оставаться незамеченным. Основными клиническими симптомами являются боли в поясничном или грудном отделе позвоночника. Снижение костной массы происходит безболезненно, иногда без всяких симптомов на протяжении десятков лет, в чем и состоит коварство болезни.

Одновременно происходит медленное уменьшение роста и изменение осанки, прогрессирующее ограничение двигательной активности, потеря массы тела.

Переломы являются наиболее значимым проявлением остеопороза. Чаще всего происходят переломы лучевой кости, компрессионные переломы позвоночника. Особенно опасными являются переломы шейки бедра, смертность при которых наблюдается в 20-25% случаев в течение первых 6 месяцев, тяжелая инвалидизация наступает в 40-45% случаев.

Профилактика. Чтобы предупредить развитие остеопороза, достаточно выполнять комплекс простых требований и следовать им в течение всей жизни.

Прежде всего, это – сбалансированное питание. В рационе должны непременно присутствовать молочные продукты, рыба, овощи и фрукты, так как они являются наиболее приемлемыми натуральными источниками кальция. Употребление соли должно быть ограничено, в виду того, что излишки соли способствуют выведению кальция из организма. Прием кофе и, особенно, алкоголя так же должен быть ограничен, так как они более чем вредны с точки зрения риска развития остеопороза. В случае если кальцийсодержащие продукты питания не удовлетворяют потребности в этом элементе, возможно употребление препаратов кальция, особенно в сочетании с витамином D.

Другое важное требование – наличие разумных физических нагрузок. Занятия спортом могут быть лишь профилактикой, но не лечением, так как больным остеопорозом некоторые упражнения противопоказаны. Физическая нагрузка должна быть адекватна возрасту. В юном возрасте хорошо заниматься видами спорта, четко направленными на развитие мускулатуры, ближе к преклонным годам физическая нагрузка должна быть более мягкой и безопасной. Не стоит полностью прерывать занятий спортом до тех пор, пока здоровье позволяет оставаться в форме, чтобы не терять мышечного тонуса и не допускать развития остеопороза в результате резкой перемены физкультурного режима

Лечение остеопороза основано на коррекции питания, приеме препаратов кальция, гормональных препаратов. Лечение должно назначаться только врачом и проходить под его наблюдением. Самолечение чревато развитием серьезных осложнений.

Список литературы:

- 1) Марова Е.И. Классификация остеопороза. // Научно-практ. мед. журнал. - 1998. - № 1. - С. 8 - 12.
- 2) Рожинская Л.Я. Системный остеопороз. - М.: Крон-Пресс. - 1996. - 197 с.
- 3) Лазебник Л.Б., Маличенко С.Б. Остеопороз - гериатрическая проблема // Рос.мед.журн.- 1999.-№4.-с.38-43.
- 4) Фрост Н.М. Эволюция взглядов на остеопороз (обзор за 1998 год) // Остеопороз и остеопатии.- 2000.- № 1.- С.2-8.
- 5) Базеко Н.П.,Окороков А.Н. Остеопороз.- М.: Медицинская литература.-2003.- 112с.

О ПИТАНИИ ЛИЧИНОК КАМЧАТСКОГО КРАБА В УСЛОВИЯХ АКВАРИАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ

Минин В.Н., Анохина В.С. (Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии,
anohinavs@mstu.edu.ru)

Abstract. The brief review of history of research a crabs biology (*Paralithodes camtschaticus*) and results of experimental supervision at a feed the crabs larva in an aquarium is presented.

Камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* относится к отряду Decapoda, подотряду Anomura, семейству Litodidae, подсемейству Lithodinae, роду Paralithodes.

Изучению биологии камчатского краба в естественной среде обитания и в лабораторных (аквариальных) условиях посвящены многочисленные работы отечественных и зарубежных авторов.

Впервые этот вид описан и назван в статье В.Г. Тилезиуса – участника первой русской кругосветной экспедиции Крузенштерна, появившейся в 1815 году в Записках Российской Академии Наук. Первые наблюдения над жизнью камчатского краба проведены в 1837 – 1844 годах И. Г. Вознесенским. По сведениям Л. Виноградова (1941) подробное исследование камчатского краба было выполнено и опубликовано в 1849 – 1851 гг. академиком Российской Академии наук Брандтом.

Годовой цикл жизни и общие схемы сезонных миграций краба впервые прослежены в работах Н. П. Навозова-Лаврова (1927).

Много внимания уделяли различным сторонам биологии камчатского краба японские специалисты: К. Накадзава (1912), С. Исси (1929), Х. Кадзита и С. Накагава (1932), Х. Марукава (1933).

Интересные сведения по биологии камчатского краба приведены Н.А. Пальчевским (1897). Многочисленные исследования посвящены биологии камчатского краба на ранних стадиях онтогенеза в естественных и лабораторных (аквариальных) условиях: Х. Марукава (1933), Д. Симидзу (1937), Т. Каваи (1940), С. Сато и С. Танако (1949 а,б), Курата (1959, 1960, 1964), Зубкова (1964), Орлов (1965), Казаев (1995), Баканев и Кузмин (1999), Матюшкин (2000), Беренбойм (2001).

Интересные сведения об отечественных опытах по инкубации икры камчатского краба, влиянию температуры на метаморфоз личинок и рост молоди приводит Л. Виноградов (1941). Морфологические различия личинок крабов подотряда Anomura описаны Сато (1958). Морфологические особенности личинок камчатского краба и порядок прохождения метаморфоза в дальневосточном регионе детально описаны Р.Р. Макаровым (1966), который отметил, что в планктоне личинки находятся на стадии зоза, последовательно сменяя четыре стадии от зоза I до зоза IV. После линьки зоза IV превращается в глаукотоз, послеличиночную или декаподитную стадию.

Отечественные лабораторные эксперименты с взрослыми половозрелыми особями камчатского краба, доставленными в аквариальную Мурманского морского биологического института с Дальнего Востока, были проведены в 1960-е гг. Задача состояла в наблюдении за развитием икры, выводением из нее личинок и получением данных о первых личиночных стадиях (Зубкова, 1964).

Немного позже рост, выживаемость и питание мальков камчатского краба в условиях аквариальной изучали норвежские ученые Mortensen и Damsgard (1996).

Личинки камчатского краба претерпевают сложный метаморфоз, который протекает в несколько этапов и стадий, сменяющих друг друга. Отличительные признаки I-IV стадий зоза камчатского краба были выделены В. С. Левиным (2001).

Кроме того, зоза I-III различают по строению и щетиночному вооружению экзоподитов максиллипод третьей пары.

Н. П. Ковачева и А. Б. Эпельбаум (2003) предложили модифицированную схему для определения стадий зоза *Paralithodes camtschaticus* в которой для определения стадий развития зоза учитывали наличие плеопод и уруподит, а также обособленность тельсона.

В раннем онтогенезе камчатского краба было установлено снижение интенсивности обмена веществ и отсутствие роста при переходе со стадии зоза IV в стадию глаукотоз (Nakanishi, 1987; Stevenson, Kittaka, 1998). Замедление роста при переходе со стадии зоза IV в стадию глаукотоз отмечают также Н. П. Ковачева и А. Б. Эпельбаум (2003). Имеются сведения, что трансформация и переход краба из активной планктонной фазы в менее активную донную форму жизни сопровождается повышенной смертностью, что связано с глубокой физиологической перестройкой организма (Stevenson, Kittaka, 1998; Ковачева 2002).

Продолжительность личиночного периода камчатского краба по данным лабораторных исследований и наблюдений в естественной среде составляет 2-3 месяца (Виноградов, 1968; Казаев, 1995). На сегодняшний день экспериментально доказано, что в естественных условиях обитания продолжительность планктонного периода жизни личинок камчатского краба определяется температурой окружающей среды и тесно связана с количеством полученного тепла в °/днях (Казаев, Плечкова, 1996). Согласно данным Марукавы (1933) суммарная величина эффективной температуры, необходимой для развития зоза камчатского краба, составляет 422 °/дня. По другим данным эта величина колеблется от 282-х (Shimizu, 1939) и 285-и °/дней (Nakanishi, 1987) до 337 °/дней (Sato, Tanako, 1949) и 350 °/дней (Клитина, 2002).

Столь значительные расхождения по сумме тепла, необходимого для полного завершения личиночного развития краба, вполне объяснимы, если учесть, что °/день существенно варьирует в зависимости от температуры и не может характеризовать наступление определенной стадии развития (Медников, 1977). Вместе с тем, температура является мощным фактором управления длительностью эмбрионального и личиночного развития краба в наиболее ранние периоды его жизни, что обуславливает синхронизацию выхода и темпов линьки личинок краба с оптимальным соотношением в естественном водоёме необходимых для питания краба естественных кормовых организмов.

Проблема управления длительностью развития краба в наиболее ранние периоды его жизни приобретает в современных условиях особую актуальность в связи с возросшим интересом к искусственному воспроизводству этого вида. Одна из важнейших задач этого направления исследований - разработка биотехнологии выращивания полноценной молоди камчатского краба для выпуска в море. Несмотря на достигнутые в этой области успехи отечественных и зарубежных специалистов, до настоящего времени не определены оптимальные плотности посадки личинок и молоди на разных этапах технологического цикла выращивания, не установлены оптимальные параметры среды, способные обеспечить бездефектное развитие в искусственных условиях содержания, не решена задача эффективного управления продолжительностью раннего онтогенеза.

Важным аспектом исследований является поиск технологических и технических решений эффективного перевода личинок на питание, так как не определены кормовые объекты, наилучшим образом соответствующие потребностям каждой стадии раннего развития организма. Несовершенство биотехники приводит к высокой смертности личинок на этапе первого питания, вследствие чего является крайне неудовлетворительной эффективность искусственного воспроизводства этого вида.

В этой связи по-прежнему актуальны исследования, направленные на поиск оптимальных для развития краба параметров среды и выявление кормовых объектов, способных обеспечить своевременный переход на активное питание и хороший рост молоди при низких показателях смертности в условиях промышленного производства.

Не менее важной технологической задачей является разработка технической установки для содержания личинок и молоди краба. Установка может быть проточного или замкнутого цикла водооборота, но её технические параметры должны удовлетворять требованиям организма на каждом из этапов его развития. Одна из существенных проблем при разработке соответствующего технического устройства связана с системой циркуляции воды в технологической емкости, ее входом (приток) и выходом (сток), то есть с собственно водооборотом внутри емкости. Относительно малый размер личинок, пассивное движение в водной массе (вертикальное скольжение), необходимость индивидуального пространства и связанного с ним межвидовых взаимоотношений (каннибализм) требуют создания определенной конструкции технического устройства, обеспечивающего биологически адекватный технологический цикл выращивания.

В эксперименте технически наиболее сложно имитировать условия среды, присущие этому периоду развития краба в естественных условиях обитания, так как требуется воссоздать естественные флуктуации гидрологического режима, в том числе скорости течения водной массы, в которой сосредоточено определенное скопление кормовых организмов.

По результатам наблюдений Н.П. Ковачевой и А.Б. Эпельбаума (2003) за поведением камчатского краба в аквариальных условиях личинки краба не питаются на стадии глаукотоэ и начинают принимать задаваемый им корм на стадии зоза I. Учитывая эти данные, мы также начинали первое кормление личинок со стадии зоза I. Исследования проводили в аквариальной с использованием экспериментальных технических устройств в авторском исполнении.

Наблюдения показали, что на стадии зоза I личинки краба действительно захватывают науплию артемии, однако из-за больших размеров кормового объекта они её только повреждают, так как не в состоянии заглатывать целиком. Науплия артемии не помещается в ротовой аппарат хищника, так как её размер составляет примерно 1/3 размера личинок краба. При наличии более мелких кормовых организмов личинки камчатского краба на этой стадии вовсе не реагируют на науплеальные формы артемии и предпочитают питаться более мелкими планктонными формами (коловратки, инфузории).

Эти факты свидетельствуют, что эффективное питание личинок краба науплией артемии на стадии зоза I является проблематичным, а науплеальная форма жаброногого рачка рода артемия (*Artemia* sp.) не в состоянии в полной мере удовлетворить пищевые потребности развивающихся и активно растущих личинок.

В наших экспериментах науплия артемии активно поедалась крабом только со стадии зоза II.

ЭТИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ И ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА ОСТРОГО ПАНКРЕАТИТА

Михнюк О.В., Чубарова И.В. (*Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии*)

Введение

Панкреатит – заболевание, распространённость которого в последние десятилетия неуклонно нарастает, особенно у лиц молодого и зрелого возраста. Актуальность проблемы острого панкреатита связана с большой частотой заболеваемости, трудностью диагностики на догоспитальном этапе, тяжестью течения заболевания, высокой стоимостью лечения данной патологии. В последнее время развивается направление – хирургическая панкреатология, совершенствуется диагностическая база, появляются эффективные лекарственные средства лечения, которые подавляют внешнесекреторную активность поджелудочной железы.

Клинические проявления ОП неодинаковы в различные периоды развития и зависят от морфологической формы, наличия или отсутствия функциональных расстройств со стороны органов обеспечения и органических осложнений. Кроме четырёх морфологических форм ОП, по топографо - анатомическим признакам выделяют головчатый, хвостовой панкреатиты, а также панкреатит с поражением всех отделов органа (тотальный ОП).

Этиология острого панкреатита

Под острым панкреатитом понимают различные по этиологии деструктивные поражения поджелудочной железы, окружающих тканей и органов, вначале аутолитического характера, к которым в последующем присоединяется воспаление. Эти поражения могут прогрессировать с развитием некроза, самостоятельно разрешаться, рецидивировать в пределах одного патологического состояния. Они обуславливают разносторонние функциональные и гуморальные, первичные и вторичные патологические воздействия на организм больного, что приводит к значительным нарушениям жизненно важных функций, создаёт основу развития неотложного и даже критического состояния у больного с ОП.

ОП может быть самостоятельным заболеванием или осложнением других заболеваний и повреждений. Развитие ОП как самостоятельного заболевания становится, как правило, результатом воздействия не одного, а комплекса факторов. Наиболее часто возникновению ОП способствуют заболевания желчных путей и двенадцатиперстной кишки, сердечно сосудистой системы (ССС), алиментарные нарушения, злоупотребление алкоголем. На частоте возникновения этого поражения сказываются эндокринные нарушения (гиперпаратиреоз и др.), нарушения обмена веществ (ожирение, белковое голодание), аллергический фон, врождённые аномалии и возрастные изменения ПЖ.

Патогенез

Комбинация нескольких пусковых факторов становится толчком для начальной внутриацинарной активации протеолитических ферментов и дальнейшего аутокаталитического переваривания ПЖ. Скорость развития панкреатической деструкции зависит от соотношения ферментоактивирующих и ингибирующих механизмов, функциональной активности панкреатитов в момент начала активации. Внутриацинарным активатором всех основных панкреатических ферментов (амилазы, липазы, эластазы) становится трипсин. Активные панкреатические ферменты в силу

своей агрессивности действуют местно и поступают за пределы ПЖ: в окружающие железу ткани и полость брюшины, по портальной системе в печень, по лимфатической системе в системный кровоток (Кабанов, 2006).

Факторы панкреатической агрессии и вторичные эндогенные токсические субстанции, образующиеся в ПЖ, поступают во внутреннюю среду организма двумя путями: через портальную систему и грудной лимфатический проток. Поэтому первыми органами – мишенями ферментной и токсической агрессии оказываются печень и лёгкие, затем сердце и ЦНС и, наконец, почки, что при тяжёлом ОП и прогрессировании органных повреждений формирует синдром последовательно множественной органной несостоятельности.

Гуморальные и функциональные изменения лежат в основе большинства клинических и лабораторных проявлений первого периода ОП – периода прогрессирования деструкции тканей или периода альтерации. Он характеризуется системными и органными циркуляторными расстройствами и эндогенной интоксикацией, усугубляющими расстройства гомеостаза и функциональные нарушения.

Заключение

Острый панкреатит в настоящее время занимает одно из первых мест в списке «острого живота». Этиология и патогенез данной патологии заставляет проводить чёткую и целенаправленную диагностику.

Диагностика острого панкреатита предусматривает выявление формы и стадии острого панкреатита, определение глубины поражения органов жизнеобеспечения, определение прогноза и исхода острого панкреатита, оценку эффективности проводимого лечения. В частности, уделяется большое внимание проведению лабораторного мониторинга. Ценность лабораторных тестов заключается: в скорости исследований, в увеличении информативности тестов на разных стадиях заболевания, в возможности провести дифференциальную диагностику и оценки прогноза острого панкреатита.

Развитие современных инструментальных методов исследования (лапароскопия, УЗИ, рентгенологическая диагностика, компьютерная томография) позволяют в большей степени определить формы поражения поджелудочной железы и фазы его развития, оценить патологический процесс, определить тактику лечения. Для оценки характера морфологических изменений в железе и выработки лечебной тактики необходимо фундаментальное лабораторное исследование.

Список литературы:

- 1) Долгов, В. В. Лабораторная энзимология. / В. В. Долгов, А. В. Козлов, С. С. Раков. – СПб. : «Витал Диагностика СПб», 2002 – 160 с.
- 2) Костюченко, А. Л. Неотложная панкреатология: справочник для врачей, издание 2 – е, исправленное и дополненное. / А. Л. Костюченко, В. И. Филин. – СПб. : Издательство «Деан», 2001. – 480 с.
- 3) Толстой, А. Д. Острый панкреатит: трудности, возможности, перспективы. / А. Д. Толстой. - СПб. : Издательство «Дедал» 1997. – 139 с.
- 4) Филин, В. И. Острый панкреатит и его осложнения. / В. И. Филин, Г. П. Гидирим. – Кишинёв. : Штиинца, 1982. – 146 с.

ПРОБЛЕМА ЭВТАНАЗИИ

Михнюк О.В. (*Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии*)

Введение

Вопрос о допустимости эвтаназии является дискуссионным и вызывает неоднозначную реакцию в обществе. Ежегодно публикуются сотни статей и книг, проблема регулярно поднимается на телевидении.

Термин эвтаназия происходит от греческих слов: «eu» - хорошо и «tanatos» - смерть. Это понятие было введено Френсисом Бэконом для обозначения легкой безболезненной смерти, без мучений и страданий. В современных публикациях используются два варианта передачи этого греческого слова – эвтаназия и эйтаназия.

Эвтаназией принято называть приближение смерти больного по его просьбе какими - либо действиями или средствами, в том числе прекращением искусственных мер по поддержанию жизни.

Виды эвтаназии

Выделяют два вида эвтаназии: активная и пассивная эвтаназия. Под активной эвтаназией («метод наполненного шприца») понимают введение больному специальных лекарственных средств, либо другие действия, влекущие за собой быстрое и безболезненное наступление смерти. Пассивная эвтаназия («метод отложенного шприца») – это отказ от мер, способствующих поддержанию жизни смертельно больного человека (прекращение медиками поддерживающей терапии больного). Пассивная эвтаназия выражается в том, что прекращается оказание медицинской помощи, направленной на продление жизни и это ускоряет наступление естественной смерти.

Различают также добровольную и недобровольную эвтаназию. Добровольная эвтаназия осуществляется по просьбе больного или с предварительно высказанного его согласия (в США и некоторых других странах распространена практика заранее и в достоверной форме выражать свою волю на случай необратимой комы).

Сочетание всех этих форм можно свести к четырем видам эвтаназии: активная добровольная, пассивная добровольная, активная недобровольная, пассивная недобровольная.

Эвтаназия: за и против

Общественное мнение расколосось на два лагеря. Сторонники легализации права человека на достойную смерть считают, что эвтаназия может быть этически оправдана. Например, когда неизлечимое заболевание вызывает у человека непереносимые страдания; когда развитие болезни приведет к деградации личности и др.

Противники считают, что смерть – слишком простой выход, жизнь стоит того, чтобы за нее бороться. Они также выдвигают ряд аргументов:

- намеренное прекращение жизни безнравственно и не может быть морально оправдано;
- безнравственно привлекать врачей к участию в эвтаназии, это может привести к потере доверия к институту медицины;
- медицина развивается очень быстро, и сегодня найдены способы лечения болезней, которые еще недавно считались безнадежными;

- существует опасность, что легализация эвтаназии может привести к злоупотреблению «убийства из милосердия», искушению избавиться от груза забот и ухода за тяжелыми больными. Также главная этическая проблема встает в отношении больных, которые не в состоянии самостоятельно принять решение о том, чтобы перестать жить: находящиеся в коме, умственно неполноценных, маленьких детей. За них, если эвтаназию легализовать, будет решать кто-то другой. Известно, что в фашистской Германии существовали программы «оздоровления нации» путем массового уничтожения умственно отсталых, психически больных людей, инвалидов, людей, которых сочли бесполезными для общества. К тому же, имеются опасения, что разрешение эвтаназии приведет к снижению темпов развития медицинских знаний и поиска средств лечения тяжелобольных.

В последние годы проблемами эвтаназии занимаются медики и философы, психологи, юристы, политики, теологи и др. Очевидно, что эвтаназия включает в себя целый комплекс взаимосвязанных аспектов, среди которых выделяют медико-биологический, этический, юридический, религиозный.

Медико-биологический аспект проблемы, прежде всего заключается в установлении категорий пациентов, по отношению к которым может рассматриваться применение эвтаназии.

Юридический аспект проблемы состоит в необходимости разработки правовой процедуры осуществления эвтаназии, если этот акт будет законодательно разрешен. Вопрос об эвтаназии всегда сводился к двум аспектам: к праву человека на выбор между жизнью и смертью, к праву человека, выбравшего смерть, на помощь врача. Ведь каждый человек имеет право на жизнь. Право на жизнь имеет несколько аспектов, это не только право на сохранение жизни (индивидуальности), но и право на распоряжение жизнью, которое проявляется в возможности подвергать свою жизнь значительному риску, а также в возможности решать вопрос о прекращении собственной жизни.

С религиозной точки зрения: «Жизнь – бесценный дар», ценность человеческой жизни побуждает бороться за нее, даже в самых безнадежных случаях (медицине известны случаи исцеления).

В ряде стран активная и пассивная эвтаназия оценена в правовом поле. Российское законодательство запрещает любую эвтаназию. Пункт 45 Основ законодательства РФ об охране здоровья граждан называется «Запрещение эвтаназии» и гласит: «медицинскому персоналу запрещается осуществление эвтаназии – удовлетворении просьбы больного об ускорении его смерти какими – либо действиями и средствами, в том числе прекращением искусственных мер по поддержанию жизни».

Во многих странах довольно часто рассматриваются законопроекты о праве на смерть. В настоящее время пассивная эвтаназия законодательно разрешена более чем в 40 странах мира, но это допустимо при строгом соблюдении определенных условий. Законодательные акты, разрешающие пассивную эвтаназию, содержат три основополагающих принципа: эвтаназия должна быть добровольной; только врач может оказывать помощь или осуществлять эвтаназию; состояние пациента должно быть с медицинской точки зрения неудовлетворительно.

Заключение

Общественный интерес и обсуждение проблемы эвтаназии не прекращаются на протяжении нескольких десятилетий. В клятве Гиппократа, которая две с половиной тысячи лет является фундаментом врачебной этики, говорится о том, что врач не должен давать смертельного лекарства, даже если его об этом попросят, или советов, которые могут привести к смерти. Ведь медицина многого достигла. Найдены

лекарственные средства, снимающие боли, улучшающие состояние здоровья. Однако бывают случаи, когда лекарства не действуют, или больной отказывается от лечения, предчувствуя конец своей жизни; когда врач, понимая, что состояние больного безнадежно, принимает решение прекратить лечение. Все эти моменты имеют место в нашей жизни, и от них не следует отворачиваться, а нужно решать. Проблема эвтаназии не решается простым приведением аргументов и классификацией ее видов. В любом случае каждый из нас должен принять участие в решении этой сложной проблемы. Вопрос о допустимости эвтаназии остается дискуссионным.

Список литературы:

- 1) Биомедицинская этика: Учебное пособие / Т.М. Мишаткина, З.А. Фонотова, С.Д. Денисов, Я.С. Яскевич и др. – Мн., 2003. – 320 с.
- 2) Орлов А.М., Клиническая биоэтика: Учебное пособие. – М.: Медицина, 2003. – 360 с.
- 3) Шамов И.А., Биомедицинская этика: Учебник. – М.: ОАО «Медицина», 2006. – 344 с.

ПИЩЕВАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ПРОДУКЦИИ: ИСТИННАЯ И ДЕКЛАРИРУЕМАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ

Шкуратов П.П.¹, Мухин В.А.² (Мурманск, ¹ МГТУ, кафедра биохимии;. ² Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО))

Несмотря на все достигнутые успехи в изучении вопросов питания и доступность информации о правильности его планирования, неполноценное питание весьма широко распространено. И основные причины здесь – это элементарная неосведомленность потребителей о потребляемой продукции.

Качественный и количественный состав пищевых рационов должен обеспечивать потребность организма в веществах, из которых в его клетках и тканях могут синтезироваться собственные структуры, необходимые для процессов жизнедеятельности, приспособительных и защитных реакций.

Пищевая ценность продуктов питания определяется содержанием в них белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ, а также других биологически активных соединений. Пищевая ценность, как известно, – это понятие, отражающее всю полноту полезных свойств пищевого продукта, включая степень обеспечения физиологических потребностей человека в основных пищевых веществах, энергию и органолептические достоинства. Характеризуется химическим составом пищевого продукта с учетом его потребления в общепринятых количествах.

Исчерпывающая информация о продукте, ее полнота и достоверность призваны обеспечивать прежде всего безопасность жизни и здоровья граждан и предупреждать действия, вводящие в заблуждение покупателей. В Российской Федерации к этикетированию пищевых продуктов предъявлены жесткие требования. Такой подход соответствует мировой практике и представляется правильным, потому что пищевые продукты для любого общества являются важнейшим предметом потребления, а производитель в таких отношениях является доминирующим субъектом: потребителю все равно придется покупать продукты питания, чтобы нормально существовать. Именно для защиты потребителя от злоупотреблений производителей и были разработаны многочисленные требования к информированию покупателей. Сейчас данные требования установлены законами РФ, постановлениями Правительства РФ, подзаконными актами федеральных органов исполнительной власти, а также директивами и регламентами Европейского экономического сообщества (ЕЭС).

Но далеко не всегда потребитель, изучив содержание этикетки, получает достоверную информацию о предлагаемом продукте.

Согласно статье 6 Федерального закона «О техническом регулировании», одной из целей принятия технических регламентов является «предупреждение действий, вводящих в заблуждение приобретателей».

Госстандарт России (постановление от 29 декабря 2003 г. № 401-ст) утвердил нормативный документ, регламентирующий требования к маркировке продуктов, – ГОСТ Р 51074-2003 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования» со сроком введения в действие на территории Российской Федерации 1 июля 2005 г. с правом досрочного введения.

Маркировка — комплекс сведений в виде текста, отдельных графических, цветовых символов (условных обозначений) и их комбинаций, наносимых в зависимости от конкретных условий непосредственно на изделие, упаковку (тару),

ярлык (бирку) или этикетку, что обеспечивает право потребителя на осознанный выбор приобретаемого товара.

При маркировании продукции изготовитель должен соблюдать требования нормативно-правовых и нормативных документов, направленные на обязательность доведения до приобретателя полной и достоверной информации о продукции. Информация, которую изготовитель предоставляет потребителю, содержится на этикетке продукции и является основным механизмом контроля достоверности и предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей.

Одним из основных критериев оценки качества продовольственного сырья и пищевых продуктов являются показатели пищевой ценности, включающие содержание в продукции основных пищевых веществ (белки, жиры, углеводы, витамины, макро- и микроэлементы) и энергетическая ценность продукции.

Пищевая и энергетическая ценность дается из расчета на 100 г продукта, иногда на массу единицы упаковки. Количество пищевых веществ указывается, как правило, в г и мг. Данные о пищевой и энергетической ценности должны быть результатом специальных исследований, и эта ценность должна обеспечивать необходимый „запас прочности" для потребителя с учетом особенностей рецептуры, технологии изготовления, хранения, реализации и употребления продукта.

Недостоверность этих данных отражается на составлении пищевого рациона потребителя. А отсюда – избыток или недостаток потребляемых им питательных веществ. Это может сказаться на здоровье потребителей данной продукции.

БИОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАРОТИНОИДОВ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ КУМЖИ (*SALMO TRUTTA*)

Овчинникова С.И., Игумнов Р.О. (Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии)

Abstract. The aim of our work is the complex systematic analysis of dynamics of content of carotinoides in muscle tissues of fishes during the storage under low temperatures (-28°C) and on different stages of vital cycle. The study of carotinoides of muscle tissues of fish allows to estimate the particularities of metabolism and physiological state of organism.

Каротиноиды (лат. *carota*-морковь) – являются терпеновыми пигментами. Терпены – это большая группа природных веществ, углеводороды которой имеют общую формулу $(\text{C}_5\text{H}_8)_{2n}$, где n варьируется от 1 до 8. От терпеновых углеводородов могут быть произведены спирты, карбонильные соединения, которые обычно рассматриваются вместе с соответствующими углеводородами. Каротиноиды относятся к тетратерпенам $\text{C}_{40}\text{H}_{64}$. Каротиноиды - группа веществ, сопутствующих жирам, обуславливающих окраску тканей, органов и смеси липидов рыб. Благодаря способности каротиноидов растворяться в липидах, они вместе с последними извлекаются из клеток, поэтому каротиноиды ещё называются липохромами. Каротиноиды разделяют на две большие группы в соответствии с их химической природой: 1) Каротины (углеводороды); 2) Ксантофиллы (спирты).

Первая группа каротиноидов, известная под названием каротины, объединяет изомеры ненасыщенного углеводорода с общей формулой $\text{C}_{40}\text{H}_{56}$.

Вторая группа каротиноидов имеет собирательное название ксантофиллы. Входящие в нее каротиноиды представляют собой спирты с общей формулой $\text{C}_{40}\text{H}_{56}\text{O}_2$, являющиеся кислородсодержащими производными каротинов.

Известно, что в биологических системах они, как антиоксиданты, выполняют защитные функции от вредного воздействия экзогенных и эндогенных факторов. Обладая антиокислительной активностью, они дезактивируют высокореакционные свободные радикалы кислорода, пероксидов и ксенобиотиков. Ксенобиотики - чужеродные вещества, попадающих в организм человека и животных из внешней среды. К ним относятся ядохимикаты, лекарственные вещества, косметические препараты.

Каротиноиды также выполняют следующие функции: используются в светочувствительных реакциях, участвуют в размножении (каротиноиды, как одно из важнейших звеньев антиоксидантной системы, обнаружены в репродуктивных органах многих морских беспозвоночных), являются предшественниками витамина А, биохимическими маркерами, характеризующие состояние гидробионтов под воздействием антропогенного воздействия.

Нами был проведен анализ каротиноидного состава такой распространённой рыбы Кольского севера как кумжа (*Salmo trutta*) семейство Лососевые – *Salmonidae*. Получены оригинальные данные по зависимости содержания каротиноидов от периода жизненного цикла, от температуры, времени температурной обработки.

Рассмотрена динамика содержания каротиноидов в мышечной ткани кумжи в зависимости от стадии жизненного цикла. Как видно из представленных данных, количество каротиноидов зависит от этапа годового цикла. Для посленерестового периода наблюдается наименьшее содержание каротиноидов в результате расхода каротиноидов в процессе нереста. В период нагула возрастает количество каротиноидов, что объясняется интенсивным питанием рыбы. Для преднерестового

периода характерно максимальное содержание каротиноидов, что также объясняется особенностями питания кумжи.

Были проведены исследования влияния низких температур и сроков хранения на содержание каротиноидов. Установлено, что, чем больше срок хранения, тем ниже количество каротиноидов. В процессе хранения наблюдается следующее возрастание процента распада каротиноидов: для 1 месяца хранения - 9,86%, для 2 месяцев 32,39%, для 3 месяцев 49,30%, для 4 месяцев - 60,56%, для 5 месяцев - 65,50%,

К последнему сроку хранения (6 месяцев) количество каротиноидов уменьшилось на 70,42% по сравнению с исходным содержанием. Наблюдаемое снижение количества каротиноидов в процессе хранения при низких температурах происходит за счет разрушения данных пигментных веществ мышечной ткани, под действием окислительных ферментов которые выделяют микроорганизмы, адаптировавшиеся к отрицательным температурам. Проводились исследования по анализу влияния высоких температур и времени температурной обработки на устойчивость каротиноидов мышечной ткани кумжи. Проводились исследования при температуре 25°C, 40°C, 50°C. Варьировалось время температурной обработки – 15 минут и 30 минут. Установлено, что повышение температуры усиливает распад каротиноидов в мышечной ткани кумжи. Чем выше температура, тем интенсивнее идёт распад каротиноидов. Например, для времени нагрева 15 минут при температуре 25 °C содержание каротиноидов – 15мг/100гр. ткани, при температуре 40 °C – 0,13 мг/100гр. ткани(процент распада -13,3 %), при температуре 50 °C – 0,10 мг/100гр. ткани (процент распада -33,3 %).

Установлено, что увеличение времени температурной обработки влияет на содержание каротиноидов в мышечной ткани кумжи. Чем больше период высокотемпературной обработки, тем ниже количество каротиноидов для каждой взятой температуры. Например при температуре 40 °C, для времени нагрева 15 минут содержание каротиноидов – 0,13 мг/100гр. ткани (процент распада -13,3 %), для времени нагрева 30 минут. - 0,12 мг/100 гр. ткани, процент распада – 20,0 %.

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ВХОДЯЩИЕ В СОСТАВ ТЕЛА МОРСКОГО ЕЖА

Панова Н.А. (*Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии*)

Панцирь морского ежа состоит в основном из углекислого кальция и содержит небольшое количество пигментов, в том числе – эхинохрома, относящегося к полигидрокси - 1,4 – нафтахинонам (ПГНХ). Эхинохром трудно растворим в воде; спиртовой раствор имеет желтокоричневую окраску. Физиологическая эффективность эхинохрома А может быть связана с его антиоксидантными свойствами. При этом обрыв радикальных реакций природными ПГНХ определяется, как показано ранее, хелатированием катионов железа, перехватом радикалов фосфолипидных молекул и, как показано в этих работах, перехватом супероксидного анион-радикала. Морские ежи содержат небольшие количества пигментов, чаще всего в виде набора спинохромов, причем у каждого вида он свой. Удалось найти такого ежа, который содержал в панцире и иглах практически один эхинохром. Еж относился к разновидности плоских морских ежей и назывался - «бордовый доллар». Увы, пигмента в нем было все-таки мало, а процедура его выделения оказалась сложной и слишком дорогостоящей. Разработаны способы получения эхинохрома синтетически (лекарственная растворимая форма - гистохром).

Гонады (икра). Известно, что гонады (икра) морских ежей, масса которых в период размножения достигает 20% их живой массы, представляет не только высокую пищевую ценность, но также используется для разработки биомедицинских препаратов. В «икре» морских ежей содержится большое количество питательных веществ – около 20% белков, 31–34% жиров. Также установлено, что в «икре» морских ежей содержатся гликоген, небелковые азотистые соединения, витамины группы В, никотиновая кислота. Установлено, что липиды (жиры) икры морского ежа имеют высокое содержание жирорастворимых витаминов А, Е, каротиноидов, полиненасыщенных жирных кислот, фосфолипидов, богатый набор аминокислот, включающих, в частности, фенилаланин, большое число минеральных элементов и витаминов. Традиционно для рыбных объектов и многих других морских организмов к понятию «икра» относят только половые железы (гонады) самок, тогда как у морских ежей – яичники самок и семенники самцов. Сложность определения половых различий у ежей заключается в том, что самки и самцы внешне неразличимы. В переработку идут как половые железы самок, так и половые железы самцов. При экспорте качество «икры» определяется цветовыми характеристиками гонад. Причем на цветовую гамму половых желез оказывает влияние вид корма, потребленного ежами.

Гамоны (от греч. gamos – брак), вещества, выделяемые половыми клетками и способствующие оплодотворению. Оказывая специфическое действие на гаметы своего и противоположного пола, Г. контролируют их встречу и содействуют соединению сперматозоида с яйцом. Впервые Г. обнаружены у морского ежа в 1911 Ф. Лилли. Термин "Гамоны." предложен в 1940 нем. учёными М. Хартманом и Р. Куном. Вещества, выделяемые женскими и мужскими гаметами, названы ими соответственно гиногамонами и андрогамонами.

Каротиноиды По химической природе каротиноиды относятся к сильноненасыщенным соединениям терпенового ряда, преимущественно с 40 углеродными атомами в молекуле, построенным по единому структурному принципу. Присутствие большого количества (11 и более) двойных связей придает каротиноидам высокую биологическую активность, которая проявляется в торможении процессов перекисного окисления липидов и определяет такие их биологические функции, как

предотвращение предраковых и возрастных повреждений, радиационных поражений, сердечно-сосудистых заболеваний.

Липиды Мононенасыщенные (моноеновые) жирные кислоты. В морских организмах самыми распространенными являются цис-9-гексадекановая (пальмитоолеиновая) – 16:1(n-7) и цис-9-октадекановая (олеиновая) – 18:1(n-9). Пальмитоолеиновая кислота – в больших количествах содержится в клетках планктонных (обитающих в водной толще) и бентосных (донных) морских диатомовых микроводорослей. Олеиновая кислота — одна из главных кислот зоопланктона – мелких планктонных рачков. Структура этой кислоты выглядит так: $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$.

Простагландины. Из икры ежей получают простагландины, использование которых в животноводстве способствует повышению эффективности искусственного осеменения. Огромный интерес к простагландинам безусловно связан с их необычайно высокой биологической активностью, их прямым или опосредованным участием во многих физиологических процессах. Жирные кислоты, предшественники эйкозаноидов, запасены в организме в связанном виде в фосфолипидах биомембран. Высвобождаются они под действием ферментов — фосфолипаз. Липиды группы 3 - оксипипины образуются не из любых жирных кислот, как липиды групп 1 и 2, а только из некоторых полиеновых, в первую очередь содержащих 20 углеродных атомов. В литературе липиды группы 3 чаще всего называют эйкозаноидами, из которых наиболее известны простагландины. Для морских организмов (как позвоночных, так и беспозвоночных) самыми распространенными и характерными "полиенами" являются:

Жирные кислоты. Эйкозаноиды обычно рассматривают как гормоны, хотя эти липиды по типу действия являются эндогормонами: проявляют активность в тех же клетках, в которых синтезируются. Многие лекарства, в том числе и популярнейший аспирин, являются регуляторами обмена простагландинов или других эйкозаноидов

Фосфолипиды. Препараты фосфолипидов, обладают способностью извлекать из мембран ХС. Сравнительные исследования липосом различного происхождения показали, что холестеринацептирующие свойства выражены в большей степени у липосом из полиненасыщенных фосфолипидов. Анализ липидной фракции различных видов морских и пресноводных гидробионтов показал, что гонады всех организмов содержат значительные концентрации фосфолипидов с высоким содержанием ПНЖК (полиненасыщенные жирные кислоты класса омега три, омега шесть (ПНЖК), которые проявляют антиоксидант у (АОА). Состав фосфолипидов характеризуется присутствием сложных эфиров некоторых спиртов (обычно многоатомных) одна или две из которых этерифицирована фосфорной кислотой.

Сапонины. Тритерпеновые гликозиды или сапонины голотурий проявляют широкий спектр биологической активности. Эти соединения состоят из агликона тритерпеновой природы и углеводной части. Доказаны иммуномодулирующие, противоопухолевые свойства этих соединений, а также цитостатический, гемолитический, нейротоксический и антигрибковый эффекты, влияют на транспорт Ca^{2+} через мембраны, ингибируют Na^+ , K^+ -АТФазы, проявляют контрацептивную активность. В восточной медицине продуктам из голотурий приписывают всевозможные целебные свойства. Широкий спектр биологической активности тритерпеновых гликозидов обусловлен их способностью к образованию комплекса с холестерином мембран клеток-мишеней, формированию одиночных ионных каналов и более крупных пор, а также нарушению мембранной проницаемости. Эффективность действия зависит от концентрации гликозидов. Высокие дозы их использования могут сопровождаться выходом из клеток ионов, аминокислот и веществ нуклеотидного пула, нарушениями клеточного метаболизма и гибели клеток

ДНК, РНК, ДНКазы и РНКазы. Изучались свойства и специфичность ДНКаз и РНКаз, выделенных из икры и эмбрионов морского ежа *Strongylocentrotus intermedius*, а также тимидин- и тимидилаткиназы, выделенных из гонад морского ежа. Показано, что по ряду основных свойств эти ферменты весьма близки к аналогичным ферментам млекопитающих и, в частности, человека, ингибиторов синтеза ДНК в опухолевых и пораженных вирусами клетках.

Список литературы:

- 1) Капитонов А.Б., Пименов А.М., Каротиноиды как антиоксидантные модуляторы клеточного метаболизма // Успехи современной биологии. - 1996. -Т. 116. - Вып.2. С.
- 2) Пат. 2007925 С1 RU, 5 А 23 D 9/00. Фосфолипидный пищевой продукт "Тонус" /Арутюнян Н.С., Корнена Е.П., Тимофеев Т.И. и др. - N 5027853/13; Заявл. 18.02.92; Оpubл. 28.02.94, бюл. N 4.
- 3) Покровский А.А. Метаболические аспекты фармакологии и токсикологии пищи. - М.: Медицина, 1979. - 184 с.
- 4) Сергеев А.В., Вакулова Л.А., Шашкина М.Я., Жидкова Т.А. Медико-биологические аспекты каротиноидов // Вопросы медицинской химии. - 1992. - № 6. - С. 8-11.
- 5) Тутельян В.А. Стратегия разработки, применения и оценки эффективности биологически активных добавок к пище // Вопросы питания. - 1996. - № 6. - С.3-11.
- 6) Акулин В.Н., Блинов Ю.Г. Исследования в области технологии использования рыб и нерыбных объектов Дальнего Востока // ТИНРО-70.- Владивосток.-1995.- С.32-51.
- 7) Бриттон Г. Биохимия природных пигментов. - М.: Мир, 1986. - 422 с.
- 8) Владимиров Ю.А., Арчаков А.А. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. - М.: Наука, 1972. - С.55-57.
- 9) Jack D., Combing the oceans for new therapeutic agents//Lancet.-1998.-vol.352.- P.704.

РАК МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Похольченко Л.А. (Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии;
ludapoh@yandex.ru)

Abstract. The mammary gland cancer stably is included into number of five most widespread malignant new growths, occupying 4 place after a cancer of a stomach, a lung and a skin. It is annually diagnosed more than 90000 cases of the mammary gland cancer in Russia. The growth of this disease averages 3,0 % a year, that is falls ill about 7,0 % or each 15th woman in the world.

Введение

Рак молочной железы (РМЖ) стабильно входит в число пяти наиболее распространенных злокачественных новообразований, занимая 4 место после рака желудка, легкого и кожи. В России ежегодно диагностируется более 90000 случаев РМЖ. В мире рост заболеваемости РМЖ составляет в среднем 3,0 % в год, то есть заболевает около 7,0 % или каждая 15-я женщина.

Этиология

Главная роль в развитии РМЖ отводится нарушению в организме женщины гормонального баланса, его нейрогормональной регуляции, с повышением в результате этого уровня эстрогенов, с развитием в молочной железе дисгормональной гиперплазии с пролиферацией эпителия протоков. Такие факторы риска, как репродуктивные, наследственные и факторы питания являются также этиопатогенетическими факторами. Отмечено влияние производственных вредностей (контакт с нефтепродуктами, перегревание, переохлаждение) и проживание вблизи производственных объектов на частоту развития РМЖ.

Классификация

По отечественной классификации выделяют 4 стадии рака молочной железы. Чем выше стадия, тем хуже прогноз. В России пятилетняя выживаемость при радикально леченом РМЖ I-й стадии составляет 83,0-94,0 %, I - II А стадии - до 90,0 %, II Б - до 60,0 %, III стадии - до 45,0 %, III Б - 34,0-46,0 %. Средняя продолжительность жизни больных с генерализацией РМЖ составляет 12-23 месяца (в зависимости от вида проводимого лечения).

По типу роста (узловатая, диффузная) определяет клиническую форму и степень злокачественности опухоли. Узловатые формы делятся на ограниченно растущие и местно-инфильтративно растущие. Диффузные формы подразделяют на отечные, диффузно-инфильтративные и лимфангитические формы РМЖ. Прогноз при узловых формах относительно благоприятный, при диффузных - наиболее неблагоприятный. Воспалительная (инфильтративная) форма - особая гистопатологическая клиническая форма, характеризуется диффузным инфильтративным ростом и особенно ранним метастазированием, чаще встречается у молодых женщин и реже в глубокой менопаузе. Отечественные онкологи выделяют инфильтрирующий протоковый рак и инфильтрирующий дольковый рак. Гистологически различают неинвазивный и инвазивный рак. Относительно благоприятный прогноз при неинвазивных формах рака, неблагоприятный - при инвазивных формах. Выделяют высокодифференцированные опухоли (аденокарцинома), карциномы средней степени злокачественности с элементами скirroзного рака, низкодифференцированные и

недифференцированные карциномы (солидный рак). Высокодифференцированные опухоли характеризуются преимущественно узловатыми формами, сравнительно медленным ростом и преимущественно лимфогенным метастазированием, с относительно лучшим прогнозом для больных по сравнению с низкодифференцированными и недифференцированными опухолями. Последние исключительно злокачественны, дают ранние гематогенные метастазы, инвазию в лимфатические и кровеносные сосуды. От места локализации опухоли в квадранте молочной железы отчасти зависит прогноз. Считается прогностически благоприятной опухоль в наружных квадрантах (возможна более ранняя диагностика регионарных метастазов, больший радикализм в лечении). При локализации рака в наружных квадрантах результаты операции значительно лучше, чем во внутренних, когда метастазы распространяются гематогенно. При центральном РМЖ частота метастазов наибольшая, у каждой третьей больной определяются метастазы преимущественно в парастернальные лимфоузлы, а у 2/3 больных после лечения обнаруживаются отдаленные метастазы. Прогноз у больных с центральным РМЖ неблагоприятный (Пальцев М.А., 2005).

РМЖ присущи как гематогенные, так и лимфогенные пути метастазирования. Наиболее частые локализации регионарных метастазов при РМЖ бывают в региональные лимфоузлы, отдаленных метастазов – в легкие (более 55 %), плевру (менее 50 %), кости (менее 50 %), печень (менее 50 %), кожу (35 %), головной мозг (более 20 %), яичники (менее 12 %), другую молочную железу (5 %). Наличие метастазов в лимфоузлах ухудшает прогноз. 70 % больных, леченых при метастазах в лимфоузлы, наступает диссеминация процесса.

Диагностика

Начальные формы рака молочной железы не всегда выявляются пальпаторно и визуально. Его распознавание требует дополнительных методов исследования. Бесконтрастная маммография приоритетна в распознавании первичных, особенно не пальпируемых, опухолей. Рекомендуются производить маммографию для профилактики у женщин старше 45 лет, а у женщин моложе этого возраста - лишь при вхождении в группу риска с отягощенным семейным анамнезом - каждые 2-3 года. Используется УЗИ молочной железы, особенно как дополнение к маммографии, а также УЗИ брюшной полости при подозрении на метастазы в печень. Дополнительными методами диагностики РМЖ являются рентгенография грудной клетки, пункция с цитологией, общий анализ крови, СОЭ, определение щелочной фосфатазы, кальция, пролактина сыворотки крови, радионуклидная диагностика, галактография (только при выделении секрета или крови), сцинтиграфия скелета и другие методы исследования на предмет подозреваемых метастазов, определение опухолевых маркеров (для РМЖ это РЭА, СА15-3, ТРА) (Хайленко В.А., 2005).

Лечение

В зависимости от стадии процесса и формы течения заболевания, применяют хирургический, лучевой и лекарственный (химиотерапевтическое и гормональное лечение) методы в различных сочетаниях. Комбинированное лечение - это лечение одновременно или последовательно двумя из этих методов, например, хирургическое или лучевое с химио/гормонотерапией. Если, кроме воздействия на опухоль, применяются противоопухолевые средства, воздействующие системно, на весь организм, лечение называется комплексным, например, комплексное - химиотерапия плюс лучевое лечение. Ведущим в комплексном лечении, особенно на ранних стадиях, остается оперативное лечение. Объем проведенной операции оказывает определенное

влияние на прогноз. Основные виды операций: стандартная радикальная мастэктомия по Холстеду-Майеру; расширенная радикальная мастэктомия по Урбану-Холдину и радикальная модифицированная мастэктомия по Пейти-Дисону; радикальная секторальная резекция с лимфаденэктомией и простая мастэктомия. Лучевая терапия при РМЖ используется, главным образом, как предоперационная подготовка. Послеоперационная лучевая терапия проводится при недостаточно радикальных операциях. Лучевая терапия – один из важнейших компонентов в комбинированном лечении РМЖ. Химиотерапия – один из основных методов лечения больных РМЖ. Химиотерапия при метастатических формах РМЖ увеличивает продолжительность ремиссии, но летальность неизбежна. У больных с поздними стадиями РМЖ и наличием висцеральных метастазов нередко метод выбора – химиотерапия. Послеоперационная химиотерапия является дополнительным методом лечения РМЖ и состоит из 4-8 курсов с интервалами между ними 4-6 недель. При РМЖ наиболее часто применяют следующие химиотерапевтические препараты: таксотер, паклитаксел, доксорубицин-адриамицин, фармарубицин, навельбин, кселода, 5-фторурацил, циклофосамид. Развитие побочных эффектов при химиотерапии может существенно ограничить использование многих препаратов, поэтому предпочтение отдается гормонотерапии, как менее токсичной. Гормональная терапия, по данным зарубежных авторов, является методом выбора для начала лечения у большинства больных и эффективна приблизительно у 1/3 больных РМЖ. Чаще гормонотерапия позволяет лишь добиться стабилизации болезни. Гормональная терапия (овариэктомия, назначение эстрогенов, андрогенов, кортикостероидов и других препаратов) проводится у больных с распространенными или прогностически неблагоприятными формами опухолей и определяется патогенетическим типом опухоли. Содержащие азот бифосфонаты, например, золедронат, памидронат, – третий щит, на котором основывается системная терапия РМЖ. Это мощные ингибиторы резорбции в костную ткань, значительно уменьшающие частоту метастазирования в кости при РМЖ (Семиглазов В.В., 2009).

Осложнения

После проводимого лечения нередко возникают осложнения, которые существенно влияют на прогноз и значительно усиливают последующую инвалидизацию больных. Осложнениями послеоперационного периода являются отек верхней конечности на стороне операции, тромбоз подмышечной вены, тромбофлебит, плексит. Осложнения химиотерапии - это лейкопении, лимфопении, тромбоцитопении, анемии, сопровождающиеся слабостью, кровотечениями, резким нарушением общего состояния, выпадением волос, расстройствами ЖКТ. Посткастрационный синдром включает триаду характерных нарушений с преобладанием в клинической картине чаще одного из них. Это эндокринно-обменные с повышением массы тела; вегетососудистые (повышение артериального давления, головные боли, «приливы», с возможным нарушением ориентировки, что приводит к противопоказанию всех видов труда с замкнутым циклом работ); нервно-психические нарушения (раздражительность, плаксивость, склонность к конфликтности и т. д.). Максимальная выраженность посткастрационного синдрома наблюдается в первые три года после операции и при его выраженности нередко является основанием для установления, как правило, II-й группы инвалидности. Пролеченным больным с РМЖ противопоказаны тяжелой и средней тяжести труд; труд с постоянной нагрузкой на оперированную конечность; работа в горячих цехах; работа в условиях вибрации (локальной, общей); всех видов излучений; контакт с вредными веществами, канцерогенами и аэрозолями фиброгенного действия; резкая смена температур. Освидетельствуемым могут быть

рекомендованы те виды труда, которые не снижали бы иммунозащитные свойства организма. Большое значение для сохранения и восстановления трудоспособности лиц после проведенного радикального лечения по поводу РМЖ имеет систематическое наблюдение онкологом (диспансеризация), ранняя диагностика рецидива и метастазов, их своевременное радикальное лечение, а также рациональное трудоустройство радикально леченных больных (Клинические рекомендации. Онкология, 2008).

Заключение

Страны, в которых на государственном уровне в течение многих лет проводятся общенациональные программы скрининга, включающего наряду с рентгеномаммографией обучение женщин приемам самообследования, врачебное обследование молочных желез (осмотр, пальпация), характеризуются устойчивым снижением смертности от рака молочной железы. В большинстве регионов Российской Федерации пока продолжается рост, как заболеваемости, так и смертности от рака молочной железы из-за недостаточного охвата населения современными профилактическими обследованиями. Жизнь десятков тысяч женщин была бы спасена, если бы они принимали участие в профилактическом обследовании (скрининге).

Список литературы:

- 1) Клинические рекомендации. Онкология. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2008. - 734 с.
- 2) Пальцев, М.А., Аничков Н.М. Атлас патологии опухолей человека / М.А. Пальцев, Н.М. Аничков. – М. : Медицина, 2005. - 424 с., илл.
- 3) Семиглазов, В.В. Рак молочной железы / В.В. Семиглазов. – М. : МЕДпресс-информ, 2009. – 176 с.
- 4) Хайленко, В.А. Диагностика рака молочной железы / В.А. Хайленко. – М. : МИА, 2005. - 240с., илл.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ГИДРОБИОНТОВ СЕВЕРНОГО БАССЕЙНА

Рысакова К.С., Лыжов И.И., Мухин В.А. (Мурманск, Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Кнуповича (ПИНРО); rysakova@pinro.ru)

Abstract. This analytical review is devoted an actual problem of division of aqueous biological resources. The permission of interstate disputes on this question is possible thanks to conducting of analysis of isoenzymes and definition of a genetical fitting of population of hydrobionts to the region in certain economic zone.

В Мировом океане складывается множество ситуаций, когда сосредоточение богатых рыбных запасов находится как в 200-мильной экономической зоне (в отношении ее ресурсов прибрежное государство осуществляет суверенные права), так и в районе открытого моря, прилегающем к зоне (в отношении ресурсов такого района подобных прав у прибрежного государства нет). Стремясь рационально использовать запас, поддерживая его на уровне, обеспечивающем наиболее высокий темп воспроизводства, прибрежное государство идет на самоограничительные меры по сохранению запаса, в том числе на ограничение вылова в зоне, организацию мониторинга промысла, проведение исследований по оценке запасов. Дорогостоящие меры, принимаемые прибрежным государством, нередко оказываются тщетными, вследствие нерегулируемого рыболовства того же запаса в прилегающем к зоне районе открытого моря. Возникающие в этой связи разногласия между государствами чреваты опасными последствиями (Вылегжанин, 2000).

На протяжении нескольких десятков лет между Россией и Норвегией не затухают споры по поводу установления точных границ континентального шельфа и экономических зон. Данная проблема возникла в результате перекрывания экономических зон России и Норвегии на Арктическом континентальном шельфе. Обе стороны претендуют на большой участок в Баренцевом море, богатый рыбой, нефтью и газом. В Северном море экономическая зона Норвегии имеет куда более скромные размеры. В настоящее время Россия и Норвегия не могут найти единого решения проблемы раздела морских границ.

Тем не менее, норвежская сторона продолжает активно притеснять российских рыбаков в акватории Баренцева моря и островной зоны Шпицбергена: регулярно задерживаются траулеры, запрещается выгрузка рыбы в Норвегии. Чаще всего, российские суда обвиняются в нарушении правил ведения промысла. С 1 января 2004 г. Норвегией в одностороннем порядке была расширена экономическая зона - с 4 до 12 миль, российский траулер "Электрон" был задержан именно в объявленной норвежцами 12-мильной зоне.

В Баренцевом море имеется 200-мильные исключительные экономические зоны России и Норвегии, введенная в одностороннем порядке Норвегией 200-мильная рыбоохранная зона, Смежный участок рыболовства и открытая часть Баренцева моря. Таким образом, сложился самый сложный правовой режим рыболовства.

Понятие трансграничных запасов рыб, будучи правовым, подразумевает естественно-научный компонент: трансграничным предложено считать запас, образуемый такими видами рыб, большая часть жизненного цикла которых (нерест, дрейф икры и личинок, рост молоди, миграции и т. д.) проходит в пределах

исключительной экономической зоны и которые могут временно мигрировать в прилегающей к зоне район открытого моря. Трансграничным будет считаться и запас, когда таких трансграничных миграций нет, но ареал обитания всех популяций запаса включает как районы исключительной экономической зоны, так и прилегающий к ней район открытого моря (Вылегжанин, 2000).

Основной **целью** исследований служило обоснование необходимости проведения совместных с Норвегией генетических исследований некоторых видов гидробионтов Северного бассейна методом анализа изоферментов.

Проанализировав состояние запасов и объемы вылова, нам представляется, что ввиду особой ценности данных видов и сокращением численности их популяций, первоочередными **объектами исследований** генетической структуры популяции должны быть следующие виды гидробионтов: черный палтус, морской окунь и камчатский краб.

Черный палтус

Черный палтус с 50-х годов XX в. является объектом специализированного ярусного и тралового лова в Баренцевом море. До конца 70-х годов этот промысел был абсолютно нелимитируемым. Максимальный вылов (около 90 тыс. т) был достигнут в 1970 г. С 1978 г. после установления 200-мильных экономических зон промысел стал регулироваться путем определения ОДУ (общий допустимый улов) и квотирования добычи в НЭЗ (экономическая зона Норвегии), благодаря чему в 80-х годах ежегодный вылов стабилизировался на уровне около 20 тыс. т, из которых 9-15 тыс. т добывали суда СССР.

Уменьшение нерестового запаса черного палтуса до уровня ниже биологически безопасного побудило СРНК (Смешанную российско-норвежскую комиссию по рыболовству) ввести в 1992 г. запрет на специализированный траловый промысел этого объекта. Этот запрет действует до настоящего времени.

Норвегия с 1992 г. продолжает прямой промысел палтуса пассивными орудиями лова, а также добывает его в качестве прилова и в ходе ограниченного по времени экспериментального тралового промысла. В 1992-2005 гг. ежегодный норвежский вылов составлял 8-15 тыс. т. В 2004-2007 гг. норвежскими властями были внесены в одностороннем порядке поправки в решение СРНК, смягчающие меры регулирования промысла палтуса (отмена 12 % ограничения прилова в каждом отдельном улове) для норвежских рыбаков в зонах юрисдикции Норвегии.

Согласно оценкам специалистов, рост промысловых запасов черного палтуса возможен при условии годового вылова, не превышающего 20 тыс. т. На 36-й сессии СРНК по рыболовству было принято решение о продлении запрета прямого тралового промысла палтуса на 2008 г. Поэтому в 2008 г. добыча палтуса отечественным флотом по-прежнему осуществлялась лишь за счет его прилова на промысле других донных рыб, а также в ходе выполнения исследовательских программ (Состояние биологических сырьевых..., 2008).

Морской окунь

В Баренцевом море и сопредельных водах отечественным флотом добывается два вида морских окуней рода *Sebastes* – окунь-клювач (*S. mentella*) и золотистый окунь (*S. marinus*). Запасы морских окуней стабилизировались на низком уровне, что в последние годы привело к снижению по сравнению с 70-80-ми годами XX в. как международного, так и отечественного вылова, который с 2003 г. ограничен величиной приловов морских окуней на промысле тресковых.

По данным тралово-акустических и траловых съемок, проводимых Россией и Норвегией, современное состояние запасов морских окуней оценивается как неудовлетворительное, и такое положение сохранится в ближайшем будущем.

В соответствии с рекомендацией ИКЕС о прекращении специализированного промысла окуня-клювача и максимальном снижении его прилова при промысле других рыб для увеличения нерестового запаса 31-я сессия СРНК по рыболовству приняла решение об ужесточении мер регулирования по этому запасу. Россия обязалась не вести с 2003 г. специализированного промысла окуня-клювача в экономической зоне Норвегии.

Кроме того, на промысле северной креветки наблюдаются большие приловы молоди окуня, что также приводит к уменьшению запаса этой рыбы. (Состояние биологических сырьевых..., 2008).

Камчатский краб

В настоящее время рыболовные суда Российской Федерации и Королевства Норвегии продолжают коммерческий промысел и научно-экспериментальный лов камчатского краба.

По результатам оценки численности показано, что в российской части популяции после 2003 г. происходит постепенное снижение уровня общего и промыслового запаса. В настоящее время наблюдается значительное снижение объемов добычи краба в акватории Баренцева моря.

Отечественный промысел камчатского краба в российских водах Баренцева моря ведется на лицензионной основе и регламентируется Правилами рыболовства для Северного рыбохозяйственного бассейна.

К настоящему времени данные, имеющиеся в доступной научной литературе по генетике вышеперечисленных гидробионтов очень скудны или вообще отсутствуют.

Изучение генетической структуры популяции возможно проводить: кариологическим анализом, анализом аллозимов – генетических маркеров, либо непосредственно анализом ДНК.

Разрешающая способность кариологического анализа, как правило, невелика, а у целого ряда видов, имеющих полиплоидное происхождение, область его применения ограничена еще и тем, что метод не всегда позволяет получать абсолютно надежные результаты. Кроме того, никаких определенных закономерностей в географическом распределении хромосомных вариантов, в том числе и между континентами, выявить не удастся. В то же время различия по модальному набору хромосом между некоторыми географически удаленными или изолированными популяциями выступают иногда вполне отчетливо, причем даже тогда, когда две изолированные популяции обитают в пределах одной водной системы (Зелинский, 1985).

Практическое использование хромосомных маркеров очень ограничено и в настоящее время в популяционных исследованиях их почти не используют (Артамонова, 2007).

По сравнению с кариологическим анализом анализ белков обладает существенно более высокой разрешающей способностью. Он менее трудоемок и позволяет анализировать большие выборки материала по нескольким генетическим маркерам одновременно. В исследованиях, связанных с задачами систематики, а также в популяционно-генетических исследованиях нашел применение анализ аллозимов – аллельных вариантов белков (Инге-Вечтомов, 1989). При этом под аллельными вариантами в данном виде анализа понимают белки, кодируемые одним и тем же генетическим локусом не только у одного вида, но и у разных, систематически близких видов.

Так, например, благодаря аллозимному анализу появился надежный и доступный способ отличать атлантического лосося от близкого вида – кумжи. В некоторых локусах у этих видов фиксированы разные аллельные варианты ферментов, а для других локусов наборы аллелей, характерные для каждого из видов, не совпадают (Артамонова, 2007).

В настоящее время самым распространенным методом аллозимного анализа является электрофоретическое разделение в крахмальном или полиакриламидном геле. В результате изоцимы одного фермента обнаруживаются на электрофореграммах в виде окрашенных полос, занимающих различное положение по отношению к стартовой позиции.

С помощью метода ДНК-анализа возможно решение многих важных задач: определение видовой принадлежности, выявление межвидовых гибридов, изучение путей расселения вида, изучение различий между популяциями, изучение внутривидовой структуры, оценка генетического разнообразия и его мониторинг, установления родственных связей между особями. Для проведения более тонких популяционных исследований структуры популяций возможно использование следующих методов, дающих хорошие результаты – это исследование матричной ДНК ПДРФ-анализом (полиморфизм длины рестриктных фрагментов) и изучение митохондриальной ДНК. Тем не менее, известно, что разрешающая способность ПДРФ-анализа сопоставима с разрешающей способностью аллозимного анализа. При сравнении результатов, полученных при анализе полиморфизма митохондриальной ДНК с данными аллозимного анализа, между двумя видами дендрограмм, отражающих степень сходства между популяциями, также наблюдается неплохое соответствие. Несмотря на массу достоинств у митохондриального анализа, как и у любого другого метода, имеются свои ограничения. Его возможности ограничены, когда речь идет о путях расселения вида и выявлении различий между популяциями разных регионов.

Таким образом, разрешающая способность метода аллозимного анализа вполне достаточна для получения адекватного представления о генетической гетерогенности популяций гидробионтов. В рамках решения этой задачи вполне возможно обойтись без применения относительно дорогостоящих методов тотального секвенирования протяженных участков генома.

Данные, касающиеся генетической структуры популяций промысловых гидробионтов очень важны как с точки зрения академической науки, так и промысла. Так, в 1989 г. департамент рыболовства штата Аляска дал разрешение на вылов королевского краба в Бристольском заливе, где стадо достигло промысловых размеров и успешно возобновляется. При задержании промыслового судна рыбинспекцией в спорном районе капитан утверждал, что крабы на его борту были выловлены на разрешенном участке. Однако биохимическим анализом была доказана генетическая принадлежность изъятых крабов к промысловому стаду залива Нортон-Саунд. В результате владелец судна оплатил штраф в размере 565.000 долл. США за незаконный промысел королевского краба (Seeb, 1990).

Подытоживая, на данном этапе можно констатировать следующее: проведение генетических исследований популяций гидробионтов Северного промыслового бассейна методом аллозимного анализа является необходимым шагом для отечественного промысла в качестве упрочнения позиций и отстаивания своих интересов по разделу водных биологических ресурсов.

Список литературы:

- 1) Артамонова В. С. Генетические маркеры в популяционных исследованиях атлантического лосося (*Salmo salar* L.). Признаки кариотипа и аллоцимы.

Генетика, 2007, т.43, № 3, с.1-14. Вылегжанин А. Н. Международно-правовые основы управления морскими живыми ресурсами / А. Н. Вылегжанин, В. К. Зиланов/ М.: Экономика, 2000. - 598 с.

- 2) Зелинский Ю. П. Структура и дифференциация популяций и форм атлантического лосося. Л.: Наука, 1985. 128 с.
- 3) Состояние биологических сырьевых ресурсов Баренцева моря и Северной Атлантики на 2008 г. Мурманск ПИНРО, 2008.
- 4) Genetic structure of Red King Crab populations in Alaska facilitates enforcement of fishing regulations – Seeb J. etc. Proc. Int. Symp. King and Tanner Crabs Nov.1989, Anchorage, Alaska. P.491-502.

**РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ И ТЕМП
ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ ЧЁРНОГО ПАЛТУСА
REINHARDTIUS HIPPOGLOSSOIDES (WALBAUM)
ИЗ ПРОМЫСЛОВЫХ УЛОВОВ В РАЙОНЕ ЗАПАДНОЙ
ГРЕНЛАНДИИ (МИКРОРАЙОНЫ 1 AD) В 2003-2007 гг.**

Скрябин И.А., Смирнов О.В. (*Мурманск, Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО); МГТУ, кафедра биохимии*)

Abstract. In work materials in biology of the black halibut, collected by the Russian observers on trade courts around the Western Greenland, microdistricts 1AD НАФО in 2003-2007 are presented.

Черный палтус (*Reinhardtius hippoglasoides*) широко распространен в водах Западной Гренландии, образуя на отдельных участках ареала плотные скопления, что делает экономически выгодным его траловый промысел. Несмотря на довольно интенсивную эксплуатацию запаса, некоторые биологические аспекты черного палтуса до сих пор изучены не в полной мере.

В настоящей статье представлены данные по биологии черного палтуса из промысловых уловов в районе Западной Гренландии, микрорайонах 1AD НАФО в 2003-2007 гг. преимущественно в осенне-зимний сезон. Биологические данные были собраны наблюдателями, находившимися на российских промысловых судах. Проведен анализ размерно-возрастного и полового состава облавливаемых скоплений, а также динамики темпов полового созревания черного палтуса. Период работ промысловых судов в районе Западной Гренландии указано в таблице 1. За весь период наблюдений выполнено измерений длины тела черного палтуса – 55231, произведено определений возраста – 1737.

Таблица 1. Период работ российских промысловых судов в районе Западной Гренландии.

2007	сентябрь- декабрь
2006	июль - октябрь
2005	июль - октябрь
2004	август
2003	август- ноябрь

Промысел проходил с июля по декабрь на глубинах 800-1200 м. Орудиями лова служили донные тралы с размером ячеи не менее 140 мм.

Самцы палтуса в уловах были представлены особями длиной от 16 до 84 см, средняя их длина составила 49,6 см. Длина самок варьировала от 16 до 110 см, средняя длина составила 55,1 см.

Среди самцов преобладали особи в возрасте 5-7 лет, а среди самок – 7-9 лет.

За период наблюдений соотношение самцов и самок составляло в среднем около 1,6:1,0.

В период исследований в районе Западной Гренландии в уловах самцы были представлены, главным образом, половозрелыми особями (более 70 %). Доля половозрелых самок колебалась от 75 % в 2003 до 25-35 % в 2005-2007 гг.

Результаты наблюдений показали, что в июле в уловах отмечалось наибольшее число неполовозрелого палтуса с гонадами во II стадии зрелости. В августе и сентябре уже преобладали половозрелые рыбы на начальных этапах созревания (стадия III). В декабре большая часть половозрелых самцов и самок находилась в преднерестовом состоянии (IV стадия развития гонад).

Ихтиологический материал по черному палтусу собран в соответствии с методиками, принятыми в ПИНРО и НАФО. Использованы данные из уловов донным тралом с размером ячеи не менее 140 мм с глубин 800-1200 м. Проанализированы размерно-возрастной состав, соотношение полов, соотношение неполовозрелых и половозрелых особей в целом по всей обследованной акватории. Материал для определения возраста (чешуя) собран из расчета по 5-10 экз. самцов и самок черного палтуса на каждый размерный класс. Размерный класс для палтуса районов Северо-Западной Атлантики принят равным 2 см. Возрастной состав рассчитан по объединенному ключу за 2003 –2007 гг. на основе всего размерного ряда. При определении стадий развития гонад использовались шкалы зрелости, разработанные К.Е. Федоровым (Инструкции и методические рекомендации..., 2004). Массовое созревание рыб определялось как достижение половозрелости у 50 % рыб.

Результаты

Основной промысел в 2003-2007 гг. велся на глубинах 800-1200 м. Доля палтуса в уловах трала составила 99,6 %. Главными компонентами прилова были северный и тупорылый макрурусы.

Размерно-возрастной состав. Анализ размерного состава уловов российских промысловых судов показал, что в течение последних нескольких лет, в микрорайоне 1А преобладают рыбы модальной группы 42-44 см. В микрорайоне 1D в уловах российских, норвежских и гренландских промысловых судов, доминируют рыбы длиной 52, 50 и 49 см (Jorgensen, 2007). Данные массовых промеров палтуса из уловов российских промысловых судов в 2003-2007 гг. в микрорайонах 1AD свидетельствуют о том, что размерный состав в эти годы был представлен рыбами длиной от 16 до 110 см. Среди самцов доминировали размерные классы 48-54 см, среди самок – 50-57 см. Средняя длина самцов составила 49,6 см, самок – 55,1 см. Результаты исследований показали, что происходит постепенное сокращение относительной численности молоди палтуса и увеличение количества рыб большего размера и возраста. В 2003 году доля самцов длиной менее 40 см составляла около 1,5 %. В последующие годы доля мелких самцов несколько уменьшилась. У самок в течение 5 лет наблюдалось увеличение доли крупных особей (более 60 см).

Анализ возрастного состава скоплений показал, что в уловах встречались самцы в возрасте до 13 лет, основную долю составляли особи в возрасте 5-7 лет. Самки представлены рыбами в возрасте до 19 лет, основную долю составляли особи в возрасте 7-9 лет.

Соотношение полов. По данным полученным ранее, в микрорайоне 1D осенью 1999 г. соотношение самцов и самок составляло 3,7:1,0 (Gorchinsky, 1999). Анализ материалов за 2003-2007 гг. показал, что межгодовое соотношение полов в уловах в аналогичный период значительно изменилось и составляло лишь 1,6:1,0 в пользу самцов. Только в 2004 г. доля самцов по отношению к самкам была несколько выше – 1,9:1,0. Таким образом, отмечается снижение доли самцов.

Соотношение половозрелого и неполовозрелого палтуса. В осенний период исследований, в районе Западной Гренландии основная часть самцов была половозрелой (более 70 %). Исключением является 2007 год, когда этот показатель слегка уменьшился и составил около 60 %.

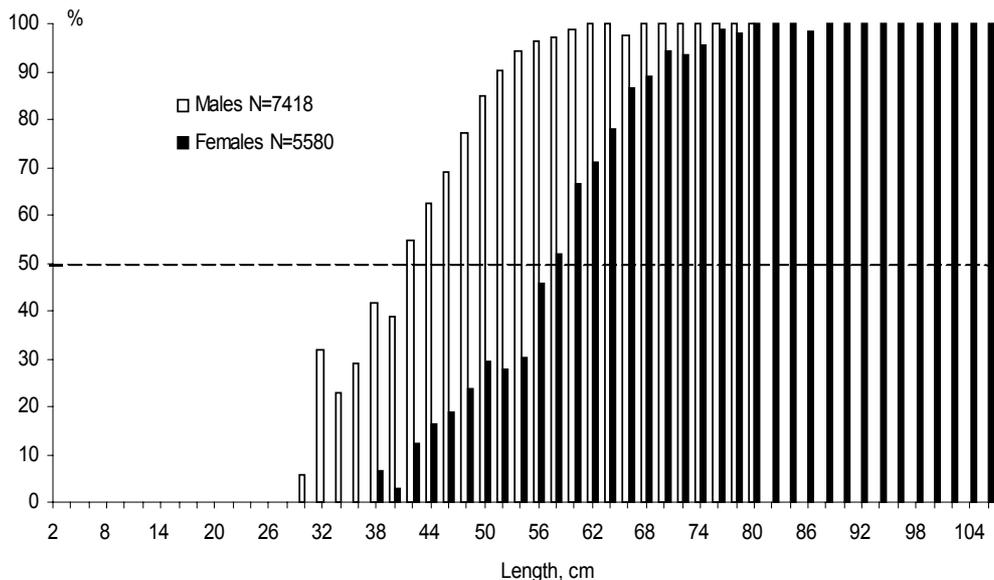


Рис.1. Созревание палтуса в различных размерных группах (2003-2007 объединенные данные).

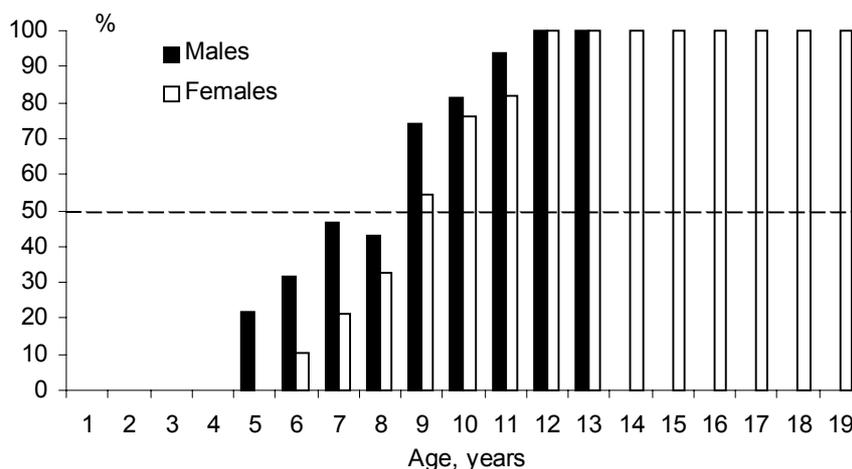


Рис.2. Созревание палтуса в различных возрасте (2003-2007 объединенные данные)

Относительное количество половозрелых самок резко снизилось с 75 % в 2003 г. до 25 % в 2005 г. В последующие два года доля половозрелых самок стабилизировалась и составляла около 35 %.

Темп полового созревания. Как было показано ранее, половая зрелость отдельных самцов наступает в возрасте 6 лет при длине 46-47 см, самок в возрасте 7 лет при длине 52-53 см (Чумаков, 1982). Массовое половое созревание самцов происходит в возрасте 12-13, самок – в 16-17 лет. Анализ темпа полового созревания черного палтуса в районе Западной Гренландии в 2003-2007 гг. показал, что половозрелые самцы стали впервые встречаться при длине 30 см в возрасте 5 лет, а самки – при длине 38 см в возрасте 6 лет. Массовое созревание у самцов происходило при длине 38 см, в возрасте 7 лет, у самок при длине 56 см в возрасте 8-9 лет (Рис.1-2).

Годовой цикл созревания. Результаты наблюдений показали, что в июле в уловах отмечалось наибольшее относительное количество неполовозрелого палтуса с гонадами во II стадии зрелости. В августе и сентябре преобладали половозрелые рыбы

на начальных этапах созревания (стадия III), и стали попадаться отдельные самцы в IV (преднерестовой) стадии развития семенников. В декабре уже большая часть половозрелых самцов и самок находилась в преднерестовом состоянии (IV стадия развития гонад) (Рис.3). Таким образом, анализ сезонной динамики соотношения стадий зрелости подтвердил, результаты предыдущих исследований, согласно которым нерест черного палтуса в районе Западной Гренландии проходит в зимнее время года (Чумаков, 1982).

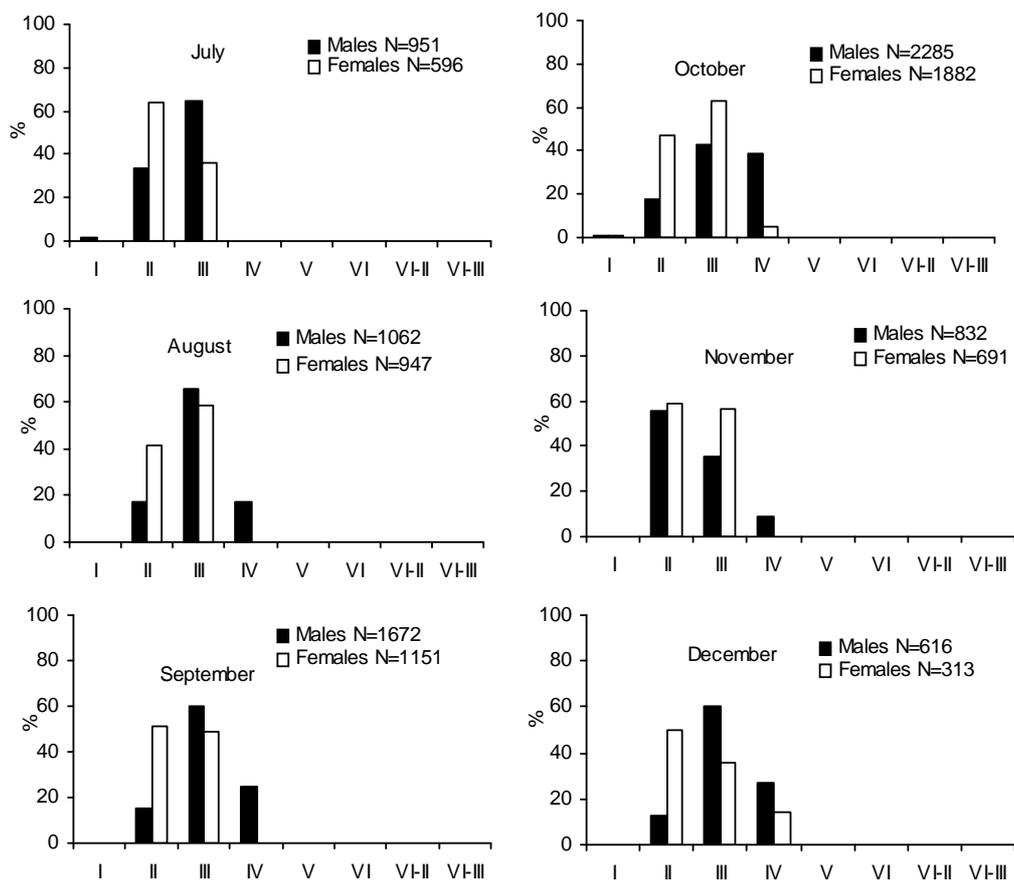


Рис. 3. Состояние гонад черного палтуса Западной Гренландии, июль-декабрь (2003-2007 объединенные данные).

Список литературы:

- 1) Чумаков А.К. Биология и промысел черного палтуса Северо - Западной Атлантики. Диссертация на соискание ученой степени биологических наук кандидата наук. Мурманск - 1982 г. 235 С.
- 2) Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в морях Европейского Севера и Северной Атлантики.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: Изд-во ВНИРО, 2004.
- 3) Gorchinsky K.V. Age - length Composition of Commercial Catches of Greenland Halibut from Division 1D in September-October. 2000. NAFO SCR Doc. 00/7. Ser. No. N4226. 7 pp.
- 4) Jørgensen O.A. Assessment of the Greenland Halibut Stock Component in NAFO Subarea 0 +Division 1A Offshore + Divisions 1B-1F. 2007. NAFO SCR Doc. 07/44. Serial No. N5396. 25 pp.

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ИЗ ГЕПАТОПАНКРЕАСА КАМЧАТСКОГО КРАБА

Смирнова Е.Б. (Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии)

У ракообразных (крабов, раков и креветок) гепатопанкреас является органом, совмещающим функции печени и поджелудочной железы. Гепатопанкреас является доступным, дешевым и нетоксичным сырьем для получения ферментных препаратов. В настоящее время из гепатопанкреаса крабов выделяют в высокоочищенном или гомогенном состоянии коллагенолитические протеиназы, аминопептидазу, трипсин, эластазу и Са, Mg-зависимую ДНКазу.

В то же время получаемые из гепатопанкреаса крабов полиферментные препараты, содержат, как правило, гидролазы одного типа, а именно коллагенолитические протеиназы. На основе коллагенолитических протеиназ разработаны ранозаживляющие препараты "Коллалитин", "Морикраза", "Коллаза", "Коллагеназа КК".

Известны следующие способы получения ферментных препаратов из гепатопанкреаса промысловых видов крабов:

- 1) Способ получения комплекса протеолитических ферментов, включающий гомогенизацию сырья в водном растворе и осаждение целевого продукта сульфатом аммония. Комплекс ферментов содержит трипсин, карбоксипептидазы А и Б, лейцинаминопептидазу, щелочные и нейтральные протеазы.
- 2) Способ получения комплекса протеолитических ферментов из пищеварительных органов наземных и морских животных, включающий экстракцию комплекса из измельченных органов раствором хлористого кальция, очистку от твердых примесей центрифугированием и микрофильтрацию через мембраны. Полученный продукт (протеолитический комплекс) содержит щелочные, нейтральные и кислые протеазы, трипсин, химотрипсин, коллагеназу.
- 3) Способ получения ферментного препарата, включающий экстракцию фермента из замороженного гепатопанкреаса камчатского краба раствором хлорида щелочного металла; отделение осадка пропусканием через фильтры с размером пор 10 мм, 0,5 мм и 0,1 мм; микрофильтрацию на мембранах с размером пор 0,45 мкм; ультрафильтрацию на мембранах с пределом пропускания 10 кДа. Ферментный препарат, названный "Коллалитином", содержит коллагенолитические протеазы. Недостатком этого способа является длительность процесса, что снижает выход продукта и уровень его активности. Коллагеназа представлена тремя изоферментами с молекулярной массой в пределах от 18 до 27 кДа.
- 4) Наиболее близким к заявляемому способу по технической сущности является способ получения ферментного препарата из гепатопанкреаса промысловых видов крабов, обладающего коллагенолитической активностью (коллагеназы). Способ предусматривает гомогенизацию сырья путем автолиза в буферных растворах, с последующим добавлением к гомогенату раствора хитозана до его конечной концентрации 0,01-0,4%, отделением нерастворимого материала и последовательной ультрафильтрации ферментного раствора сначала на мембране, отсекающей балластные вещества с мол.м 100 кДа и более, а затем на мембране, отсекающей вещества с мол.м. 30 кДа и менее, собирая фермент, не проходящий через мембрану. Раствор, содержащий ферментативную активность, лиофилизируют.

Способ-прототип довольно прост в исполнении, не продолжителен по времени, не требует токсичных реагентов. Однако в препарате, полученном способом-прототипом, определяется только один тип гидролаз, а именно коллагенолитические протеиназы.

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МАКРОЭРГИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ РЫБ ПРИ ЗАМОРАЖИВАНИИ И В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Тимакова Л.И., Овчинникова С.И. (Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии, tima-liliya@yandex.ru)

Abstract. This investigation presents oneself a part of complex study of north hydrobiont's bioenergy status. In the article chemical changes of contractive proteins in fish muscle tissues during storage under low temperatures are described. We show the dependence between ATP concentration and formation of aktin-miozin complex. The aim of our experimental work is the systematic analysis of dynamics of macrorgric substance's (ATP) content and activity of miozin's ATP-aze in fish muscle during storage.

На кафедре биохимии МГТУ в течение ряда лет ведется комплекс работ по изучению биоэнергетического состояния промысловых рыб Северного бассейна. Исследованы сезонные, половые и видовые особенности обмена АТФ, АДФ и АМФ в белых мышцах трески и морской камбалы. Ведется работа по обоснованию возможности использования аденилатного энергетического заряда клеток мышечной ткани рыб для биоиндикации загрязнения водных экосистем Кольского Севера.

На следующем этапе исследования планируется проведение серии экспериментов по определению содержания аденозинтрифосфорной кислоты в мышечной ткани промысловых рыб в процессе хранения при низких температурах.

Замораживание рыбы, как известно, сопровождается значительными биохимическими и химическими изменениями. Наиболее существенные посмертные химические изменения в рыбе, обуславливающие качество мышечной ткани при охлаждении и хранении, – это изменения белковых веществ – миозина, актина и актомиозина, количественно преобладающих в тканях.

Большое значение имеют изменения свойств миозина, являющегося самой неустойчивой частью рыбного белка, в состав которого входит до 75–80% миозина. Как показали исследования, белки рыбы быстрее всего денатурируются при температурах от -2 до -5°C , а максимально при температуре около $-2,5^{\circ}\text{C}$. Чтобы достичь максимальной технологической обратимости процесса замораживания продукта, следует возможно быстрее проходить температурную зону упомянутых биохимических изменений в продукте (Костылев, 1982).

Окоченение у рыб начинается сразу, в отличие от теплокровных животных (спустя 3–4 ч). Быстрое посмертное окоченение связывают с тем, что в мышцах живой и уснувшей рыбы отмечается высокое содержание аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), которая удерживает актин и миозин в диссоциированном состоянии. При работе живого организма так же, как и после его смерти, происходит распад находящейся в мышцах АТФ на АДФ (аденозиндифосфорную кислоту) и фосфорную кислоту под влиянием АТФ-азной активности миозина с выделением большого количества (12 000 кал, или 5025 Дж) тепла.

Открытие АТФ-азной активности миозина было сделано отечественными исследователями В.А. Эггельгардтом и Н. Любимовой в 1939 г. Они показали, что препараты миозина способны расщеплять АТФ до АДФ и фосфорной кислоты. Ими было также установлено, что добавление АТФ к белковому препарату, состоящему из нитей миозина, влияет на его механические свойства. Вскоре после было установлено,

что в растворе актин и миозин образуют так называемый актомиозиновый комплекс, в отсутствие актина миозин плохо гидролизует АТФ, а в присутствии актина АТФ-азная активность миозина возрастает приблизительно в 200 раз (Поглазов, 1965).

Однако в живом организме полного распада АТФ не происходит, образующаяся АДФ снова восстанавливается до АТФ.

В мертвом организме, в отличие от живого, процесс идет преимущественно в направлении автолитического распада высокоэнергетических веществ и по мере расходования креатинфосфата, гликогена и АТФ до 10–15% происходит ассоциация актина и миозина с образованием нерастворимого комплекса (актомиозина), придающего мышце жесткость (окоченение).

Таким образом, в основе автолитических превращений мяса лежат изменения углеводной системы, системы ресинтеза АТФ и состояния миофибриллярных белков, входящих в систему сокращения.

На первой стадии автолиза большое значение имеет уровень содержания в мясе энергоёмкой АТФ, вследствие дефосфорилирования (распада) которой осуществляется процесс фосфоролиза гликогена. Одновременно энергия дефосфорилирования обеспечивает сокращение миофибриллярных белков.

Для мяса в послеубойный период характерно непрерывное снижение концентрации АТФ. Вследствие уменьшения запасов АТФ, в мясе не хватает энергии для восстановления состояния релаксации сократившихся волокон.

Накопление молочной (и фосфорной) кислоты, оказывает существенное влияние на состояние мышечных белков, что в свою очередь предопределяет технологические свойства мяса: консистенцию, водосвязывающую способность, эмульгирующие и адгезионные показатели. Сущность этих изменений в основном связана с процессом образования актомиозинового комплекса и зависит от наличия в системе энергии и ионов кальция (Ca^{4+}). Непосредственно после убоя количество АТФ в мясе велико, Ca^{4+} связан с саркоплазматической сетью мышечного волокна, актин находится в глобулярной форме и не связан с миозином, что обуславливает расслабленность волокон, большое количество гидрофильных центров и высокую водосвязывающую способность. Сдвиг рН мяса в кислую сторону запускает механизм превращений миофибриллярных белков: изменяется проницаемость мембран миофибрилл; ионы кальция выделяются из каналов саркоплазматического ретикулума, концентрация их возрастает; ионы кальция повышают АТФ-азную активность миозина; глобулярный Г-актин переходит в фибриллярный (Ф-актин), способный вступать во взаимодействие с миозином в присутствии энергии распада АТФ; энергия распада АТФ инициирует взаимодействие миозина с фибриллярным актином с образованием актомиозинового комплекса (Быков, 1987).

Результатом сокращения является нарастание жёсткости мяса, уменьшение эластичности и уровня водосвязывающей способности. Механизм дальнейших изменений миофибриллярных белков, приводящий к разрешению посмертного окоченения, изучается. Однако, ясно, что на первых стадиях созревания происходит частичная диссоциация актомиозина, одной из причин которой является увеличение в этот период количества легкогидролизуемых фосфатов и, очевидно, воздействие тканевых протеаз. Следует отметить, что характер развития автолиза в белых и красных мышечных волокнах мяса несколько отличается. Красные волокна, в отличие от белых, характеризуются медленным сокращением и высокой длительностью процесса.

Посмертное окоченение обуславливает длительное сохранение свежей рыбы. Чем позднее оно начинается и дольше продолжается, тем позднее наступает стадия автолиза и бактериального разложения.

Время наступления и продолжительность посмертного окоченения зависят от вида рыбы, длительности предсмертной агонии, механических воздействий на рыбу и ее температуры. У подвижных рыб окоченение наступает и заканчивается раньше, чем у малоподвижных. Чем ниже температура тела рыбы, тем позднее наступает окоченение и тем дольше оно длится (Родин, 1989).

Итак, в результате взаимодействия актина и миозина проявляется диссоциирующее действие аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) и других нуклеозидтрифосфатов на актомиозин, а состояние актомиозинового комплекса оказывает большое влияние на свойства тканей, т.е. на их окоченение и ослабление. Мышечные волокна сохраняют эластичность только в присутствии достаточного количества АТФ. В свою очередь концентрация АТФ зависит от температуры: чем ниже температура в толще продукта, тем медленнее происходит распад АТФ.

Следовательно, поддерживая ту или иную температуру тела свежей рыбы, можно регулировать протекающие в ней посмертные процессы. При низких температурах окоченение наступает позднее, так как концентрация АТФ продолжительное время остается на уровне, при котором невозможно образование актомиозинового комплекса. Быстрое охлаждение рыбы до криоскопической температуры задерживает образование актомиозинового комплекса следовательно, отодвигает сроки окоченения, за которым (и параллельно с первичными посмертными изменениями) происходят уже разрушительные микробиологические процессы. При медленном охлаждении рыбы темп развития микробиологических и биохимических процессов оказывается выше темпа охлаждения и тогда нежелательные изменения в рыбе происходят раньше, чем она успевает охладиться.

Планируемое экспериментальное установление содержания аденозинтрифосфорной кислоты и параллельное определение АТФ-азной активности миозина в образцах мышечной ткани позволит проследить динамику этих показателей в мышцах различных видов рыб в процессе хранения при низких температурах. Выявленные количественные соотношения дополнят сравнительный анализ обмена макроэргических соединений в организме исследуемых гидробионтов.

Список литературы:

- 1) Быков, В.П. Изменения мяса рыбы при холодильной обработке : автолитические и бактериальные процессы / В.П. Быков. – М. : Агропромиздат, 1987.
- 2) Костылев, Э.Ф. Биохимия сырья водного происхождения / Э.Ф. Костылев, А.П. Рябошапка. – М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1982.
- 3) Поглазов, Б.Ф. Структура и функции сократительных белков / Б.Ф. Поглазов. – М., 1965.
- 4) Родин, Е.М. Холодильная технология рыбных продуктов / Е.М. Родин. – М. : Агропромиздат, 1989.

СТРУКТУРНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭФФЕКТИВНЫХ АГОНИСТОВ И АНТАГОНИСТОВ ГРЕЛИНА

Хайруллина В.Р., Мухаметова Р.Р., Герчиков А.Я., Зарудий Ф.С., Тюрина Л.А. (Уфа, Башкирский государственный университет, кафедра физической химии и химической экологии; Veronika1979@yandex.ru)

Abstract. «Structure – activity» relationships at the row agonist, antagonists and inverse antagonists of hormone ghrelin are investigated. Structural signs, that are the characteristic of effective compounds, have been described.

Грелин – пептидный гормон, секретируемый преимущественно желудком. В настоящее время установлено, что он играет важную роль в долгосрочной регуляции веса тела животных и человека. Известно, что значительное повышение уровня этого гормона в плазме крови, которое наблюдается после снижения веса, приводит к повышенному потреблению пищи [1-3].

Эффект грелина опосредуется через рецептор, стимулирующий секрецию гормона роста, который широко распространен в тканях. Низкий уровень грелина в плазме крови ассоциируется с инсулинрезистентностью и рассматривается как фактор риска диабета 2 типа и гипертензии [1-2]. В настоящее время ученые разрабатывают синтетический вариант гормона для стимуляции аппетита у людей, страдающих заболеваниями, сопровождающихся снижением аппетита (рак, гастрит, анорексия). В то же время поиск эффективных антагонистов грелина позволит бороться с ожирением и предотвратить развитие диабета 2 типа [3]. В связи с этим изучение взаимосвязи «структура – свойство» в ряду агонистов и антагонистов грелина является практически важной задачей и представляет цель настоящей работы.

Методика экспериментов

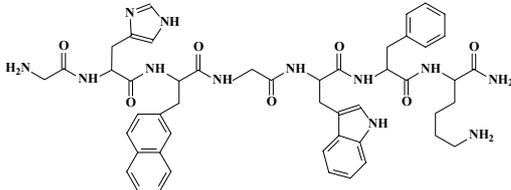
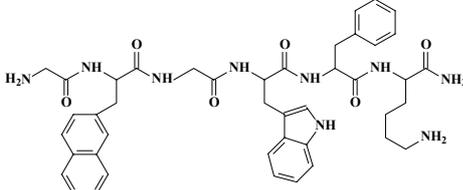
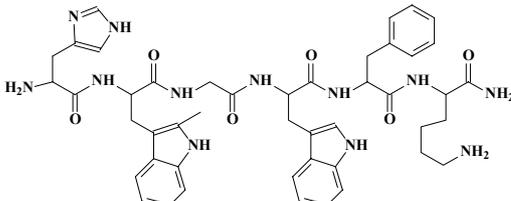
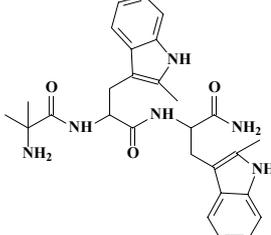
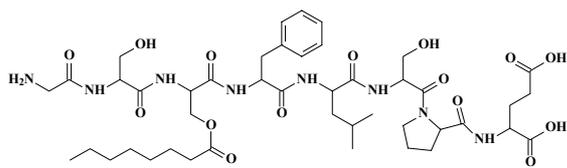
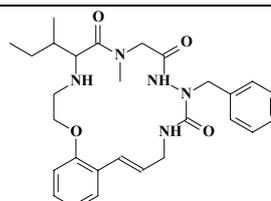
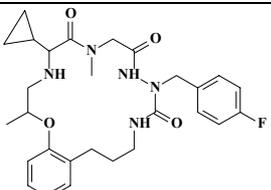
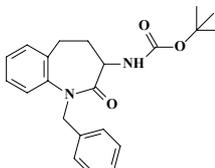
Исследования взаимосвязи «структура – свойство» выполнены основных процедур компьютерной системы SARD-21 [4] и включали в себя несколько этапов:

1. Формирование обучающей выборки. Построение модели прогноза и распознавания агонистов и антагонистов грелина проводили на основе обучающего массива из 54 соединений: 32 структур агонистов (класс А) и 22 структур антагонистов грелина (класс В). В качестве критерия при классификации использован параметр 50%-ного ингибирования и активации активности грелина, IC_{50} и EC_{50} соответственно [5]. Типичные структуры агонистов и антагонистов грелина, вошедшие в обучающую выборку, приведены в табл. 1.

2. Представление структур соединений на принятом языке описания, включающее в себя дезагрегирование исходных структур, и образование сложных субструктур и их логических сочетаний (конъюнкций, дизъюнкций, строгих дизъюнкций). Структуры исследуемых химических соединений представляли на языке фрагментарных дескрипторов (ФД). Полное дескрипторное описание включало три вида ФД: 1) исходные фрагменты, в том числе элементы циклических систем и сами циклические системы; 2) субструктуры из нескольких химически связанных исходных фрагментов; 3) логические функции (конъюнкции, дизъюнкции, строгие дизъюнкции) на основе дескрипторов первого и второго типов. В дальнейшем с использованием экспериментально подобранных эвристических критериев $3 \setminus 3$ (т.е. признак должен встречаться в трех структурах своего ряда и одна структура для распознавания должна содержать минимум три признака) проведено сокращение его размерности до

оптимального уровня и определены наиболее значимые факторы – решающий набор признаков (РНП) [4].

Таблица 1. Структуры соединений обучающего массива

АГОНИСТЫ ГРЕЛИНА	
	
	
АНТАГОНИСТЫ ГРЕЛИНА	
	
	

Модели распознавания и прогноза для исследуемого типа активности формировали в результате сочетания правил классификации и решающего набора структурных параметров в виде логических уравнений типа $C=F(S)$, где C – свойство (активность), F – правила распознавания (алгоритм распознавания образов, по которому производится классификация исследуемых соединений, - геометрический или метод «голосования»), S -набор распознающих структурных параметров (РНП). Эффективность моделей исследуемых типов активности определяли по результатам тестирования соединений экзаменационной выборки и структур исходного ряда. Распознавание структур и прогноз целевых свойств проводили с использованием двух методов теории распознавания образов: а) геометрического подхода б) метода голосования .

3. Анализ влияния структурных признаков на наличие исследуемой активности. В качестве величины, характеризующей эффективность действия, используется коэффициент корреляции качественных признаков Юла (r). В рамках используемой модели, чем выше положительное значение r , тем больше вероятность проявления рассматриваемым соединением агонистического действия на выработку грелина в организме животных и человека. Отрицательное значение r характерно для антагонистов грелина: чем больше по модулю отрицательное значение r , тем более выраженным ингибирующим действием обладает анализируемая структура [4].

Тестирование сформированного РНП на экзаменационной выборке, состоящей из 15 соединений, не вошедших в обучающую выборку, показало 73% уровень достоверного распознавания по обоим методам, что свидетельствует о применимости созданной математической модели для дальнейших исследований. Настоящая модель способна прогнозировать инверсию ингибирующих свойств ингибиторов грелина.

Основные результаты

В результате проведенной работы были сформированы РНП и математическая модель прогноза и распознавания агонистического и антагонистического действия ароматических азотсодержащих соединений на ферментативную активность грелина (табл.2). В РНП при автоматическом отборе в рамках используемого алгоритма, вошли фрагментарные признаки и их логические сочетания, потенциально ответственные за проявление исследуемых типов активности. Для проверки достоверности установленных зависимостей проведено тестирование РНП на соединениях обучающего массива и экзаменационной выборки. Тестирование РНП модели на соединениях экзаменационной выборки и на соединениях обучающего массива показало, что при данных условиях достигнут максимальный уровень прогноза, как для соединений обучения (91% и 90% по методам голосования и геометрического подхода); так и для экзаменационных структур (86 % и 73%). Признаки с положительным коэффициентом информативности характерны для агонистов грелина, а с отрицательным – для его антагонистов.

Таблица 2. Решающий набор признаков

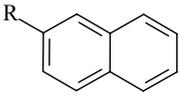
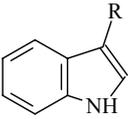
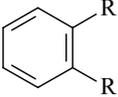
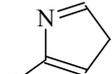
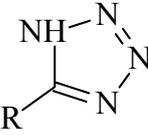
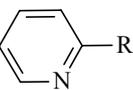
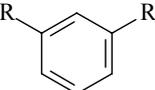
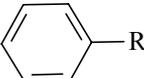
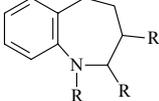
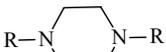
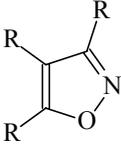
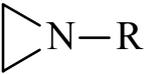
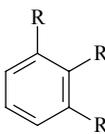
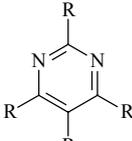
№	Признак	Информативность, r
1	$\{(>CH-)-(NH)\} \# \{(>CH-)-(N-)\}$	0.847
2	$\{(>C<-)-(-NH_2)\} ! \{(-CH_2het-)-(-NH_2)\} ! \{(>C<-)-(1,2-дизам. бензол)\}$	0.847
3	$\{(>CH-)\} \& \{(-NH_2)\} \& \{(>C=O)\}$	0.770
4	$\{(>C=O)\} \# \{(1,2,3-тризам. бензол)\} \# \{(монозам. азиридин)\}$	0.679
5	$\{(-CH_2het-)-(CH-)\} \# \{(>C<-)-(-NH_2)\} \# \{(>C<-)-(>C=C<)\}$	-0.783
6	$\{(>CH-)-(>C=O)\} \# \{(>C<-)-(-NH_2)\} \# \{(>C=C<-)-(>C=C<)\}$	-0.679
7	$\{(-O-)\} \# \{(2-зам. пиридин)\} \# \{(>SO_2)\}$	-0.658

В результате анализа структурных признаков модели выявлены циклические и ациклические признаки, характерные для эффективных агонистов и антагонистов грелина. Влияние их проанализировано с учетом принадлежности к различным функциональным группам. Циклические фрагменты агонистов и антагонистов грелина приведены в табл. 3. Установлено, что степень и характер влияния признака на проявление агонистической активности зависит как от природы, так и от способа сочетания с соседними признаками. Так последовательное сочетание аминогруппы с третичным и четвертичным атомом углерода характерно для агонистов грелина, в то время как сочетание этой же группы с тетразамещенным. пиримидином (цикл под кодом 126) и двойной связью негативно влияет на проявление агонистического действия. Наиболее часто встречающийся 1,4-дизамещенный бензол (цикл под кодом 143) индивидуально характерен для агонистов грелина. В то же время последовательное сочетание этого циклического фрагмента с тетразамещенным.

пиримидином и первичной аминогруппой преимущественно встречается среди антагонистов грелина.

Полученные результаты могут быть применены для скрининга широкого круга соединений на наличие у них агонистической и антагонистической активности по отношению к грелину, модификации уже известных соединений, с целью усиления их активности, а также поиска новых структур с заданным типом активности.

Таблица 3. Влияние циклических фрагментов на проявление активности грелина

АГОНИСТЫ ГРЕЛИНА				
 536*	 445*	 122*	 143*	 537*
 550*	 239*	 187*	 102*	 540*
АНТАГОНИСТЫ ГРЕЛИНА				
 242*	 263*	 116*	 192*	 126*

*- цифрами обозначены коды циклов при расчете

Список литературы:

- 1) Moulin A., Demange L., Bergé G., Gagne D., Ryan J., Mousseaux D., Heitz A., Perrissoud D., Locatelli V., Torsello A., Galleyrand J.-C., Fehrentz J.-A., Martinez J. Toward potent ghrelin receptor ligands based on trisubstituted 1,2,4-triazole structure. 2. Synthesis and pharmacological in vitro and in vivo evaluations // *J. Med. Chem.* **2007**. 50 (23). P. 5790–5806.
- 2) Rolland C., Gozalbes R., Nicolai E., Paugam M.-F., Coussy L., Barbosa F., Horvath D., Revah F. G-protein-coupled receptor affinity prediction based on the use of a profiling dataset: QSAR design, synthesis, and experimental validation // *J. Med. Chem.* 2005. 48 (21). P. 6563–6574.
- 3) Moulin A., Demange L., Ryan J., Mousseaux D., Sanchez P., Bergé G., Gagne D., Perrissoud D., Locatelli V., Torsello A., Galleyrand J.-C., Fehrentz J.-A., Martinez J. New Trisubstituted 1,2,4-triazole derivatives as potent ghrelin receptor antagonists. 3. Synthesis and pharmacological in vitro and in vivo evaluations // *J. Med. Chem.* **2008**. 51 (3). P. 689–693.
- 4) Тюрина Л.А., Тюрина О.В., Колбин А.М. Методы и результаты дизайна и прогноза биологически активных веществ Уфа: Гилем: 2007. 336 с.
- 5) Moulin A., Ryan J., Martinez J., Fehrentz J.-A. Recent developments in ghrelin receptor ligands // *J. Med. Chem.* 2007. 50 (2). P. 1242-1259.

АВИАЦИОННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ УХОД И ЛЕСНАЯ МЕЛИОРАЦИЯ

Шашкова Е.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии, shelve@yandex.ru)

Abstract. One of the most destructive for the natural nature of kinds actions is aviation chemical care of woods and land improvement of forest.

Одним из наиболее разрушительных для естественной природы видов лесохозяйственных мероприятий является авиационный химический уход за лесами. Авиационный химический уход применялся главным образом для регулирования состава молодняков, сформировавшихся на вырубках естественным путем - для уничтожения молодых деревьев осины, березы, ивы козьей, серой ольхи, липы. Для этой цели применялось большое количество различных химических препаратов - арборицидов, оказывавших различное воздействие на хвойные и лиственные деревья. Все применявшиеся препараты обладали одним общим свойством - они вызывали гибель значительной части деревьев лиственных пород, при этом лишь слабо повреждая хвойные деревья. Промышленное применение авиационного химического ухода началось в лесах Европейского Севера России в самом начале 60-х годов и достигло своего максимума - около 67 тысяч гектаров обработанной площади - в 1970 г. В целом по России в том же году было обработано 196,2 тыс. га молодых лесов. В последующие годы площади обработанных лесов стали снижаться. К сожалению, достоверные данные о площадях, подвергшихся авиационному химическому уходу в конце 70-х - 80-х годах, отсутствуют, поэтому общую площадь лесов, пройденных авиационным химическим уходом на территории таежной зоны Европейской России, можно оценить лишь приблизительно - в 600 тысяч гектаров. Самая большая доля пройденной авиационным химическим уходом площади (около 46% от всей площади обработанных в таежной зоне Европейской России лесов) приходится на республику Карелию, существенно меньшие доли - на Вологодскую (24%) и Архангельскую (17%) области. Наиболее распространено было применение в качестве арборицидов различных производных 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (препарат 2,4-Д). В подавляющем большинстве случаев обрабатывались смешанные сосново-лиственные молодняки, поскольку сосна в значительно большей степени страдает от затенения мелколиственными породами и, кроме того, максимально устойчива к применявшимся арборицидам.

Безусловно, авиационный химический уход - самая опасная и убийственная для всего живого технология, применявшаяся когда-либо в лесном хозяйстве. Опасность этого метода для людей наглядно продемонстрировали последствия применения арборицидов во время войны во Вьетнаме (где арборициды применялись для обнаружения деревень и партизанских поселений с воздуха после гибели скрывающихся их лесов). Во время Вьетнамской войны применялись те же самые арборициды, что и в лесном хозяйстве Российского Севера (преимущественно препарат 2,4-Д), и в сопоставимых дозах в пересчете на единицу площади. Многочисленные опасные для жизни изменения в здоровье жителей лесных деревень Вьетнама, наблюдаемые до сих пор, большинство экспертов связывает именно с последствиями применения арборицидов. Конечно, в лесном хозяйстве арборициды применялись лишь в наиболее удаленных от крупных населенных пунктов участках тайги; однако, их воздействие на случайно оказывавшихся поблизости людей исключить никак нельзя.

Многочисленные исследования, проводившиеся на участках применения авиационного химического ухода, показали, что 2,4-Д крайне негативно сказывался, по

крайней мере в первые годы, на составе практически всех групп и видов животных и растений. Негативные изменения, проявлявшиеся в снижении интенсивности размножения многих групп животных, сокращении численности отдельных видов, нарушений онтогенетического развития, выявлялись уже в первые годы после применения препаратов. К сожалению, долгосрочные изменения в экосистемах лесов, обработанных препаратами 2,4-Д и их аналогами, не отслеживались; в начале 80-х г.г. практически прекратились и краткосрочные наблюдения.

В настоящее время применение авиационного химического ухода в лесах Европейского Севера России не производится. Это связано не столько с пониманием руководителями лесной отрасли пагубных последствий этого метода для всего лесного биологического разнообразия и здоровья людей, проживающих поблизости от обработанных территорий, сколько с отсутствием необходимой специализированной авиации.

Мелиорация лесов - один из наиболее интенсивных видов преобразования таежной среды человеком. Мелиорация (буквально - улучшение) применительно к таежным лесам традиционно понимается практически исключительно как их осушение, в отдельных случаях совмещаемое с созданием необходимой для интенсивной эксплуатации этих лесов транспортной инфраструктуры. Начало работ по осушению лесов таежной зоны России относится к концу XVIII века, когда в порядке эксперимента были осушены отдельные небольшие участки заболоченных лесов в окрестностях Санкт-Петербурга, Дмитрова, Старой Руссы и некоторых других местах. Однако, до семидесятых годов прошлого столетия лесосушительные работы проводились лишь в отдельных исключительных случаях и практически всегда носили экспериментальный характер. Начало широкомасштабного промышленного осушения лесных земель в России приходится на 1873 г., когда для проведения этих работ были созданы две крупные специализированные организации - Западная (под руководством генерала И.Жилинского) и Северная (под руководством А.Гржегоржевского) экспедиции по осушению болот. С этого момента интенсивные лесосушительные работы начинают проводиться сначала на казенных лесных землях, а затем (особенно - Западной экспедицией) и в частных лесных дачах и крестьянских лесах. Несколько снизилась интенсивность лесосушения в первую половину нашего столетия; однако, в эпоху расцвета планов "преобразования природы" и расцвета "затратной экономики" интенсивность лесосушительных работ в таежной зоне России достигла своего максимума. В итоге, за все время проведения лесосушительных работ в России было осушено около 5 миллионов гектаров заболоченных лесов и лесных болот; из них более 4.1 млн. га были осушены в период с 1925 по 1991 г.¹³. Большая часть этих земель (около 99%) приходится на Европейскую Россию, существенно меньшая - на Западную Сибирь и Дальний Восток. Следует отметить, что даже по самым скромным оценкам не менее 1 миллиона гектаров из этих осушенных земель заболотились вторично. С конца 80-х г.г. интенсивность проводимых работ по осушению лесов стала заметно спадать, а создание новых мелиоративных систем практически прекратилось. В начале 90-х годов прекратились работы не только по созданию новых лесосушительных систем, но и по поддержанию, ремонту или реконструкции старых.

Отношение к искусственному осушению таежных земель с самого начала этих работ и практически до наших дней было самым радужным. Лесосушение, по крайней мере в таежной зоне, расценивалось исключительно как способ "улучшения" природы, дающий возможность вырастить более продуктивные леса и увеличить их доступность для лесопользователей. Единственным формальным критерием, по которому оценивалась целесообразность и возможность осушения конкретного участка переувлажненного или заболоченного леса, была экономическая эффективность

осушения. Несмотря на это, реальный экономический эффект был достигнут лишь в единичных случаях - практически только "в порядке эксперимента" на показательных и поддерживавшихся в оптимальном состоянии мелиоративных объектах. В конце концов, именно экономическая неэффективность проведения широкомасштабных лесосушительных работ в условиях таежной зоны России и огромное количество ошибок и просчетов, допущенных при проектировании, строительстве и эксплуатации лесосушительных систем, и послужили причиной практически полного прекращения этого вида хозяйственной деятельности. Несмотря на то, что сейчас работы по осушению лесов таежной зоны России практически нигде не проводятся, представляется целесообразным оценить позитивные и негативные последствия подобных работ. К положительным результатам работ по осушению таежных лесов можно отнести следующие.

1. Увеличение продуктивности осушенных лесов вследствие увеличения глубины корнеобитаемого слоя минеральной почвы или торфа, ускоренной минерализации органического вещества и увеличения доступности элементов минерального питания, улучшения условий аэрации корней деревьев.
2. Увеличение площади лесов за счет уменьшения площади безлесных болот.
3. Увеличение доступности лесосырьевых ресурсов для промышленной эксплуатации за счет строительства лесных дорог вдоль мелиоративных трасс и уменьшения заболоченности территории.

Как легко заметить, все эти результаты относятся чисто к "дервопродукцирующей" функции лесов. Отрицательные же последствия лесосушения значительно более разнообразны; строгая материальная оценка части из них вообще в настоящее время вряд ли возможна. К таким последствиям можно отнести:

1. Коренное изменение роли осушаемых лесных экосистем (особенно - лесных болот) в поддержании баланса кислорода и углекислого газа в атмосфере. В условиях естественного природного равновесия только болотные экосистемы являются постоянными поглотителями углекислого газа из атмосферы. Если в находящихся в состоянии равновесия лесных экосистемах практически вся поглощаемая в процессе фотосинтеза углекислота выделяется обратно в процессе разложения мертвого органического вещества (валежа, лесной подстилки, иных остатков растений и животных), то в болотах происходит постоянное отложение органического вещества в виде торфа. Таким образом, болота (и заболоченные леса) являются не только экосистемами, активно поглощающими углекислый газ и выделяющими кислород, но и важнейшими резервуарами исключенного из атмосферного круговорота углерода. Разложению мертвого органического вещества (и высвобождению связанной углекислоты) в болотах и заболоченных лесах препятствует избыток воды (вызывающий плохую аэрацию); осушение удаляет избыточную воду и обеспечивает доступ кислорода к накопившемуся ранее органическому веществу, вызывая его ускоренное разложение. Если неосушенные болота в южной части таежной зоны связывают (с учетом всех потерь) до 3 тонн углекислого газа на гектар в год, то при осушении происходит обратный процесс, и за счет ускоренного разложения накопившейся ранее органики в атмосферу ежегодно выделяется до 10 тонн углекислого газа с гектара (что лишь частично, в лучшем случае на 20-30%, компенсируется увеличением прироста биомассы деревьев). В целом количество углекислоты, выделяющейся ежегодно со всех искусственно осушенных болот России, сопоставимо с количеством углекислоты, выделяющейся при лесных пожарах в самые "пожарные" годы. В условиях, когда "парниковый эффект" от накопления углекислоты

в атмосфере Земли рассматривается как одна из важнейших глобальных экологических проблем, с этим нельзя не считаться.

2. Существенное изменение водного режима осушаемой и прилегающей территории, а также вытекающих с этой территории водотоков. Болота и заболоченные леса являются своеобразной естественной губкой, впитывающей излишки воды во время весеннего снеготаяния или ливневых дождей, а затем постепенно ее отдающей. Осушение болот нередко приводит к существенному ухудшению водного режима питающихся из них рек. Показательным примером может служить река Дубна (север Московской области), на значительном протяжении протекавшая по сплошному болотному массиву. В конце прошлого - начале нашего столетий Дубна была одной из наиболее известных "рыбных" рек Московской губернии, и значительное количество рыбы поставлялось местным населением за 100 километров в Москву. Русло реки было спрямлено в конце 20-х г.г., а прилегающие к ней болота осушались вплоть до начала 90-х годов. В результате резкого уменьшения меженного стока и других связанных с осушением прилегающих земель изменений Дубна превратилась в реку, не имеющую существенного значения даже для любительского рыболовства.

3. Существенное загрязнение водоемов, в которые происходит сброс дренажных вод, торфяной крошкой и растворимыми продуктами разложения накопленной ранее органики. И то, и другое требует для своего дальнейшего разложения значительного количества растворенного в воде кислорода. В результате количество растворенного в воде кислорода существенно снижается, особенно в зимнее время. Это в отдельных случаях (особенно в слабопроточных водоемах) крайне неблагоприятно отражается на количестве рыбы, а в зимнее время нередко приводит к "заморам" - массовой гибели рыбы в результате кислородного голодания.

4. Резкое изменение условий существования болотных экосистем, их флоры и фауны, часто приводящие к быстрой гибели популяций многих видов растений и животных, уничтожению уникальных экосистем. Практически полное исчезновение, например, нескольких видов болотных орхидей и карликовой березки в Московской области после осушения большей части лесных болот и заболоченных лесов служит наглядным тому примером.

5. Катастрофический рост пожарной опасности на осушенных территориях. Осушение приводит как к непосредственному увеличению способного к горению органического вещества, так и к увеличению количества потенциальных источников пожаров за счет легкой доступности осушенных лесов для посещения охотниками, рыбаками, сборщиками грибов и ягод и туристами. Катастрофические пожары на осушенных торфяниках, нередко приводящие к гибели людей, в отдельные годы становятся настоящим бедствием для целых областей. Торфяные пожары (значительно хуже поддающиеся тушению, чем любые другие виды лесных пожаров) на осушенных лесных территориях не только приводят к загрязнению атмосферы и водоемов (в том числе к выбросам значительного количества углекислого газа), но и сводят на нет экономический эффект от осушения лесов.

И еще один важный момент, касающийся осушения лесов (особенно на торфяных почвах). Лесные осушительные системы имеют обыкновение со временем выходить из строя за счет заполнения канав торфяной крошкой или песчаными наносами, перегораживания их бобровыми плотинами или зарастания, осадки торфа или выгорания его поверхностного слоя. Выход из строя осушительной системы приводит к постепенному восстановлению исходного уровня грунтовых вод. Как правило, это вызывает не просто замедление роста деревьев, но и гибель значительной их части, поскольку большая часть сформировавшихся после осушения крупных корневых систем оказывается ниже восстановившегося уровня грунтовых вод. Таким

образом, осушение лесов, проводимое как разовое мероприятие, без дальнейшего тщательного ухода за мелиоративными системами, не оказывает благоприятного воздействия даже на древостой и даже только с чисто коммерческой точки зрения. Между тем, именно такой подход к осушению лесов наиболее характерен для большей части осушаемых территорий таежной зоны России.

Таким образом, если взвесить все не только положительные, но и отрицательные последствия осушения лесов таежной зоны России, да еще и принять во внимание сложившуюся традицию забрасывать осушенные территории на произвол судьбы, этот вид хозяйственной деятельности в основном следует считать крайне неблагоприятным для природы и среды обитания человека и вряд ли целесообразным с хозяйственно-экономической точки зрения.

Список литературы:

- 1) Родзевич Н.Н. Геоэкология и природопользование.- М.Дрофа,2003.-256с.
- 2) Нееф Э. Теоретические основы ландшафтоведения. - М.: «Прогресс», 1974, С.59-78.
- 3) Марков Ю.Г. Социальная экология.- Новосибирск, Изд-во «Наука», Сибирское отделение, 1986.-С.11-38.
- 4) Кремьянский В.И. Информация и системный подход в биологии.- М.: «Знание», 1980-С.6
- 5) Никитин К.Е., Швиденко А.З. Методы и техника обработки лесоводственной информации.- М.,1978.-С5-14

СЕКЦИЯ
«ЭНЕРГЕТИКА И ТРАНСПОРТ»

Секция «Энергетика и транспорт»

Бабошин А.А., Малышев В.С. Анализ методов измерения давления в цилиндрах ДВС и обоснование необходимости разработки методов косвенного индицирования	840
Баясгалан Загдхорол. Исследование и внедрение социального тарифа электроэнергии для потребителей Монголии	844
Беляев А.И., Хабибуллин Р.Г., Макарова И.В., Беляев Э.И., Сираев Р.З. Совершенствование системы выполнения гарантийных обязательств за рубежом на основе анализа дефектов узлов автомобилей КАМАЗ	848
Ветлужских С.Ю., Малышев В.С. Расчетная оценка надежности транспортных средств при выборе их оптимального состава	850
Власов А.В. Реконструкция гидроэлектростанций Пазского каскада с целью увеличения установленной мощности и экспортного потенциала	855
Гафуров А.Р. Развитие магистральных и системообразующих сетей как фактор повышения надежности и эффективности энергосистемы региона (на примере Мурманской области)	859
Гафуров А.Р. Повышение надежности и эффективности гидроэнергетики в контексте обеспечения энергобезопасности региона (на примере Мурманской области)..	863
Горохов А.Ю. Основные направления развития деятельности сетевой компании филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго»	868
Дзюба А.М. Современные методы и технологии энергосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве	873
Долматова Е.С., Малышев В.С. Экономическая и экологическая оценка объектов возобновляемой энергетики	878
Зборовский М.Э., Яковлева Л.В., Ковалев Р.М. Создание обучающего и тестирующего комплекса программ для электроэнергетических предприятий... 883	
Ибрагимов Р.Р., Шорников В.П., Малышев В.С. Устройство для исследования потенциала ВЭУ для энергоснабжения удаленных объектов	887
Кончиц А.В. Совершенствование методов исследования несоответствий в автомобильном производстве	892
Мухаметдинов Э.М., Хабибуллин Р.Г., Макарова И.В., Буйвол П.А. Централизованное автоматизированное управление дилерской сетью как способ повышения эффективности сбытовой деятельности машиностроительного предприятия	896
Сабилова Я.М. Мероприятия по снижению тепловых потерь в зданиях	898
Слепухин Ю.А., Панкратов П.С. Современные методы контроля и источники искажений показателей качества электроэнергии в региональной сетевой компании	901
Шорников В.П. К вопросу подбора ветроэнергетической установки (ВЭУ)	905
Шорников В.П. Комплекс практических и лабораторных работ по дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» (НИВИЭ)	906

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ЦИЛИНДРАХ ДВС И ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ КОСВЕННОГО ИНДИЦИРОВАНИЯ

Бабошин А.А., Малышев В.С. (МГТУ, кафедра энергетики и транспорта)

Изменение давления газов в цилиндрах двигателя является наиболее информативным показателем, характеризующим качество рабочего цикла, а также позволяющим косвенно судить о техническом состоянии двигателя. Параметрический метод диагностирования по измерению давления газов в цилиндрах двигателя называют индицированием.

Обработка индикаторных диаграмм позволяет получать сведения о ходе рабочих процессов индицируемого двигателя, исследовать совершенство рабочих процессов, определять индикаторные показатели двигателя, оценивать техническое состояние двигателя, его экономичность и качество регулировки. Точность результатов, получаемых при обработке индикаторных диаграмм, в первую очередь зависит от качества исходных данных, которое определяется выбранным способом индицирования, погрешностью измерения давления и момента прохождения поршнем верхней мертвой точки.

Проведенный анализ информации по способам измерения давлений в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания позволяет предложить следующую классификацию методов индицирования.

1. Прямое индицирование:

1.1 индицирование ДВС, оборудованных индикаторными кранами;

1.2 индицирование ДВС с внесенными в конструкцию изменениями – имеется отверстие в головке (крышке) блока ДВС для датчика давления (рисунок 1);

1.3 индицирование ДВС, не имеющих индикаторных кранов – с помощью различных датчиков, встроенных в свечи зажигания для двигателей с искровым зажиганием имеются (рисунок 2), в свечи накаливания или насос-форсунки для дизельных двигателей (рисунок 3).



Рисунок 1 – Датчики давления:
тензометрический датчик давления фирмы MVG Group (слева);
пьезоэлектрический датчик давления фирмы Kistler (в центре);
пьезоэлектрический датчик давления фирмы AVL (справа)

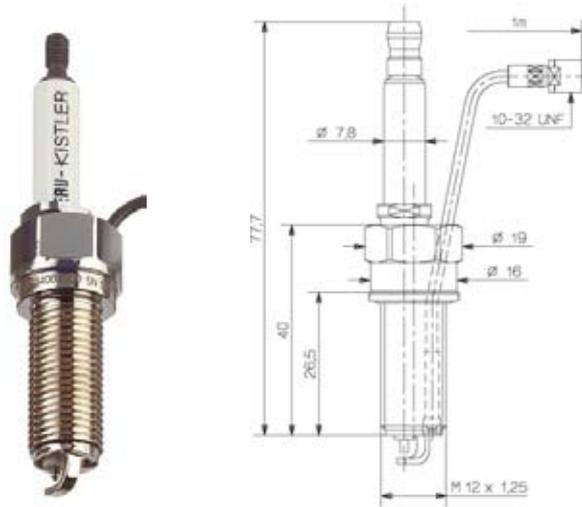


Рисунок 2 – Свеча зажигания М12х1,25 с датчиком давления фирмы Kistler (слева) и ее внутреннее устройство (справа)



Рисунок 3 – Свечи накаливания с встроенным датчиком давления фирмы Optrand (слева) и фирмы Kistler (справа)



Рисунок 4 – Свеча зажигания с датчиком давления в уплотнительной прокладке (слева); датчик давления в виде шайбы: внешний вид (по середине), размеры датчика (справа)

2. Косвенное индицирование:

2.1 построение индикаторной диаграммы по данным неравномерности вращения коленчатого вала;

2.2 измерение давления в цилиндре с помощью датчиков, установленных в прокладке головки блока;

2.3 расчетное определение давления, используя виброакустические сигналы;

2.4 измерение давления в цилиндрах ДВС с помощью датчика давления, встроенного в уплотнительную прокладку для свечи зажигания (рисунок 4);

2.5 измерение давления с использованием датчиков, установленных под гайки шпилек (болты) крепления головки блока;

2.6 измерение давления путем установки тензодатчиков на уплотнительную прокладку газового стыка.

3. Отдельно можно выделить способы анализа давления с помощью прямого оптического контроля за сгоранием топлива в цилиндрах ДВС.

Проанализировав различные способы измерения давления в цилиндрах ДВС с учетом их стоимости, можно заключить:

1. Для двигателей, имеющих индикаторный кран, а также для двигателей с внесенными конструктивными изменениями в виде отверстия для датчика прямого индицирования, существует достаточно много средств для получения индикаторных диаграмм, но их стоимость очень высока (от 200000-500000 р. и выше).

2. Автомобильные двигатели не оборудуются индикаторными кранами, а внесение изменений в конструкцию ДВС неприемлемо. Для таких двигателей возможно использование датчиков давления, встроенных в свечу зажигания (или накаливания). Анализ показал, что стоимость только свечи зажигания с встроенным датчиком давления находится в пределах от 50000 до 200000 р., кроме того, необходимы усилитель-преобразователь, программное обеспечение и т.д.

3. Для автомобильных ДВС без внесения изменений к конструкции двигателя возможно использование косвенных методов измерения давления, но названные способы косвенного индицирования либо используются в виде отдельных экспериментальных проработок, и требуют дальнейшего развития, либо не имеют массового распространения.

Такое положение дает право исследователям предлагать и разрабатывать новые методы и средства диагностирования ДВС, уделяя при этом основное внимание **реализации способов косвенного индицирования.**

Базовыми тенденциями современного двигателестроения остаются повышение топливной эффективности и эксплуатационной надежности двигателей, а также их экологическая безопасность. Без качественного контроля и регулирования процесса сгорания невозможно соблюдение все более ужесточающихся экологических норм.

Имея информацию о давлении в цилиндрах, блок управления двигателем может оперативно вносить изменения в процесс сгорания. Уже сейчас выпускаются автомобили с двигателями, в которых штатно используются системы для измерения давления в цилиндрах двигателя. Двигатели фирмы Opel с системой подачи топлива аккумуляторного типа (common-rail) работают по технологии Clean-Tech, которая обеспечивает низкий уровень токсичных выбросов на протяжении всего срока службы двигателя. Система управляет процессом сгорания в цилиндрах по замкнутому циклу, непрерывно меняя подачу топлива в зависимости от режима сгорания в двигателе. Пьезорезистивные датчики давления, установленные в свечах накаливания, осуществляют непрерывное измерение давления в камерах сгорания. Затем данные направляются в центральный блок управления двигателем, который определенным образом регулирует объем и продолжительность впрыска топлива. Изменяя угол опережения и продолжительность впрыска, можно регулировать максимальное давление и температуру в цилиндре, тем самым уменьшать эмиссию NO_x .

Кроме того, в современных дизельных двигателях существенно усложнен впрыск топлива. Он производится не только в два этапа (предварительный и основной), но существуют системы, в которых подача топлива осуществляется в несколько этапов (до 5 и более) в зависимости от условий работы двигателя. Известные зависимости для

расчетного описания процессов сгорания в таких ДВС оказываются неприменимыми. Сейчас много исследований связано с поиском и возможным использованием альтернативных видов топлив. Исследуется работа двигателей на газе, водороде, синтетических топливах, исследуются возможности применения различных присадок к топливу, продолжается совершенствование конструкции ДВС. Все эти исследования требуют глубокого изучения внутрицилиндровых процессов на основе получения и обработки индикаторных диаграмм. Ибо только наличие объективной информации о текущем протекании рабочего процесса в цилиндрах двигателя позволяет реализовать оптимальное регулирование его работы.

Таким образом, если традиционно индицирование использовалось при проведении специальных исследований рабочего процесса и при диагностировании ДВС, то в настоящее время индицирование становится постоянной функцией системы управления двигателем. К сожалению, высокая стоимость стендов для определения мощности ДВС и имеющихся средств индицирования не позволяют исследователям получать необходимые экспериментальные данные. Сказанное выше доказывает необходимость разработки новых методов индицирования и развития имеющихся. При этом методы косвенного индицирования представляются наиболее предпочтительными. Проводимые на кафедре «Энергетики и транспорта» исследования по разработке методов косвенного индицирования являются таким образом актуальными и востребованными.

Список литературы:

- 1) «Дизель-Адмирал» - универсальный программно-аппаратный диагностический комплекс на базе обработки теплотехнических параметров дизеля [Электрон. ресурс]. - <http://www.npkgarant.spb.ru/cgi-bin/index.cgi?content=dadmiral>
- 2) Пат. RU 2078324 С1, МПК 6 G01M15/00. Способ определения технического состояния двигателей внутреннего сгорания и экспертная система для его осуществления.
- 3) Технологии Fiat: опережая время [Электрон. ресурс]. - <http://www.fiat.com.ua/news/084/>
- 4) Экономия без компромиссов: Opel Insignia ecoFLEX [Электрон. ресурс]. - http://opelclub.autokvartal.ru/materials/news/news_814/
- 5) DEPAS Laboratory – система мониторинга рабочего процесса судовых дизелей [Электрон. ресурс]. - <http://www.depas.odessa.ua/>
- 6) MVG-GROUP. Датчики давления. Приборы для измерения давления газа. [Электрон. ресурс]. - <http://www.mvg-group.ru/pressure/>
- 7) Opel Insignia ecoFLEX, новости и новинки автомобилей, обзорные статьи [Электрон. ресурс]. - <http://autoclyne.ru/index.php?newsid=4>
- 8) Optrand, Inc. - Fiber Optic Pressure Sensors for High Temperature Applications [Электрон. ресурс]. - <http://www.optrand.com/>
- 9) Kistler [Электрон. ресурс]. - <http://www.kistler.com/>

ИССЛЕДОВАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ СОЦИАЛЬНОГО ТАРИФА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ МОНГОЛИИ

Баясгалан Загдхорол (Москва, МЭИ (ТУ), кафедра ЭЭС, zagdaal@yahoo.com)

Abstract. The key goal of the "Mongolia's Strategy Sustainable Development of the Energy Sector 2002-2010" developed by the Mongolian Government is to meet the requirements for sustainable development of the energy sector by creating efficient energy supply, thus will increase participation of private sector & citizen's social involvement; based on regional energy cooperation to introduce new advanced technologies into the energy sector to improve the economical efficiency, reduce poverty and to provide the environmental sustainability for the country. This document gives high priority for taking into consideration the issue to introduce a tariff mechanism concerning the payment capability of the people.

Основная цель плана "Стратегия устойчивого развития Монгольского энергетического сектора, 2002-2010 годы", заключается в том, чтобы удовлетворить потребности в интересах устойчивого развития энергетического сектора за счет создания эффективных энергетических поставок, тем самым увеличит участие деятельности частного сектора; на основе регионального сотрудничества в области энергетики для внедрения новых передовых технологий в энергетическом секторе для повышения экономической эффективности, сокращению масштабов нищеты и обеспечения экологической устойчивости в стране. Этот документ дает высокий приоритет для принятия во внимание вопрос о введении тарифного механизма в отношении оплаты потенциал народа.

Спорных вопросов, связанные с низким уровнем доходов потребителей, возможность оплаты не просто проблема, с которой сталкиваются только в Монголии, но и сталкивается со всеми другими странами мира, и правительства и регулирующих органов этих стран уделять большое внимание к этому вопросу. В частности, при осуществлении реструктуризации и коммерциализации в области энергетики, для реализации программы приватизации и определения стоимости тарифов основывается это абсолютно необходимо рассмотреть возможность создания тарифного для потребителей с низким доходом, которые являются уязвимой частью общества.

Для Монголии, которая является страной, что около 36,1% населения имеют доходы ниже, чем уровень жизни и высокий уровень бедности должен изучать международные примеры для создания такой тарифный механизм, который подходит для монгольских условий и обстоятельств.

Каждая страна решает этот вопрос для оказания поддержки уязвимым группам потребителей с низким уровнем доходов по различным способам, которые подходят к конкретным условиям и особенностям страны. Тем не менее, метод решения могут быть классифицированы по следующим типам:

1. Правительство разрабатывает специальную программу и решает проблемы, связанной потребителей с низким уровнем доходов;
2. предоставить субсидии для потребителей, непосредственно из государственного бюджета;
3. предоставить субсидии на энергетические компании, как поддержка со стороны государственного бюджета;
4. Решить, как субсидировать между различными категориями потребителей;
5. Субсидирования основан на сумме потребления и уровень напряжения.

В Монголии начали предложить тарифные вопросы с 2003 году, но и потратили почти 2 лет до реализации тарифа. Иногда из-за некоторых политических влияние этого

вопроса было отложено по решению некоторый период. Когда начали тарифные исследование было недостаточно официальные статистические данные, выразившие количество уязвимых людей могут рассматриваться как с низким уровнем доходов потребителей. К этому времени не было подробного исследование и официальные документы были размещены на уровне доходов и электроэнергии, тепловой энергии количества бедных семей, которые относятся к уязвимой частью общества.

В конце 2004 года большая исследование проводилось на потребление энергии с низким уровнем доходов бедных семей, которые относятся к уязвимой группе по проекту "Исследование по проблеме нищеты и поддержание занятости MON01/U01" в рамках ООН, Программа развития. В этом исследовании был принят ряд важных выводов о влиянии и обременения в оплату жизненной необходимостью электроэнергии и тепло от общего дохода бедных семей. Всего 200 семей участвовали в этом проекте, и исследование было проведено, заполнив анкету. 83,5% семей участвовали в этом исследовании было 26500 тугрики дохода на одного члена и 42% семей до 10600 тугрики дохода на одного члена семьи.

В исследовании результат в зависимости от уровня жизни показывает, что 42,55 из семей, являются крайне бедными, 38,5% семей являются бедными, 13,5% семей являются более низкими, чем средний уровень, 5,5% семей рассматривается как средний уровень дохода. Средний ежемесячный доход от 200 семей, которые участвовали в исследовании, составляет около 61000 тугрики. Около 61% от общего числа семей, считают, что плата за электроэнергию, тепло, топливо и вода, влияющих на уровень жизни. В частности 40,2% семей считаются электроэнергии, 49,5% семей считаются тепла и топливо, и 4,7% семей считают, что воды значительно влияет на жизненный уровень.

Влияние тарифов на электроэнергию -60,7% семей, участвующих в исследовании указано, что задолженность возникает из-за невозможности оплаты, 28,6% из них заявили, что они ограничивают свое потребление электроэнергии, 7,1% из них лимит потребления и других 3,65 из них ответили, что их уровень жизни ухудшается из-за тарифов на электроэнергию влияния.

Влияние тарифов тепла – иная картина по воздействием тепла, что тарифная 50,7% от общего числа семей, участвующих в исследовании, заявили, что из-за оплаты за отопление оставшихся денег будет недостаточно для покрытия других расходов. Кроме того, 7,2% из них заявили, что они занимают деньги для оплаты, 10,9% из них сообщили, что уровень жизни ухудшается, 2,2% из них заявили, что они собирают дрова из гор. Но 15,2% из них ответили, что они просто остаться без тепла (огня) на дому и 13,8% из них жаловались на то, что невозможно дать своим детям возможность делать свою домашнюю работу, и дети часто болеют.

Несмотря на то, что количество семей, участвующих в этом проекте является относительно небольшим, но в результате исследования, дает четкую и подробную информацию о том, как платежи электричество и тепла, влияют на возможность выплаты семьям с низкими доходами.

Орган регулирования энергетики приняла решение об увеличении тарифов с 14 февраля 2005 года и одновременно рассматриваться смягчить последствия повышения тарифов для потребителей с низким уровнем дохода относятся к уязвимой части был первый шаг в создании механизма социального тарифа.

Исходя из наличия исследований, которые были проведены в отношении защиты уязвимых потребителей, начал осуществить социальный тариф с 1 апреля 2005. Этот тариф стал новым элементом защиты потребителей с доходом ниже уровня жизни, которые относятся к уязвимой частью общества. Он решил регулярные тарифные скидки на 20%, а для определения минимально необходимого объема

потребления электроэнергии для уязвимых групп потребителей. Регулярный тариф 51 тугрики за кВтч без НДС для потребителей, квартиры 48,8 тугрики за кВтч без НДС для потребителей гэр района.

Согласно "Методика определения низкого уровня народной жизни", выпущенной Национальным статистическим агентством максимальный объем потребления электроэнергии для квартиры и дома в гэр района должны быть приняты на сумму 80 кВтч месяц. Таким образом, можно сказать, что минимальный требуемый размер потребления, по оценкам, в соответствии с вышеуказанной суммы.

Наиболее сложной проблемой является определение групп потребителей, которые могут быть отнесены к категории уязвимых групп потребителей, наиболее подходящим выбором является использование определений, предусмотренных в "Монгольский закон о социальной защиты и помощи".

В соответствии со статьями 3.1.2, 3.1.3, 3.1.5 из Монгольских закона о социальной защиты и помощи лицам, инвалиды, ветераны, многодетные семьи, семьи которые сумма дохода на одного члена семьи составляет 40% ниже, чем утвержденный уровень жизни, решили определить эти люди должны быть отнесены к категории уязвимых групп потребителей которые имеют право пользоваться социальный тарифа.

Для надлежащего осуществления социального тарифа в практику разработали специальные рекомендации для всех с участием сторон, поскольку они были осторожны с самого первого осуществления жизненно тарифа. Нормативный совет утвердил правила, которые должны следовать распределению электроэнергии лицензиатов что основные вопросы. Поэтому распределение компании могут разрабатывать свои собственные правила, с учетом их конкретных условий и особенностей.

Распределение компаний развитых срокам график введения тарифных жизнеобеспечения и начали применять его, а также организованы различные кампании, чтобы дать представление о тарифных к потребителям через своих продавцов.

Распределение компаний предсказал некоторые трудности в определении низких доходов потребителей и были так осторожны на стоящие перед возможным сговор и представления фальшивых документов потребителей, с тем чтобы быть зарегистрированными в качестве уязвимых групп потребителей.

В соответствии со статьями 3.1.2, 3.1.3, 3.1.5 из монгольских закон о социальном обеспечении, могут быть доказательства документ для проверки потребителей и отвечает инспекторы также доказательства потребителей. В 2005 году предполагали предоставить скидку в размере 500 млн. тугрики основан на предварительной оценке, около 30% от общей жилой потребителей будет классифицироваться как уязвимых потребителей.

В начале предъявлялись иски только в 1000 потребителей были определены в качестве уязвимых потребителей, которые намного ниже, чем предполагалось. Это возможно, учетная ставка настолько низкие или высокие критерии для потребителей с низким доходом.

Согласно новой методике, с низким уровнем доходов потребителей, которые определяются в соответствии с монгольским Закон о социальной защиты и помощи, имеют право использовать социальный тариф, если они выполняли следующие требования:

- Нет задолженности компании по распределению электроэнергии оплате или соглашения об отмене существующего долга в течение 6 месяцев;
- Оплатить электроэнергию во время;
- Использовать сертифицированные счетчиков электроэнергии от уполномоченной организацией;

- В случае хищения электроэнергии право использования жизненно тарифы будут аннулированы.

Расследован факт, что большинство потребителей имеют задолженности по электроэнергии распределительными компаниями, поэтому они не могут быть отнесены к категории уязвимых групп потребителей. Кроме того, некоторые потребители украли электроэнергию и нарушают положения договора энергоснабжения, заключенного с поставщиком, таким образом, теряют право быть уязвимыми потребителей.

На следующем шаге стремимся проводить подробные исследования, чтобы определить, является ли социальный тариф оказывает влияние на уязвимую часть общества, и необходимость улучшение дизайн этого тарифа в будущем.

В последнее время энергетические компании начали решительно заявить о своем намерении, что энергетический сектор не должен покрыть убытки, от этого тарифа и необходимо прекратить оказание поддержки уязвимой частью общества, в энергетическом секторе. Если смотреть поверхностно, кажется, что энергетический сектор является несущей большой нагрузки, предоставляя скидку для потребителей, но на самом деле другие потребители, принимая эту ответственность на основе тарифного регулирования. В настоящее время с помощью дифференцированной и жизнеобеспечения тарифы приведены в других странах.

Тем не менее, не прекратить предоставление скидок, а скорее в том, чтобы поговорить о том, что вклад может быть сделано для сокращения масштабов нищеты и реализовать в жизни общепризнанный международный тарифный путь и дизайн. Кроме того, для улучшения механизма социальных тариф, необходимо поднимать вопрос о предоставлении скидок на оплату тепла, поскольку в Монголии зимний сезон протекает тяжело и долго.

Несмотря на то, что количество семей, участвующих в этом проекте является относительно небольшим, но результат исследования, дает четкую и подробную информацию о том, как платежи электричество и тепла, влияют на возможность выплаты семьям с низкими доходами.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ГАРАНТИЙНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ ЗА РУБЕЖОМ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДЕФЕКТОВ УЗЛОВ АВТОМОБИЛЕЙ КАМАЗ

**Беляев А.И., Хабибуллин Р.Г., Макарова И.В., Беляев Э.И.,
Сираев Р.З.** (*Набережные Челны, Камская государственная инженерно-
экономическая академия, кафедра «Сервис транспортных систем»,
hrg_kampi@mail.ru, kamIVM@mail.ru*)

Современные предприятия фирменного обслуживания автомобильной техники представляют собой сложные организационно-производственные системы, основным видом деятельности которых является организация продаж автомобильной техники и запасных частей и оказание сервисных услуг. Расширение модельного ряда автомобильной техники, сопутствующее ему увеличение номенклатурного перечня запасных частей и возрастающее число заявок на сервисное обслуживание заставляет руководство фирменного автоцентра создавать инфраструктуру информационного взаимодействия всех его подразделений. Все возрастающий поток требований на поддержание работоспособности автомобилей заставляет искать новые пути оптимизации управления процессом сервисного обслуживания и повышения его эффективности.

Надежное функционирование такого предприятия основывается на научном прогнозировании его деятельности, а качество прогноза зависит от полноты и достоверности информации и надежности результатов ее анализа. Прогноз будущей работы всех подразделений и служб предприятия базируется на результатах оценки итогов прошедших периодов, поэтому создание надежной системы сбора, хранения и анализа информации становится одним из факторов успешной организации фирменного обслуживания автомобильной техники.

ЗАО «Внешнеторговая компания КАМАЗ», одно из подразделений ОАО «КАМАЗ», основным видом деятельности которого является осуществление продажи и сервиса автомобильной техники за рубежом. При продаже партии автомобилей в страну-импортер необходимо сопровождать ее гарантийными комплектами для обеспечения своевременного выполнения гарантийных обязательств по сервисному обслуживанию автомобильной техники. Интуиция специалиста по сервису и его опыт являются в настоящее время теми субъективными факторами, на основе которых в настоящее время формируется состав подобного гарантийного комплекта. Это не всегда позволяет объективно учесть все возможные факторы, влияющие на отказы узлов автомобилей в данной климатической зоне.

Учитывая вышесказанное, целью исследования является создание системы поддержки принятия решений по научно-обоснованному формированию ремонтных комплектов при выполнении гарантийных обязательств за рубежом.

Основной проблемой, препятствующей подобного рода анализу, является крайняя неформализованность информации базы данных отдела гарантийного ремонта. Поэтому можно выделить следующие задачи исследования:

- Формализация информации в справочнике узлов и агрегатов всех моделей автомобилей КАМАЗ;
- Группировка и анализ информации об узлах - виновниках дефектов с учетом климатической зоны страны, имеющей сервисный центр;
- Принятие обоснованных управленческих решений о составе гарантийного комплекта для последующей партии автомобилей с учетом страны-импортера.

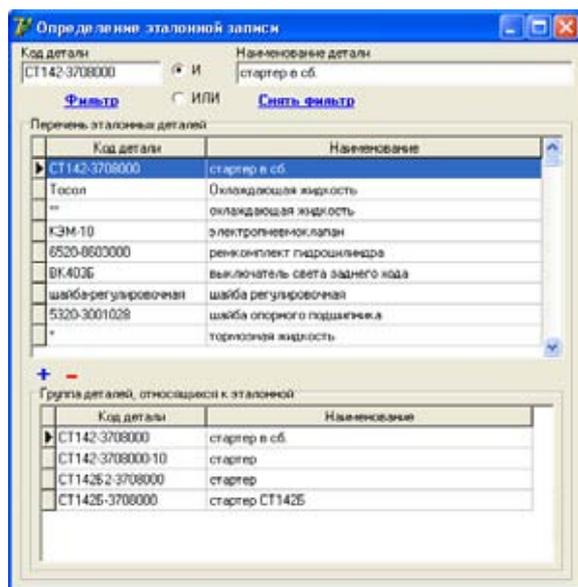


Рис. 1. Структуризация справочника деталей

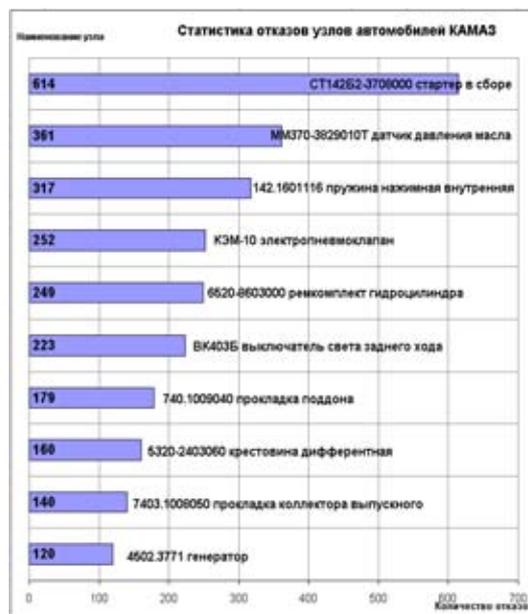


Рис. 2. Распределение дефектов деталей в респ. Казахстан

Для решения проблемы формализации справочника узлов и агрегатов автотехники КАМАЗ был разработан алгоритм и осуществлена его программная реализация с помощью которой при помощи эталонных записей возможна структуризация исходной информации (рис. 1).

В данном приложении выводится полный справочник узлов и агрегатов автомобилей, отсортированный по количеству дефектов, описанных в рекламационных актах. Специалист по сервису может устанавливать фильтр для текущей детали, показывающий список узлов, сходных с текущим. Для текущего узла может быть указан список узлов, для которых он является эталонным (являющимся основным описанием).

На основании структурированного справочника узлов и агрегатов автотехники КАМАЗ с учетом рекламаций для текущего региона (Казахстан) был произведен анализ деталей, имеющих наибольшее количество отказов (рис. 2).

Разработанное информационное обеспечение позволяет осуществлять поддержку принятия управленческих решений специалистом по сервису в отношении состава гарантийного комплекта в указанный регион. Реализованная в программе методика является более эффективной и научно обоснованной по сравнению с существующими.

Таким образом, при использовании описанной разработки возможно наиболее эффективно сформировать гарантийный комплект, осуществив анализ информации по отказам и определив состав деталей с наибольшим их количеством в любом выбранном регионе.

Список литературы:

- 1) Браст Эндрю Дж., Форте Стивен. «Разработка приложений на основе Microsoft SQL Server 2005. Мастер-класс» / Пер. с англ. – М.: Издательство «Русская Редакция», 2007. – 880 стр.
- 2) Тенцер А. «Особенности работы с Microsoft SQL Server в Delphi». – М.: «КомпьютерПресс», №6-2001 /www.interface.ru

РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ВЫБОРЕ ИХ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА

Ветлужских С.Ю., Малышев В.С. (Мурманск, МГТУ, кафедра Энергетики и транспорта)

Abstract. In this work methodical recommendations are examined at the calculation of reliability of vehicles. The choice of evaluation reliability indexes is produced, the method of their determination and structurally functional diagrams of transport vehicle applied at calculations is presented.

Современное состояние пассажирского и грузового автопарка Мурманской области характеризуется с одной стороны крайней изношенностью, а с другой стороны разнородностью подвижного состава, что делает актуальным разработку методики выбора оптимального состава транспортных средств для замены существующего автопарка.

Основным оценочным показателем качества транспортного средства, как и любого технического объекта, является надежность, которая характеризует безопасность и эффективность его использования.

Надежностью называется свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, техническом обслуживании, хранения и транспортирования. [2]

Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств.

Под расчетом надежности понимается количественная оценка одного или нескольких ее показателей [9]. Для оценки надежности транспортного средства предлагается выбрать следующие показатели, характеризующие его качество:

- вероятность безотказной работы;
- средняя наработка на отказ;
- параметр потока отказов;
- среднее время восстановления;
- коэффициент готовности;
- коэффициент оперативной готовности.

Транспортное средство представляет собой сложную структурно-функциональную систему, состоящую из множества взаимосвязанных подсистем, следовательно, для качественной оценки выбранных показателей необходимо составить его схему. Применяемая в работах [4, 10] схема, состоящая из трех подсистем (двигатель, шасси и кузов), не обеспечивает требуемую точность оценки, так как не учитывает в полном объеме влияние других подсистем современного транспортного средства.

Согласно классификации составных элементов представленной в работе [7] и их распределения в работе [3] для расчета надежности предлагается структурно-функциональная схема транспортного средства (рис.1).

Учитывая, что отказ одного элемента подвижного состава, как правило, приводит к отказу всей системы с выводом ее из эксплуатации, то расчет надежности следует проводить для основного соединения, это также подтверждается проводимыми исследованиями [1, 5].

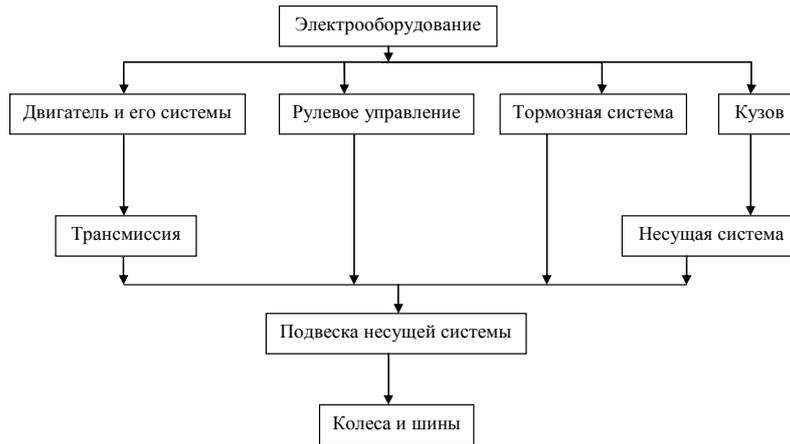


Рисунок 1 – Структурно-функциональная схема транспортного средства

1) Определение вероятности безотказной работы транспортного средства.

Под вероятностью безотказной работы понимают вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникнет [9]. Данный показатель надежности транспортного средства будет зависеть от вероятности безотказной работы каждого элемента структурно-функциональной схемы, то есть надежность подвижного состава определяется по формуле:

$$P_A(t) = P_{ЭО}(t) \cdot P_{ДВС}(t) \cdot P_{ТР}(t) \cdot P_{РУ}(t) \cdot P_{ТС}(t) \cdot P_K(t) \cdot P_{НС}(t) \cdot P_{ПНС}(t) \cdot P_{КШ}(t), \quad (1)$$

где $P_{ЭО}(t)$ – вероятность безотказной работы электрооборудования;

$P_{ДВС}(t)$ – двигателя и его систем;

$P_{ТР}(t)$ – вероятность безотказной работы трансмиссии;

$P_{РУ}(t)$ – вероятность безотказной работы рулевого управления;

$P_{ТС}(t)$ – вероятность безотказной работы тормозной системы;

$P_K(t)$ – вероятность безотказной работы кузова;

$P_{НС}(t)$ – вероятность безотказной работы несущей системы;

$P_{ПНС}(t)$ – вероятность безотказной работы подвески несущей системы;

$P_{КШ}(t)$ – вероятность безотказной работы колес и шин.

Вероятность безотказной работы каждого элемента определяется по формуле:

$$P(t) = \int_0^{\infty} f(\tau) d\tau, \quad (2)$$

где $f(\tau)$ – плотность вероятности (дифференциальный закон распределения), характеризует вид закона распределения случайной величины.

В работе [6] определение вероятности безотказной работы заключается в выполнении следующего алгоритма:

- 1) определение выборки случайной величины;
- 2) ранжирование полученной выборки;
- 3) проверки гипотезы об отбрасывании крайних членов выборки;
- 4) построение эмпирического распределения;
- 5) определение характеристик случайной величины;
- 6) выбор закона распределения и определение его показателей.

Выбор закона распределения осуществляется по коэффициенту вариации v [6]. В теории и практике технической эксплуатации автомобилей получили наибольшее распространение следующие законы распределения [11, 12]:

- нормальный закон распределения ($v \leq 0,33$);
- закон распределения Вейбулла – Гнеденко ($v = 0,4 - 0,9$);
- логарифмически нормальный закон распределения ($v = 0,3 - 0,5$);
- экспоненциальный закон распределения ($v = 1$).

2) Определение средней наработки на отказ транспортного средства.

Под средней наработкой на отказ понимают отношение наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки [8]. Статистически средняя наработка на отказ транспортного средства определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N T_{cpi} \quad (3)$$

где N – число транспортных средств в исследуемой группе;

T_{cpi} – время исправной работы между $(i - 1)$ -м и i -м отказами группы транспортных средств, определяется по формуле:

$$T_{cpi} = \frac{1}{M} \cdot \sum_{j=1}^M t_j \quad (4)$$

где M – число отказов объекта;

t_j – время исправной работы между $(j - 1)$ -м и j -м отказами объектов.

3) Определение параметра потока отказов транспортного средства.

Под параметром потока отказов понимают отношение среднего числа отказов восстанавливаемого объекта за произвольно малую его наработку к значению этой наработки [9]. Статистически параметр потока отказов можно определить по формуле:

$$\omega(t) = \frac{\Delta n_1(\Delta t)}{N \cdot \Delta t} \quad (5)$$

где N – число транспортных средств в исследуемой группе;

$\Delta n_1(\Delta t)$ – общее число отказов восстанавливаемого объекта за интервал времени Δt .

4) Определение среднего времени восстановления транспортного средства.

Под средним временем восстановления понимают математическое ожидание времени восстановления работоспособности объекта после отказа [9]. Статистически среднее время восстановления транспортного средства определяется по формуле:

$$T_B = \frac{1}{N} \cdot \frac{1}{M} \cdot \sum_{i=1}^M t_{ei} \quad (6)$$

где N – число транспортных средств в исследуемой группе;

M – число отказов объекта;

t_{ei} – время обнаружения и устранения i -ого отказа объекта.

5) Определение коэффициента готовности транспортного средства.

Коэффициентом готовности называется вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается [9]. Данный показатель является комплексным и характеризует свойства безотказности и ремонтпригодности объекта, определяется по формуле:

$$K_r = \frac{T_0}{T_0 + T_B} \quad (7)$$

где T_0 – средняя наработка на отказ;

T_B – среднее время восстановления.

б) Определение коэффициента оперативной готовности транспортного средства.

Коэффициент оперативной готовности определяется как вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается и начиная с этого момента будет работать безотказно в течение заданного интервала времени [9]. Данный показатель определяется по формуле:

$$K_{га} = K_r \cdot P(t_{gr}) \quad (7)$$

Выбор коэффициента оперативной готовности характеризуется тем, что исходными данными для оценки надежности транспортных средств является статистические данные о заявочном текущем ремонте подвижного состава.

Расчитав выбранные параметры надежности транспортного средства необходимо их сравнить с нормативами системы технического обслуживания и ремонта, провести анализ, на основании которого сделать выводы о надежности транспортного средства. Следует иметь в виду, что при выборе оптимального вида транспортного средства в современных условиях следует учитывать также эргономические показатели, а также показатели их экологической безопасности.

Список литературы:

- 1) Блудян Н.О., Лисковец А.М. К вопросу оценки безотказности автомобилей. – В кн. Повышение эффективности эксплуатации подвижного состава АТ на основе достижения НТП. Сб. науч. тр. / Гос. НИИ автомоб. трансп. (НИИАТ). – М., 1988. – с. 65-72.
- 2) ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1989
- 3) ГОСТ Р 51709 – 2001.– Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки.
- 4) Гуревич А.М. и Сорокин Е.М. Тракторы и автомобили. Изд 4-е, перераб. и доп. – М.: «Колос», 1978 – 479 с. с ил.
- 5) Ермак Ю.Г. Определение номенклатуры и количества ремонтных комплектов для организации индустриальной системы ТО и ремонта в автотранспортных предприятиях. – В кн. Повышение эффективности эксплуатации подвижного состава АТ на основе достижения НТП. Сб. науч. тр. / Гос. НИИ автомоб. трансп. (НИИАТ). – М., 1988. – с. 44-58.
- 6) Ефремов Л.В. Практикум по расчетам надежности судовой техники: Учеб. Пособие для спец. 240500 “Эксплуатация судовых энергетических установок”, 240600 “Эксплуатация электрооборудования и автоматики судов” и 140200 “судовые энергетические установки”. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2000. – 93 с.
- 7) Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В. и др. Основы конструкции автомобиля. – М. ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005. – 336 с.: ил.
- 8) Матвеевский В.Р. Надежность технических систем: Учебное пособие – Московский государственный институт электроники и математики. – М.: 2002 – 113 с.
- 9) Теория надежности: Учеб. для вузов / В.А. Острейковский – М.: Высш. шк., 2003. – 463 с.: ил.

- 10) Техника автомобильного транспорта: подвижной состав и эксплуатационные свойства: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.К. Вахламов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 528 с.
- 11) Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин и др.; Под ред. Е.С. Кузнецова – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991 – 413 с.
- 12) Хасанов Р.Х. Основы технической эксплуатации автомобилей: Учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 193 с.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ПАЗСКОГО КАСКАДА С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ УСТАНОВЛЕННОЙ МОЩНОСТИ И ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА

Власов А.В. (*п. Мурманши, Филиал «Кольский» ОАО «ТГК-1»*)
avvlasov@kola.tgk1.ru

Abstract. A subject of reconstruction of a hydroelectric power station of the Pazskij coordinated hydroelectric system is considered in this article. Presuppositions for the reconstruction are need of replacement of outdated and depreciated station equipment, discrepancy of operational rates of station, aggravating exploitation and decreasing generation. One of the general aims of reconstruction of a hydroelectric power stations is expansion of turbine capacity and replacement of generation maximum on winter time.

Гидроэнергетика – одна из самых экологически безопасных и экономически выгодных видов генерации. Главное ее преимущество – возобновляемый источник энергии, что делает ее развитие приоритетным и перспективным в условиях постоянно сокращающихся запасов ископаемых энергоресурсов.

В нашем регионе электроэнергия, выработанная на ГЭС, составляет значительную долю энергетического баланса, снижая конечную стоимость 1 кВт·ч на розничном рынке. Таким образом, развитие гидроэнергетики является социально значимым.

Цель данного доклада – рассмотреть и проанализировать предложения по реконструкции ГЭС, расположенных на реке Паз, оценить возможные результаты реализации проектов реконструкции станций.

Расположенный на реке Паз, протекающей на северо-западе Кольского полуострова, каскад ГЭС состоит из пяти российских и двух норвежских ГЭС. Регулирующее сток реки водохранилище — озеро Инари находится на территории Финляндии, в 3,5 км от истока река пересекает границу Финляндии и России, в среднем и нижнем течении на протяжении 104 км (из 147 км) река проходит по границе России с Норвегией.

Каскад Пазских ГЭС был организован 28.06.55 на базе действующей ГЭС Янискоски и строящейся Раякоски.

История каскада начинается с гидроэлектростанции Янискоски, которая в первый раз была построена на пограничной реке Паз в период с 1938 по 1942 годы. Проработала 2 года и в 1944-м была разрушена отходящими немецкими войсками. 30 апреля 1946г. правительства СССР и Финляндии заключили соглашение о строительстве новой станции. В апреле 1947г. финская фирма «Иматран Войма» приступила к строительству. 26.12.50 г. современная станция Янискоски введена в эксплуатацию. Этой же фирмой были построены ГЭС Раякоски (1956г.) и Кайтакоски (1959г.). Далее последовало сооружение норвежской фирмой «Норэлектро» ГЭС Борисоглебская (1963 г.) и Хевоскоски (1970 г.).

С 1959 г. основные параметры водохранилища (оз. Инари) и режим регулирования стока р. Паз регламентировались «Руководством по регулированию озера Инари с помощью ГЭС Кайтакоски и плотины», являющемуся приложением к трехстороннему Соглашению между Правительствами России, Финляндии и Норвегии.

В настоящее время существует ряд причин, рассмотренных ниже, по которым возникла необходимость реконструкция ГЭС каскада реки Паз.

Разница в пропускных способностях турбин (Кайтакоски — 190 м³/с, Янискоски — 180 м³/с, Раякоски — 270 м³/с, Хевоскоски – 324 м³/с, Скугфосс и Мелькефосс – 260 м³/с, Борисоглебская ГЭС – 348 м³/с) нарушает синхронность работы ГЭС каскада и при незначительных емкостях нижних водохранилищ вызывает сложность в его эксплуатации в период пропуска высоких расходов — дополнительные холостые сбросы на гидроузлах Янискоски и Кайтакоски.

Установленные на ГЭС Янискоски гидротурбины изготовлены шведской фирмой КМВ в 1947г., введены в эксплуатацию в 1950г. Срок службы основного оборудования ГЭС 58 лет, оно устарело морально и физически. За более чем 40 лет эксплуатации гидротурбинное оборудование ГЭС Кайтакоски физически изношено, системы автоматики и управления морально устарели и не выполняют современных требований энергосистемы. На этих двух станциях возникает все больше сложностей с проведением ремонтов (практически ежегодных) из-за отсутствия запасных частей, и это обстоятельство является определяющим в решении вопроса о полной замене оборудования.

Анализ отчетных данных о работе ГЭС Янискоски за период 1990-2000гг показал, что при водности указанного периода на 10% выше проектных значений (средний приток за 11-летний период — 166 м³/с, проектный — 152 м³/с) выработка электроэнергии оказалась ниже на 3,9% (средняя годовая за период — 211 млн. кВтч при проектной — 220 млн. кВтч). Годовой объем холостых сбросов в среднем составил 0,59 км³ (11,2% от среднегодового притока к гидроузлу). Ограничена пропускная способность верхнего участка реки Паз в районе истока из оз. Инари.

Кроме того, появилась возможность увеличить расход воды через реку Паз, а следовательно и установленную мощность станций каскада. В последние многоводные годы (с 1989 г.), отличавшиеся общей тенденцией повышения притока в оз. Инари, неоднократно создавались условия переполнения оз. Инари, выявилось некоторое несоответствие составляющих баланса водохранилища и необходимость уточнения зависимостей площадей зеркала и объемов озера Инари от уровней. В результате совместной работы с Финской стороной указанные зависимости были уточнены и введены в действие с 01.01.93г.

В 2001г. Финской стороной выпущена работа «Совершенствование совместного использования ГЭС реки Паз и регулирования озера Инари», в которой были приведены предложения по изменению регулирования попусков из оз. Инари и его уровней для «сохранения природной среды водоема». В настоящей работе предложено увеличение зимних зарегулированных расходов из оз. Инари до 220-245 м³/с с целью освобождения емкости для аккумуляции высоких расходов половодья и дождевых паводков без превышения отметки НПУ.

Помимо недостаточной пропускной способности агрегатов верхних гидроузлов Кайтакоски и Янискоски препятствием для регулирования стока р. Паз и уровней оз. Инари в предлагаемом режиме с переносом значительной части емкости стока на зимний период является ограниченная пропускная способность верхнего участка реки, связанная с наличием в 5,5 км от истока старой плотины-регулятора Нискакоски. После строительства в 1959г. верхней ступени каскада — гидроузла с ГЭС Кайтакоски, к которому перешли регулирующие функции, плотина Нискакоски была затоплена. Кроме того, за плотиной располагаются пороги, которые затрудняют увеличение пропускной способности реки и создают дополнительные потери напора. Этот напор мог бы быть полезно использован для повышения потенциала гидроэнергии.

Для синхронизации работы ГЭС каскада, повышения оперативности в использовании мощности всех его ступеней и перехода на повышенную зимнюю

энергоотдачу, необходимо увеличение мощности и пропускной способности агрегатов ГЭС Янискоски и Кайтакоски.

На основании отчета по исследованию совершенствования совместного использования гидроэлектростанций реки Паз и регулирования озера Инари установлено, что целесообразно увеличить максимальный пропуск реки Паз на 20-30%. При увеличении расхода воды до 220-240 м³/с можно увеличить выработку электроэнергии ГЭС реки Паз на 10-20 ГВтч только в зимний период (период наиболее высоких цен на скандинавском рынке), а годовую выработку ГЭС Кайтакоски и Янискоски на 30 ГВтч. Произведен расчет получения дополнительного экономического эффекта при различных типах регулирования, который показывает, что при строительстве ГЭС дополнительный эффект увеличится на 15%.

Сейчас пропускная способность реки Паз ограничивается пропускной способностью турбин ГЭС Кайтакоски и Янискоски и значительными потерями напора на этом участке реки.

Проект реконструкции ГЭС Кайтакоски предполагает замену гидроагрегатов (мощность ГЭС должна возрасти с нынешних 11,2 до 13 МВт), основная цель которой увеличение пропускной способности турбин. Реализация проекта позволит увеличить пропускную способность ГЭС до 240 м³/с. Увеличение мощности и КПД гидроагрегатов не является приоритетной задачей, однако выработка электроэнергии при реализации проекта повысится с 70 млн. кВт·ч до 81 млн. кВт·ч. Кроме того, будут сокращены издержки на обслуживание и ремонт оборудования.

Для увеличения пропускной способности верхнего участка реки предлагается строительство дополнительного русла-прорези на участке плотины Нискаоски, а также расчистка русла реки Паз (расширение и углубление). Расчистка русла реки позволит увеличить годовое производство электроэнергии и может быть полезна и для регулирования озера Инари, особенно в многоводные годы, когда есть необходимость проводить повышенные пропуски в целях предотвращения резкого подъема уровня озера.

Для одновременного решения проблемы замены действующих турбин и расширения ГЭС предлагается проект строительства новой ГЭС с одним агрегатом мощностью 43 – 45 МВт и соответствующей пропускной способностью 240 – 245 м³/с.

Потерь выработки в период строительства не будет, т.к. новое здание ГЭС будет строиться за контрфорсной плотиной правее водосбросных пролетов, отводящий канал ГЭС пройдет траншеей в водосбросном канале, в период строительства действующие агрегаты будут работать.

Как показали расчеты возможной энергоотдачи ГЭС Янискоски при замене действующих двух агрегатов установленной мощностью 30,5 МВт одним агрегатом с повышенной мощностью до 43,8 МВт на ГЭС может быть получена дополнительная среднегодовая выработка электроэнергии в размере 32 млн. кВтч. В соответствии с принятым изменением режима регулирования расходов и переносом максимально возможной части стока на зимний период особенно значительно увеличение зимней выработки.

Осуществление описанных выше проектов позволит увеличить экспортный потенциал каскада Пазских ГЭС.

К сожалению, технические возможности линий электропередач почти достигли своего предела, что не позволяет существенно увеличить экспорт электроэнергии. Кроме того, имеется еще один недостаток - при выводе в ремонт этих линий электропередачи или оборудования на смежной стороне экспорт ограничивается или прекращается. Сезонные изменения перетоков мощности в северной части Финляндии и Норвегии накладывают ограничения на объемы экспорта. Это связано с малой

пропускной способностью транзитов из-за недостаточно развитой сетевой инфраструктуры на севере Скандинавского полуострова.

В настоящее время передача электроэнергии из России осуществляется по двум линиям: Л-82 напряжением 110 кВ с перетоком мощности в Финляндию порядка 60 МВт и Л-225 напряжением 154 кВ, передающей 28 МВт в Норвегию.

Чтобы получить возможность реализовывать дополнительную энергию требуется осуществить следующие мероприятия:

1. Реконструкция ВЛ 110 кВ Л-82 для увеличения перетока мощности с 60 до 90 МВт с заменой провода АС-120 на провод с большим сечением АС-240, а так же частичной заменой опор на Л-130.

2. Для увеличения экспорта в Норвегию предлагается перспективный проект строительства линии 220 либо 330 кВ, способной передавать 250 – 300 МВт. Предусмотрен перевод второго ГА Борисоглебской ГЭС (ГЭС-8) на работу на Норвегию с увеличением перетока мощности с 28 МВт до 44 МВт.

Реализация проектов по реконструкции и расширению гидроузлов Кайтакоски и Янискоски, а также мероприятия по увеличению пропускной способности верхней части реки Паз позволят решить ряд проблем.

Переход на новый режим регулирования с ежегодной сработкой озера Инари к началу половодья до самых низких уровней практически исключает возможность переполнения озера в годы высокой водности. Будет восстановлена синхронность работы ГЭС каскада, что позволит устранить дополнительные холостые сбросы на гидроузлах Янискоски и Кайтакоски в период пропуска высоких расходов.

Установка нового оборудования взамен имеющегося значительно сократит ежегодные издержки на ремонт и эксплуатацию, повысит надежность работы станций и качество вырабатываемой электроэнергии.

В результате реализации намеченных проектов установленная мощность каскада увеличится на 15,1 МВт, а годовая выработка – на 43 млн. кВт·ч. При этом существенно изменится структура годовой выработки. При изменении режима регулирования стока реки озером Инари с целью получения максимально возможной энергоотдачи ГЭС Янискоски и всего Пазского каскада в зимний период (с ноября по март) повышение зимней энергоотдачи на ГЭС Янискоски составит в среднем 63 млн. кВтч в год. Такой режим выработки позволит получать дополнительную прибыль, поскольку цена электроэнергии в скандинавских странах повышается в зимний период.

В полной мере экспортный потенциал каскада Пазских ГЭС может быть реализован только при реконструкции и строительстве новых сетевых объектов, связывающих каскад с энергосистемой Скандинавии. Существующие мощности линий электропередач полностью загружены, это ограничивает переток мощности.

РАЗВИТИЕ МАГИСТРАЛЬНЫХ И СИСТЕМООБРАЗУЮЩИХ СЕТЕЙ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Гафуров А.Р. (Мурманск, МГТУ, кафедра «Менеджмента, коммерции, маркетинга и рекламы», andrey-0611@yandex.ru)

Abstract. The article considers the problems, modern condition and prospects development of power networks in the region.

Кольская энергетическая система (КЭС) по величине установленной мощности является второй на Северо-Западе России (после Ленинградской) и самой крупной в мире за Полярным кругом. Являясь частью Объединенной Энергосистемы Северо-запада России, вместе с энергообъектами, расположенными на территориях г. Санкт-Петербурга, Ленинградской, Калининградской, Новгородской, Псковской, Архангельской областей, республик Карелия и Коми, КЭС обеспечивает синхронную параллельную работу ЭЭС России с энергосистемами стран Балтии и Белоруссии, а также несинхронную параллельную работу (через конвертор) с энергосистемой Финляндии и экспорт электроэнергии в страны, входящие в объединение энергосистем Скандинавии НОРДЕЛ (Финляндия, Норвегия) (3; 4).

Надо отметить, что Кольская энергосистема отличается выраженной асимметрией размещения генерирующих мощностей, а так же и недостаточно развитыми внутренними магистральными, в том числе и системообразующими сетями. Сосредоточение основного производства электроэнергии в южном и центральном районах области (до 70%), отсутствие мощного источника электроэнергии в ее северной части при наличии крупных и ответственных потребителей в этом районе, использование магистральных ЛЭП из центрального района на север на пределе пропускной способности по устойчивости (450-500 МВт) – все это обуславливает трудности в обеспечении надежной работы Кольской ЭС. Особенно следует подчеркнуть недостаточную надежность схемы выдачи мощности Кольской АЭС, т.к. большинство аварийных отключений ЛЭП 330 кВ, отходящих от нее, приводит к ограничению выдачи мощности АЭС с отключением от сети от одного до трех турбоагрегатов (т.е. 220-660 МВт) (2).

Протяженность линий электропередач (ЛЭП) 7,1 тыс. км, теплотрасс – 115 км. В настоящее время все гидроэлектростанции и теплоэлектроцентрали области как бы «закольцованы» электросетями, что, с одной стороны, гарантирует надежное энергоснабжение потребителей Кольского полуострова даже в экстремальных ситуациях, но с другой – часть мощностей оказывается как бы «запертой» внутри Кольской энергосистемы вследствие недостаточной пропускной способности связи с Объединенной энергосистемой Северо-запада России через территорию Республики Карелия, которая в отличие от Мурманской области, является энергодефицитной, что значительно затрудняет экспорт электроэнергии. Причем, объемы «запертой» мощности возрастают при выводе в ремонт любой ЛЭП транзита Кольская ЭС – Карельская ЭС. Вследствие этих обстоятельств, в случае возникновения дефицита электроэнергии в самой Мурманской области, получить ее из соседних регионов так же будет крайне проблематично (2; 4).

Кроме того, недостаточно развиты внутренние магистральные сети, связывающие производителей и крупнейших потребителей электроэнергии.

Единственный энергообъект, который был построен за последние 20 лет – это новая подстанция 330 кВ Князегубская с линией электропередачи до Кольской АЭС протяженностью 79 км. Ее в 2007 ввел в эксплуатацию филиал ОАО «ФСК ЕЭС» – Магистральные электрические сети (МЭС) Северо-Запада. В результате был реализован первый этап строительства второй цепи Северного транзита (крупнейшего энергетического проекта), по которому высоковольтная линия электропередачи 330 кВ протяженностью 500 км от Кольской АЭС до Ондской ГРЭС соединит энергообъекты Кольской и Карельской энергосистем. В конце 2007 года началось строительство второго участка Северного транзита (109 км) - линия 330 кВ от подстанции Князегубская до подстанции Лоухи с АТ 330/110 кВ мощностью 2x125 МВА. Также ведется проектирование новой подстанции Лоухи мощностью 250 МВА, которая заменит одноименный энергообъект, построенный в 1973 году. Ввод в работу второго участка Северного транзита намечен на 2009 год. Для завершения проекта, намеченного на 2012 год, предстоит строительство еще пяти участков, включающих ввод в эксплуатацию линий электропередачи напряжением 330 кВ: Лоухи – Путкинская ГЭС, Путкинская ГЭС – Ондская ГЭС, Ондская ГЭС – Петрозаводская, Петрозаводская – Сясь, Сясь – Киришская ГРЭС. Таким образом, обеспечивается надежная связь между Кольской и Карельской энергосистемами (3).

Проект позволит КАЭС увеличить выдачу мощности на 30 МВт-ч, для бесперебойного обеспечения электроэнергией южной части Мурманской области и республики Карелия. В результате будет реализован первый этап строительства второй цепи «Северного транзита», то есть, обеспечена надежная связь между Кольской и Карельской энергосистемами

Основной транзит Кольская ЭС – Карельская ЭС – Ленинградская ЭС протяженностью около 1000 км обеспечивается одиночными ЛЭП 330 кВ, которые на участке подстанции (п/с) Онда-п/с Петрозаводск-п/с Свирские ГЭС усилены одноцепной ЛЭП 220 кВ. Пропускная способность электрической сети на головном участке при передаче мощности из Кольской ЭС в Карельскую ЭС равна 500-550 МВт, а при передаче мощности из Ленинградской ЭС в Карельскую ЭС – 600 МВт. При указанных пропускных способностях связи с ОЭС Северо-Запада более 400 МВт мощности Кольской АЭС оказывается «запертой». Объемы «запертой» мощности возрастают при выводе в ремонт любой ЛЭП транзита Кольская ЭС - Карельская ЭС. Вследствие этих обстоятельств, в случае возникновения дефицита электроэнергии в самой Мурманской области, получить ее из соседних регионов так же будет крайне проблематично (1; 2).

Инвестиции ОАО «ФСК ЕЭС» в строительство всех участков линии и реконструкцию энергообъектов, входящих в транзит, в 2004-2010 годах оцениваются в 17,4 млрд. рублей. Для того чтобы увеличить пропускную способность Северного транзита к 2010 году будет построена ЛЭП 330 кВ Лоухи– Путкинская ГЭС – Ондская ГЭС и далее до Киришской электростанции, что позволит обеспечить выдачу большей мощности Кольской АЭС и значительно повысить надежность электроснабжения потребителей Мурманской области и Республики Карелия, обеспечить бесперебойную передачу электроэнергии по магистральным сетям, сократить потери при транзите и снизить аварийность энергосистемы (3). Однако, для поддержания надежности энергоснабжения потребителей этого явно недостаточно.

Норвежская Varanger Kraft AS планирует построить ЛЭП между Норвегией и Россией (порядка 1 тыс.км.), цена строительства которой сопоставима с ценой строительства еще одной АЭС в Ленинградской области. По ней компания хочет импортировать электроэнергию с Кольского полуострова. Предполагается, что ЛЭП, строительство которой уже одобрено правительством Норвегии, пройдет от ГЭС

«Скугфосс» (Норвегия) в направлении поселка Никель (Мурманская область). Новая ЛЭП будет первым шагом к синхронизации энергосистем Европы и России, которая необходима для импортно-экспортных отношений между странами.

Цена строительства ЛЭП с полуострова в Россию (порядка 1 тыс. км) сопоставима с ценой строительства еще одной АЭС в Ленинградской области. Кроме того, экспорт в Норвегию будет крайне выгоден для России: сейчас цена 1 МВт электроэнергии на скандинавском рынке колеблется в пределах €30-40, тогда как на внутреннем рынке она не превышает €15 (5).

В настоящее время в ОАО РАО «ЕЭС России» прорабатывается возможность реализации нескольких проектов, направленных на увеличение экспорта электроэнергии из России в Финляндию, и в том числе: «Карельский энергомоет» – передача 70 МВт электроэнергии из Карелии в Финляндию, годовой объем поставки – 453 млн. кВт-ч, протяженность сооружаемой ВЛ 110 кВ – 45 км; «Кольский энергомоет» – передача 160 МВт электроэнергии из Мурманской области в Финляндию, годовой объем поставки – 1 млрд. кВт-ч с выделением агрегатов Йовской ГЭС (2x48 МВт) и Кумской ГЭС (2x40 МВт) на параллельную работу с энергообъединением стран Северной Европы (NORDEL); сооружение на территории Финляндии участка линии электропередачи 220 кВ протяженностью 114 км и на территории России – участка линии электропередачи 220 кВ протяженностью 63,5 км.

Таким образом, можно сделать вывод, что неразвитость энергосетей ведет не только к риску возникновения сбоев в энергоснабжении, а значит к энергодефициту, но является фактором, сдерживающим развитие рынка электроэнергии и снижающим уровень энергетической безопасности региона. Из-за недостаточной пропускной способности имеющихся ЛЭП невозможна полная загрузка генерирующих мощностей Кольской энергосистемы, и часть из них оказывается как бы «запертой». Именно слабая связь с республикой Карелия, с Объединенной энергосистемой Северо-запада России, а так же с Финляндией и Норвегией препятствует экспорту электроэнергии, а значит, затрудняет включение генерирующих мощностей Кольской энергосистемы в российский рынок электроэнергии.

Для решения проблем вероятного возникновения энергодефицита необходимо разработать стратегию регионального развития энергетики, разработать комплекс мероприятий по развитию генерирующих мощностей и энергетических сетей, а так же организационно-технические мероприятия, направленные на координацию совместных действий энергетических компаний и региональных структур.

Список литературы:

- 1) Доклад Губернатора «Социально-экономическая и общественно-политическая ситуация в Мурманской области» (по состоянию на 10.12.2004) – ПП [Электронный ресурс] – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://gov.murman.ru/public>. – Загл. с экрана.
- 2) Методы и средства для исследования региональной энергетики / под.ред. Криворуцкого Л.Д. – Апатиты: Изд. КНЦ. РАН, 2002. – 143 с.
- 3) Основные положения Стратегии экономического развития Мурманской области на период до 2015 года от 20.12.2001 г. №251 – ПП [Электронный ресурс] – Электрон.дан. – Режим доступа: www/gov-murman.ru/region/strategy. – Загл. с экрана.
- 4) О некоторых итогах производственной деятельности энергетики Мурманской области (по данным за 2003-2005; 2005-2007 годах) // Федеральная служба государственной статистики / Территориальный орган Федеральной службы

государственной статистики по Мурманской области – Мурманск, 2006; 2008 – 12; 13 с.

- 5) О перспективах реформирования и развития рыночных отношений в отрасли (энергетике) // Север промышленный. – 2006. – № 4. – С. 37-41

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Гафуров А.Р. (*Мурманск, МГТУ, кафедра «Менеджмента, коммерции, маркетинга и рекламы», andrey-0611@yandex.ru*)

Abstract. Murmansk region, being a region with surplus of power, is capable not only of satisfaction of its own needs but also to export a part of energy to the Republic of Karelia, Finland and Norway. However, the tire of power equipment, insufficient volume of basic funds of the power industry reconstruction will inevitably lead to the problem of uninterrupted power supply. The author proves the idea of necessity of development of gidroenergy facilities as the vital condition of consolidation of power security in the region.

Гидроэнергетические ресурсы уже более 70 лет обеспечивают дешевой, экономически доступной электроэнергией значительную часть потребности населения и экономики Мурманской области, что, несомненно, положительно сказывается на уровне топливно-энергетической независимости региона. Полные потенциальные гидроэнергетические ресурсы рек Мурманской области по среднемноголетней выработке оцениваются в 19,3 млрд. кВт·ч. На территории области работают 17 гидроэлектростанций, объединенных в четыре каскада – Серебрянский, Териберский, Нивский и Пазский на реках Нива, Паз, Ковда (Кума, Иова), Тулома, Воронья, Териберка, суммарной установленной мощностью по данным на 2007 год – 1600,8 МВт, что составляет более 40% от суммарной установленной мощности всех электростанций области. Удельный вес ГЭС в годовой выработке не постоянен и зависит от водности года, диапазон изменения которого от 35 до 49 %. В среднем по водности году 17 гидроэлектростанций вырабатывают около 6 млрд. кВт·ч. (3; 4; 5; 7).

В настоящее время в связи с реформированием энергетики число каскадов было сокращено до четырех. В Серебрянский каскад к двум Серебрянским ГЭС административно добавлены ещё две Териберские гидростанции. К Нивскому каскаду, состоящему из трех ГЭС, включены ещё 3 гидростанции Ковдинского каскада. Пазский каскад из 5 ГЭС сохранен в прежнем виде, а к Туломскому каскаду, состоящему из двух ГЭС, добавлена Кислогубская приливная электростанция.

Все ГЭС, в связи с реформированием российской энергетики, перешли в подчинение Территориальной генерирующей компании (ТГК-1), хотя вопросами перспективного развития генерирующих источников и электрических сетей области по-прежнему занимается Кольское региональное диспетчерское управление. Однако до сих пор не решен вопрос о том, какая из структур будет принимать решение о строительстве тех или иных электростанций, и кто будет осуществлять дальнейшее финансирование проектирования и строительства гидравлических и тепловых электростанций (6).

Необходимо отметить, что гидроэлектростанции области находятся в работоспособном состоянии, однако старение оборудования в условиях отсутствия достаточных объемов финансирования для модернизации и реконструкции приводит к возрастанию объемов, частоты и сроков ремонтных работ, что неизбежно снижает реальные возможности ГЭС по регулированию нагрузки. Кроме того, экологические ограничения, которые были введены на оставшихся неосвоенными крупных реках Кольского полуострова, привели к приостановлению дальнейшего развития

гидроэнергетики на Кольском полуострове (3). Основные энергетические показатели перечисленных ГЭС (табл. 1.).

Для решения данной проблемы в акционерном обществе ОАО «Колэнерго» в рамках соглашения между Мурманской областью и РАО ЕЭС энергетики приступили к реализации самых крупных за последние 15 лет проектов строительства и модернизации гидроэлектростанций. Первоочередными объектами строительства являются каскады Иокангских ГЭС установленной мощностью 360 МВт, Восточно-Лицкие ГЭС суммарной мощностью 380 МВт и Понойские ГЭС суммарной мощностью до 1800 МВт, спроектированные как пиковые и полупиковые источники энергии, которые должны будут работать совместно с построенной в перспективе КАЭС-2. Так же их можно будет использовать совместно и с крупными ветроэлектрическими станциями соизмеримой мощности (1; 3; 5; 6; 7).

По предложению «Колэнерго» Ленгидропроектом подготовлена проектная документация по расширению ГЭС Нива-2 на один агрегат с увеличением пропускной способности станции на 30%. Выполнен в эскизных проработках проект расширения Нижне-Туломской ГЭС с увеличением пропускной способности на 30-40%. Существует предложение «Колэнерго» о расширении Иовской ГЭС с установкой в отдельном здании гидроагрегата мощностью до 50 МВт и увеличением пропускной способности станции на 50%.

В филиале «Кольский» ОАО «ТГК-1», началась подготовка к модернизации ГЭС-4 (Кайтакоски) и реконструкции ГЭС-5 (Янискоски) и других ГЭС Пазского каскада. Первым этапом реализации проекта станет прорезка обходного канала (дополнительного русла) реки Паз, так как из-за особенностей рельефа дна уровень воды на ГЭС-4 падает уже на два метра, что приводит к серьезным проблемам в эксплуатации ГЭС. Дополнительное русло реки позволит стабильно обеспечивать каскад необходимым объемом воды.

Кроме того, будет проведена серьезная модернизация ГЭС-4 с заменой гидроагрегатов, что позволит увеличить их пропускную способность до 250 кубических метров воды, а также реконструкция одноагрегатной ГЭС-5 Янискоски. Эти работы позволят более планомерно и глубоко использовать ресурсы озера Инари, уменьшить риски холостых сбросов, когда вода просто уходит, не вырабатывая электроэнергию, как на российских, так и на норвежских ГЭС, расположенных на реке Паз. В целом технически и экономически обоснованным можно считать увеличение мощности Кольской энергосистемы за счет реконструкции существующих ГЭС на 145 МВт.

Вместе с тем имеется большое число неосвоенных малых рек, на которых могут быть построены мини-ГЭС, способные внести существенный вклад в энергоснабжение удаленных изолированных потребителей. Весь потенциал речного стока Мурманской области оценивается почти в 19,3 млрд. кВт-час среднегодовой выработки (табл. 2) (4).

В ходе исследований, выполненных АО «Ленгидропроект» при сотрудничестве с Институтом физико-технических проблем энергетики Севера КНЦ РАН, был рассмотрен 21 гидроузел на 10 реках Мурманской области. В результате была определена экономическая эффективность 11 гидроузлов на 7 реках (8).

В качестве первоочередных малых ГЭС в зонах децентрализованного электроснабжения Мурманской области предлагаются гидроэлектростанции, основные данные по которым приведены в табл. 3

Все ГЭС ориентированы на полупиковый - полубазисный режим нагрузки и рассматриваются в качестве основного источника электроэнергии для изолированных потребителей. Это ведет к некоторому снижению установленной мощности ГЭС и формально к ухудшению экономических показателей по сравнению с системными малыми ГЭС. Однако это не означает, что они значительно хуже системных.

Таблица 1. Основные энергетические показатели действующих гидроэлектростанций энергосистемы «Колэнерго»

Название гидроэлектростанций	Река	Год пуска	Установ. мощность, МВт	Тип турбины	Кол-во турбин	Выработка эл.энергии, млн.кВтч
Нивский каскад ГЭС						
Нива -I	Нива	1953	26,0	ПЛ Швеция	2	129
Нива-II	-"	1937	60,0	РО-123-ВБ-250	4	407
Нива-III	-"	1950	155,5	РО-32-ВМ-295	4	850
Кумская	Кума	1963	80,0	ПЛ-577-ВБ-450	2	346
Иовская	Иова	1963	96,0	ПЛ-577-ВБ-450	2	536
Князегубская	Ковда	1956	152,0	РО-21-ВМ-410	4	706
Пазский каскад ГЭС						
Кайтакоски	Паз	1951	11,2	ПЛ Финляндия	2	72
Янискоски	-"	1951	30,5	ПЛ Швеция	2	216
Раякоски	-"	1956	43,2	ПЛ Финляндия	3	226
Хевоскоски	-"	1970	47,0	ПЛ-661-ВБ-500	2	227
Борисоглебская	-"	1963	56,0	ПЛ-661-ВБ-500	2	275
Тулумский каскад ГЭС						
Верхне-Тулумская	Тулома	1965	268,0	ПЛ-646-ВМ-410	4	801
Нижне-Тулумская	-"	1949	50,0	ПЛ-245-ВБ-360	4	280
Кислогубская приливная	Губа Кислая					
Серебрянский каскад ГЭС						
Серебрянская-I	Воронья	1970	204,9	ПЛ-2-80	3	558
Серебрянская-II	-"	1972	150,0	ПЛ-2-80	3	524
Верхне-Териберская	Териберка	1984	130,0	РО-170/803-В-400	2	236
Нижне-Териберская	-"	1987	26,5	ПЛ-40-В-430	2	54

Таблица 2. Малые и средние реки, перспективные для создания системных малых ГЭС

Название рек	Количество возможных гидроузлов	Рекомендовано к использованию	Установленная мощность, МВт	Выработка энергии, млн. кВт·ч
Пиренга	1	1	6,0	29,5
Тумча	3	3	37,0	170,8
Б.Оленка	2	2	9,8	49,1
Ура	2	2	4,6	24,0
Западная Лица	1	1	--	--
Титовка	1	1	3,4	15,8
Логта с пр. Колланийоки	2	1	2,6	12,4
Умба (в т.ч. перекрестной)	5	1	4,0	19,7
Варзина	3	-	--	--
Нога	1	-	--	--
Всего	21	12	67,4	321,3

Таблица 3. Основные технико-экономические показатели малых ГЭС, предлагаемых для энергоснабжения изолированных потребителей Мурманской области

Наименование реки	Установл. мощность, кВт	Ср. годовая выработка, кВт·ч	Напор, м	Средний расход, м ³ /с	Удельные кап. затраты, долл./кВт	Срок строительства, (годы)
Ельрека	500	2,7	6	10	870	1-2
Чаваньга	1250	6,3	10	15	352	1
Логта	2680	12,4	8,7	34	287	3

Необходимость в них как в источниках энергии может быть на местах значительно острее, чем потребность в дополнительной выработке и мощности для энергосистемы. Для всех малых ГЭС крайне важно выполнить строительство за один год, не допуская «замораживания» капиталовложений. Финансирование строительства этих ГЭС должно осуществляться из нескольких источников: будущими потребителями энергии, администрациями района и области, энергосистемой, другими государственными организациями и предприятиями, а также, если возможно, частным бизнесом и даже зарубежным капиталом (2).

Однако обеспечение инновационного развития гидроэнергетики региона без существенной государственной помощи невозможно. Также необходимо повышать и инвестиционную привлекательность гидроэнергетики, что предполагает:

1. Формирование государственной и региональной политики по инновационному развитию гидроэнергетики и последовательная ее реализация с привлечением бюджетных механизмов финансирования.

2. Совершенствование с учётом современных условий законодательно-правовой базы для экономического развития гидроэнергетики.

3. Государственная финансовая поддержка долгосрочных программ инновационного развития гидроэнергетики, необходимое наращивание бюджетного финансирования на гидроэнергетику.

4. Поиск механизмов и стимулов внебюджетного финансирования (государственные гарантии по долгосрочным кредитам, привлечение в качестве инвесторов крупные производства под долговременные договора на поставку электроэнергии по обоюдодоприемлимым ценам и т.д.).

Список литературы:

- 1) Гасникова А.А. Проблемы энергетической безопасности Северных регионов // Федерализм. – 2007. – №3. – С. 33-44
- 2) Данилов Н.И., Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М. Проблемы стратегии и теории энергоэффективности // Экономика региона. – 2006. – №4. – С. 78-87
- 3) Доклад по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2006 году // Правительство Мурманской области / Комитет по природным ресурсам и охране окружающей среды Мурманской области – Мурманск, 2007. – 158 с.
- 4) Минин В.А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии Кольского полуострова: перспективы освоения // Север промышленный. – 2006. – №5. – С. 37-39.
- 5) О некоторых итогах производственной деятельности энергетики Мурманской области (по данным за 2003-2007 гг.) // ФС гос. стат. / Территориальный орган ФС гос. стат. по Мурманской области – Мурманск, 2006; 2008 – 12; 13 с.
- 6) Основные положения Стратегии экономического развития Мурманской области на период до 2015 года от 20.12.2001 г. №251 – ПП [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: [www/ gov-murman.ru/region/strategy](http://www.gov-murman.ru/region/strategy). – Загл. с экрана.
- 7) Официальный сайт ОАО «ТГК-1»: <http://www.tgk-1.ru>
- 8) Схема гидроэнергетического использования малых и средних рек Кольского полуострова. Этап II, часть II, Общая пояснительная записка, АО «Ленгидропроект». – Санкт-Петербург, 1994. – 342 с.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕТЕВОЙ КОМПАНИИ ФИЛИАЛА ОАО «МРСК СЕВЕРО-ЗАПАДА» «КОЛЭНЕРГО»

Горохов А.Ю. (*п. Мурманши, филиал ОАО «МРСК Северо-Запада «Колэнерго», agorokhov@kolenergo.ru*)

Abstract. In the report is given the short analysis of a current state of affairs in an electronetwork complex of branch of Open Society "MRSK S-Z" "Kolenergo", and also are displayed actions for liquidation of "bottlenecks" of the network company, considered in the long-term investment program.

1. Основные электроэнергетические показатели

Филиал «Колэнерго» входит в состав ОАО « МРСК Северо-Запада» Северо-Запада, наряду с филиалами «Карелэнерго», «Новгородэнерго», «Псковэнерго», «Архэнерго», «Комиэнерго», «Вологдаэнерго». Все перечисленные энергосистемы находятся в оперативном диспетчерском управлении ОДУ Северо-Запада.

Численность постоянного населения Мурманской области на 1 января 2007 года составила 857 тысяч человек. Плотность населения 5,9 чел./кв. км, удельный вес городского населения – 91,5%.

Из Кольской энергосистемы осуществляется экспорт (приграничная торговля) электроэнергии в Финляндию и Норвегию.

Максимум электрической нагрузки за 2008 год, совмещенный с максимумом ОЭС Северо-Запада, составил порядка 1952 МВт, собственный максимум – 2012 МВт.

Общая установленная мощность электростанций, находящихся на территории Мурманской области составила 3737 МВт, в том числе: ГЭС – 1592 МВт, ТЭЦ – 385 МВт и АЭС – 1760 МВт (на долю ГЭС приходится 42,6 % мощности с годовым числом часов их использования 4240).

График электропотребления в Кольской энергосистеме достаточно плотный. Число часов использования максимума нагрузки составляет около 6680 часов. Режим электропотребления на рассматриваемую перспективу до 2015 года практически сохраняется.

2. Расположение электросетевых объектов Мурманской области

В сложившихся условиях очень важна задача по совершенствованию электросетевой инфраструктуры в энергетической отрасли региона, сохранения и роста конкурентоспособности ее экономики для получения потребителями технической возможности новых присоединений,

Электросетевое хозяйство Мурманской области, включающее сети 330, 154, 110, 35, 10 и 6 кВ, обеспечивает связь электростанций с промышленными предприятиями и населенными пунктами области, а также с энергосистемами Карелии, Финляндии и Норвегии.

2.1. Топология расположения сети 110-330 кВ

Крупные подстанции находятся в основном в районе концентрации энергоемких предприятий Мурманска, Заполярного, Оленегорска, Мончегорска, Кировска, Апатитов, Кандалакши и Ковдора.

Суммарная протяженность линий электропередачи напряжением 35 – 330 кВ Колэнерго и ОАО «ФСК» составляет 5797 км (в том числе 906,9 км ФСК). Протяженность воздушных и кабельных линий 6-10 кВ составляет 538,7 км.

2.2. Распределительная сеть 110-154 кВ

Обеспечивает передачу электроэнергии потребителям от электростанций области (ГЭС и АТЭЦ) и магистральной сети, электроснабжение Мурманского участка железной дороги (линии 110 кВ) и частичное резервирование магистральной сети, что повышает динамическую устойчивость системы.

Она принадлежит, в основном филиалу ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго», и включает два предприятия: Северные электрические сети (СЭС) и Центральные электрические сети (ЦЭС).

Связь сети 110 кВ и 154 кВ осуществлена с помощью 7-ми автотрансформаторов мощностью по 90 МВА/154/110, установленных на подстанциях ПС-20А, 2, 53, 40А и на ГЭС-13, АТЭЦ и ГЭС-11, а также через сеть 330 кВ – 12-ть автотрансформаторов 330/154 кВ на ГЭС-14, ПС-200, ПС-11, ПС-204, ПС-206 и 2-а автотрансформатора 330/110 кВ на ПС-202.

Электроснабжение Печенгского и Кольского районов обеспечивается, в основном, от каскадов Пазских и Туломских ГЭС закольцованной сетью 154 кВ (с учетом Л-403, построенной в габаритах 330 кВ).

Связь магистральной ПС-200 и распределительной сети северной части области с ГЭС Серебрянского каскада резервируется линией Л-226 длиной 100 км. Электроснабжение маломощных потребителей и населенных пунктов севера области выполнено сетью 35 кВ.

Электроснабжение Оленегорского района выполнено от магистральной сети 330 кВ на ПС-202 и от сети 154 кВ (отпайки линий Л-153/154) на ПС-30. Распределение электроэнергии в Оленегорском и Ловозерском районах выполнено сетью 110 кВ с резервированием удаленных населенных пунктов Ревда и Ловозеро параллельно включенными линиями. Сеть 110 кВ закольцована по линиям электроснабжения Мурманского участка железной дороги.

Электроснабжение Мончегорского района с энергоемким комбинатом «Североникель» выполнено по сети 154 кВ с подключенной к магистральной ПС-11. Кроме того, сеть 154 кВ закольцована связью ПС-11А с СЭС по линиям Л-153/154 длиной более 120 км, связью с АТЭЦ и ПС-204 (Апатитский район) через распределительную подстанцию ПС-87 и параллельно включенные линии Л155, 156, 201 длиной 55,3 км (от ПС-87 до АТЭЦ), а также от АТЭЦ до ПС-204 линии Л-193/194 длиной 15,1 км. Дополнительная закольцованность сети 154 кВ Мончегорского района выполнена связью с ПС-206 через параллельно включенные линии Л-152 и Л-157, Л-180 и Л-158.

Электроснабжение городов Апатиты и Кировск и энергоемкого предприятия ОАО «Апатит» выполнено по сети 154 кВ, подключенной к магистральной ПС-204 и АТЭЦ, а также сетью 110 кВ, подключенной к АТЭЦ и линии 110 кВ электроснабжения Мурманского участка железной дороги. Резервирование электроснабжения обеспечивается связью АТЭЦ с ПС-11А и связью по сети 110 кВ.

Электроснабжение г. Кандалакша и энергоемкого предприятия ОАО «Сибирско-Уральская алюминиевая компания» (филиал «Кандалакшский алюминиевый завод Сибирско-Уральской алюминиевой компании») обеспечено от ГЭС Нивского каскада по сети 110 кВ. К шинам ОРУ 110 кВ ГЭС-3 Нивского каскада подключен участок электроснабжения населенных пунктов Терского района. До ПС-44 (Умба) питание осуществлено параллельно включенными линиями Л-113 и Л-141 длиной 116,8 км и 114,7 км.

Реконструкцией схемы электроснабжения Терского района предусмотрено подключение удаленных подстанций ПС-92 и ПС-93 с помощью последовательно включенных линий 110 кВ Л-81 и Л-84 общей длиной 133,5 км.

Электроснабжение Ковдорского района с энергоемким предприятием Ковдорский ГОК выполнено по параллельным линиям Л-188 и Л-189 длиной 101 км, подключенным к линиям 154 кВ Л-152, Л-157 и Л-180 на ПС-87, питающихся от ПС-11А (Мончегорск), ПС-208 (Княжая) и от ГЭС-9, 10 Нивского каскада. Суммарная удаленность Ковдорской группы подстанций от ключевых узлов сети 150 кВ составляет 216 км до ПС-11А, 210 км до ГЭС-10 и 256 км до ПС-206. Резервирование электроснабжения выполнено от Нива ГЭС-3 по линиям 110 кВ, общей протяженностью 118 км.

3. Проблемы и сетевые ограничения по развитию электроснабжения потребителей:

- снижение надежности работы сетевого хозяйства и резервирования связей;
- регулирование напряжения в центрах питания удаленных потребителей;
- компенсация реактивной мощности;
- контроль качества поставляемой электроэнергии.

Эти проблемы электрохозяйства Мурманской области обусловлены состоянием электроэнергетического оборудования и структурной особенностью высоковольтной сети, в том числе, расположением генерирующих станций и районами концентрации энергоемких потребителей, спецификой подключения ряда промышленных предприятий и сети электроснабжения населенных пунктов.

3.1. Снижение показателей надежности транспорта электроэнергии в распределительной сети обусловлено:

- отсутствием секционирования и низкой грозоупорностью протяженных линий 154 кВ Л-153/154 на двухцепных опорах, связывающих СЭС (ПС-200) и ЦЭС (ПС-11) и резервирующих электроснабжение Оленегорского района (ПС-30);

- значительной удаленностью Ковдорской группы подстанций (ПС-40А, ПС-40Б, ПС-40В) от ГЭС-10 и узлов системы с низким внутренним сопротивлением – ПС-11А и ПС-208 (210-256 км);

- значительной удаленностью потребителей Терского района по линиям 110 кВ;

- нерациональным исполнением ОРУ 110 кВ Нива ГЭС-1, исключая автоматическое раздельное отключение подключенных линий 110 кВ;

- недостаточным резервированием линий 110 кВ в схеме подключения ГЭС Пазского каскада.

3.2. Проблема регулирования напряжения характерна для удаленных потребителей, к которым относятся Ковдорский, Терский районы и Ловозерский район, и вызвана сочетанием следующих факторов:

- Удаленное подключение к шинам электростанции, на которых поддерживается повышенный уровень напряжения. Удаление Ковдорской группы подстанций составляет 210-256 км. Населенные пункты Терского района - Оленица, Кашкаранцы и Варзуга удалены от ПС-44 (Умба) на расстояние 60 – 134 км, а ПС-44 находится от шин Нива ГЭС-3 на расстояние около 116 км. Населенные пункты Ловозерского района расположены от магистральной сети по линиям 110 кВ на расстояние около 70 км.
- Зависимость потери напряжения в длинных ЛЭП от мощности нагрузки и влияние емкостного эффекта длинных линий. Генерируемая емкостью линий мощность составляет для связей Ковдорского района 12,3 Мвар по сети 154 кВ и 2,6 Мвар по сети 110 кВ. Линии 110 кВ электроснабжения ПС-44 (Умба) генерируют около 7,4 Мвар, а линии электроснабжения Ловозерского района – около 3,0 Мвар.

- Влияние устройств компенсации реактивной мощности 4-е БСК мощностью по 4,6 Мвар, установленных на ПС-40А (Ковдор) для снижения потерь электроэнергии.
- Слабая нагрузка на линии 110 кВ электроснабжения Ловозерского и Терского районов.

Указанные факторы влияют на нормируемый показатель качества электроэнергии – увеличение отклонения напряжения и появление провалов напряжения. Так на шинах 6 кВ ПС-40А зарегистрированы установившиеся отклонения напряжения, превышающие допустимые отклонения по ГОСТ 13109-97.

В энергосистеме имеются предпосылки для развития распределительной сети. В том числе, развитая распределительная сеть 35 кВ северной части области позволяет при необходимости выполнить модернизацию с целью увеличения пропускной способности путем перевода линий 35 кВ на напряжение 110 кВ с одновременной реконструкцией подстанций.

3.3. Первоочередные мероприятия в распределительных сетях

Предусматривают повышение надежности связи СЭС (ПС-200) и ЦЭС (ПС-11 и ПС-202), резервирование магистральной сети, модернизацию сети районов гг. Мурманск и Кандалакша, а также удаленных Ковдорского, Ловозерского и Терского районов.

Развитие сети Мурманского района предусматривает ряд схемных изменений, строительство и реконструкцию участков 35-154 кВ.

В сети Центрального и Северного районов г. Мурманска предполагается строительство новых подстанций «Северная» 150/35/6 кВ, «Порт» 35/6 кВ и ПС 150/6 кВ с общей мощностью трансформаторов 258 МВА, новых линий и заходов протяженностью около 50 км, расширение ПС-108, 301 с установкой новых и заменой трансформаторов общей мощностью 75 МВА; обеспечение выдачи мощности Мурманской ТЭЦ на напряжении 154 кВ предполагается строительство линии и РУ, а также реконструкция ПС-5, ПС-6 и ПС-108 с заменой и установкой новых трансформаторов общей мощностью 151 МВА.

В Южном районе г. Мурманска и г. Кола запланировано усиление связи между сетями 110 и 154 кВ путем расширения ПС-53 150/110/35 кВ с заменой старого и установкой второго автотрансформаторов 2х125 МВА, модернизация ОРУ 110 кВ и подключенного участка сети. В том числе, замена силовых трансформаторов 2х40 МВА, реконструкция Л-74, переключение ЛЭП 110 кВ от ПС-5 и ПС8 110/35/6 кВ с комплексной реконструкцией ее ОРУ 110 кВ и заменой трансформаторов 2х25 МВА. Выполняется также переключение ПС-4 110/6 с реконструкцией ее ОРУ 110 кВ и заменой трансформаторов на 2х40 МВА и перевод двух линий 35 кВ М-12 и М-13 на напряжение 110 кВ.

Формирование схемы электроснабжения потребителей западного берега Кольского залива включает строительство трех линий 150 кВ протяженностью 111 км, подстанции 150 кВ с трансформаторами 2х40 МВА и замену трансформаторов на ПС-100 2х25 МВА.

С целью повышения надежности связи между СЭС (ПС-200) и ЦЭС (ПС-11) по сети 154 кВ в рассматриваемом периоде запланирована частичная модернизация двухцепной линии Л-153/154 на участке ПС-11А до ПС-30. Схема реконструкции сети дана на рис.10. В том числе, строительство новой линии Л-153 (43 км), заводов на ПС-202 и ПС-11А, а также реконструкция Л-153 (38 км) на этом участке.

Модернизация электроснабжения Кандалакшского района включает:

- реконструкцию ПС-18 и ПС-18А 110/6 кВ с заменой силовых трансформаторов на 2х63 МВА (ПС-18), оборудования и ошиновки;

- замену проводов на Л-103, Л-104, 113 и Л-141 общей протяженностью 37 км с увеличением их пропускной способности;
- усиление связи сети 110 и 154 кВ путем замены автотрансформатора 154/110 кВ 90 МВА на 125 МВА и замены коммутационных аппаратов ГЭС-11,
- строительство РП 110 кВ в районе ГЭС-1 с переключением линии 110 кВ (13 км).

Модернизация электроснабжения Ковдорской группы подстанций и связи между ПС-11 и ГЭС-11 включает разделение путем секционирования линии Л-152 и Л-189, реконструкцию ПС-88 и завод этих линий на ПС-88. Эти мероприятия за счет секционирования линий Л-152 с Л-189 позволяет уменьшить длину каждого участка линии до 101 – 155 км и повысить надежность электроснабжения Ковдорской группы подстанций, а также связи ГЭС-11 (ПС-206) с ПС-11.

Завершение развития схемы электроснабжения Ловозерского района включает частичную реконструкцию ПС-31 (включая сеть 6 кВ) и замену трансформатора 7,5 МВА на 16 МВА.

Развитие схемы электроснабжения Терского района предусматривает строительство трех подстанций 110 кВ, двух линий 110 кВ общей протяженностью 137 км с реконструкцией ПС-44 (Умба).

Общая сумма инвестиций в программу повышения надежности электроснабжения и обеспечить возможность присоединения новых потребителей региона в перспективе до 2015 г. за счет развития его электросетевого хозяйства оценивается в 18,5 млрд. руб.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Дзюба А.М. (*п. Мурманши, филиал ОАО «МРСК Северо-Запада
«Колэнерго», Andrey_Dz@rambler.ru*)

Abstract. This article contains description of modern methods and technologies of energy saving in housing and communal services, ways of their realisation in the conditions of Russia and the problems arising at their application.

В России с ее энерго- и ресурсорасточительной экономикой до 40% энергии теряется при ее производстве, передаче и потреблении. Это означает, что при наличии продуманной технической политики и протекции государства в проблеме ресурсосбережения, умении находить нестандартные решения, затратах минимальных средств, по крайней мере четверть энергетики России можно было бы вывести в резерв, проводить работы по капитальному ремонту, модернизации, сооружению новых технических систем. Крайне актуальна для страны проблема энергосбережения в коммунальном хозяйстве, которое потребляет до 20% электрической и 45% тепловой энергии.

Следует признать, что проблема реформирования ЖКХ – весьма сложная, многомерная задача. Дело усугубляется ее масштабностью, затрагивающей многие отрасли экономики страны. Из этого следует, что она может быть решена лишь в рамках хорошо продуманной государственной программы. Но при таком подходе можно не только поднять технические системы ЖКХ до уровня требований XXI века, сэкономяв гигантское (в разы) количество энергоресурсов, но и «оживить» ряд отраслей народного хозяйства.

В настоящее время существуют следующие объективные предпосылки для разработки государственной энергосберегающей стратегии и коренного изменения структуры энергоснабжения ЖКХ страны:

- практически половина тепловой энергии идет на теплоснабжение в ЖКХ. При этом система теплоснабжения не претерпела принципиальных изменений с XIX века. Снижение потерь в теплоснабжении даже на единицы процентов оборачивается колоссальной экономией. Между тем, потери в тепловых сетях составляют от 20 до 50% потребляемой энергии;
- в критическом состоянии находятся распределительные электрические сети напряжением 0,410 кВ. Это те сети, которые подводят электроэнергию непосредственно к потребителю – предприятиям, жилым домам и т.д. Из 1 900 тыс. км общей протяженности сетей около 400 тыс. км уже сегодня практически непригодны для эксплуатации. Их необходимо так или иначе реконструировать;
- имеется около 200 тыс. котельных разной мощности и степени износа. Специалисты знают, что в любом случае сжигать топливо на мощной электростанции выгоднее, чем в котельных;
- электрическая энергия – универсальный вид энергии, которая с наименьшими потерями и минимумом технических проблем доставляется в любую точку и преобразуется в любой другой вид энергии, в интересующем нас случае – в тепловую. Легко показать, что при передаче одного и того же количества энергии, потери в электрических сетях в сотни раз меньше, чем потери в тепловых сетях;

- при государственном контроле за ценообразованием в сырьевых госмонополиях рентабельная стоимость электроэнергии составила бы сегодня в России приемлемые 40-60 коп./кВт·ч;
- еще один большой скрытый ресурс: нормы Госстроя России по энергоснабжению жилого сектора еще со времен СССР в 4-6 раз превышают его реальные потребности.

Из вышеизложенного следует достаточно очевидное решение проблемы энергоснабжения ЖКХ и предлагается новая стратегия энергоснабжения городов и населенных пунктов. Суть ее проста, хотя непосвященному может показаться парадоксальной: от существующей системы энергоснабжения ЖКХ на основе раздельного тепло-, газо- и электропитания перейти к энергоснабжению на основе только электрической энергии.

Для этого предлагается общепризнанную в современном электроснабжении идеологию «глубокого ввода» использовать на уровне отдельно взятых многоэтажным жилых домов, административных и иных зданий с постепенным упразднением газопроводов и системы котельных с теплотрассами. Все топливо отправляется на электрические станции, где и сжигается, обеспечивая получение дополнительной энергии. «Глубокий ввод» позволяет при передаче одинаковой мощности уменьшить потери энергии в линии напряжением 10 кВ в сравнении с линией 380 В в 1 600 раз. Это и будут все совокупные потери при энергоснабжении ЖКХ. Они ничтожны в сравнении с существующими потерями в теплотрассах и линиях 380 В.

Техническая реализация предлагаемой структуры энергоснабжения сводится к следующему. В каждом жилом многоквартирном доме или административном здании в отдельном закрытом помещении устанавливается пожаробезопасный трансформатор 10/0,4 кВ, например, с литой изоляцией обмоток мощностью, необходимой для электро- и теплоснабжения дома. Питание на трансформатор от главной понизительной подстанции или распределительного пункта подается кабелем на напряжении 10 кВ.

Особенность предлагаемого теплоснабжения заключается в том, что каждая квартира (либо дом) имеет автономную систему отопления, подключенную к электрическому котлу отопления с регулируемой мощностью. Такие высокоэффективные котлы в настоящее время разработаны и серийно выпускаются, в том числе отечественной промышленностью. За счет регулирования режима работы они обеспечивают экономию энергии до 60%.

Важным потребителем электроэнергии в жилищном секторе являются осветительные приборы. Массовая замена обычных ламп накаливания на современные энергосберегающие компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) обеспечивает снижение потребления энергии на освещение в 5 раз. КЛЛ давно выпускают и широко используют за рубежом. В России их серийный выпуск освоен пока на одном предприятии. Массовому использованию КЛЛ, как и котлов, препятствует их высокая стоимость. Она может быть преодолена государственной протекцией, ощутимыми налоговыми льготами для предприятий, выпускающих энергосберегающую продукцию, участием в производстве КЛЛ и электрических котлов крупного бизнеса и массовым их выпуском.

Большую экономию энергии даст массовое применение полупроводниковых светодиодов для освещения помещений. Американцы собираются путем их использования для освещения экономить до 80% электроэнергии и разработали соответствующую государственную программу. Следует отметить еще два несомненных преимущества светодиодов: их огромный (до 10 лет) срок службы и полное отсутствие проблем с утилизацией, которые существуют у всех видов люминесцентных ламп. У нас в такой постановке, насколько известно, вопрос пока не

ставился. Разработки в этой области носят все больше инициативный характер. Например, удалось спроектировать и изготовить светодиодные светильники для АЭС, бытовые светильники, а также светодиодные фитолампы для высокоэффективного выращивания растений в теплицах. Например, светодиодный светильник для освещения подъездов потребляет 4,5 Вт, полностью заменяя при этом лампочку накаливания мощностью 75 Вт.

Преимущества системы очевидны: упраздняются многочисленные котельные, теплотрассы и газовые сети с их огромными капитальными затратами, еще большими эксплуатационными расходами, огромными потерями энергии в теплосетях и экологическими проблемами; многократно снижаются потери энергии в питающих линиях, они на несколько порядков меньше, чем потери в теплотрассах при традиционном теплоснабжении. Также возрастает надежность, живучесть и безопасность предлагаемой системы энергоснабжения в сравнении с традиционной системой раздельного энергоснабжения. В домах не будет взрываться газ, не будет бесконечный прорывов и затоплений. Жители смогут поддерживать в своем жилье приемлемую для них температуру. Очевидно, что и система расчета за потребленную энергию будет абсолютно прозрачна: по счетчику электрической энергии и счетчику холодной воды. Конечно, существуют и некоторые недостатки: высокая стоимость трансформаторов с литой изоляцией обмоток, электрических котлов, светильников и т.д. Однако их стоимость можно снизить, как отмечалось, путем государственной поддержки соответствующих предприятий, особой налоговой политикой, стимулированием покупателей такого электрооборудования и т.д.

Таковы в общих чертах основы энергосберегающей стратегии в ЖКХ и технические идеи, лежащие в ее основе.

Предлагаемая стратегия в будущем, вероятно, не имеет альтернативы. Задача снижения потребления энергии в жилищном секторе вдвое на уже существующей технической базе и технологиях в ближайшее время является вполне реальной. Поскольку до этого в стране нет ясной стратегии развития ЖКХ, то изложенный выше идеи могли бы лечь в основу такой стратегии. Однако в силу сложности и масштабности проблем ее эффективная реализация в полной мере возможна на основе национальной программы по энергосбережению в системе ЖКХ, предусматривающей в том числе и новые элементы градостроительства.

Кроме этого, существуют еще комплексы мероприятий по энергосбережению, которые могут быть применены в ЖКХ.

Например, предлагается новый способ и устройство сглаживания пиков нагрузки в жилом доме за счет перехода на равномерное круглосуточное потребление электроэнергии. Для этого на вводе электроэнергии в каждую квартиру предлагается установить ограничитель пропускаемой мощности в сочетании с блоком бесперебойного питания, содержащим накопитель электроэнергии (АБ).

Внедрение подобной системы бесперебойного электропитания целесообразно в сочетании с использованием в качестве нагрузки энергосберегающего оборудования, АБ большой емкости с большим сроком службы, и появляется необходимость в использовании автономного источника электричества, в качестве которого могут служить солнечная батарея, ветроэлектрический генератор или электрогенератор на двигателе внутреннего либо внешнего сгорания топлива. При наличии солнца или ветра солнечная батарея и ветроэлектрический генератор передают электричество в накопитель АБ и инвертор, а избыток мощности может передаваться через электрощит (счетчик) в централизованный источник электричества, при этом счетчик будет соответственно уменьшать величину расхода электричества.

Также необходимо помнить о компенсации реактивной мощности. Реактивный ток дополнительно нагружает линии электропередачи, что приводит к увеличению сечений проводов и кабелей и соответственно к увеличению капитальных затрат на внешние и внутрисплощадочные сети. Реактивная мощность наряду с активной мощностью учитывается поставщиком электроэнергии, а, следовательно, подлежит оплате по действующим тарифам, поэтому составляет значительную часть счета за электроэнергию.

Наиболее действенным и эффективным способом снижения потребляемой из сети реактивной мощности является применение установок компенсации реактивной мощности (конденсаторных установок).

Сбережение электроэнергии не будет эффективно без нового подхода к системе учета. Текущий подход сетевых организаций заключается в установке традиционных, зарекомендовавших себя счетчиков электроэнергии на вводах подстанций, отходящих фидерах и у потребителя, что приводит к огромным суммам убытков вследствие хищений электроэнергии и ее потерь. Современный подход – организация АИИС КУЭ с применением современных многофункциональных счетчиков, обладающих следующими функциями: высокоточное измерение электроэнергии в двух направлениях, многотарифный учет, ведение профилей нагрузки с различными интервалами измерений, цифровой интерфейс, радио- или PLC-модемы для интеграции в АИИС КУЭ.

Функция управления внешними коммутационными элементами позволяет исключить превышение отдельными пользователями установленного уровня потребления электроэнергии или мощности. Сокращению потерь должен способствовать и высокий уровень защиты счетчиков, исключающий недоучет и большинство известных видов способов хищения электроэнергии. К тому же должна быть обеспечена сохранность информации и настроек приборов и относительно низкая по сравнению с аналогами стоимость самого прибора.

Внедрение автоматизированной системы практически полностью исключает варианты хищения электроэнергии потребителями, а дистанционный сбор данных избавляет компании от необходимости расширять штат контролеров. Одним из эффективнейших методов сбора данных со счетчиков электроэнергии сегодня стала PLC-связь (или связь по низковольтной сети), которая осуществляется непосредственно по сетевым проводам 0,4 кВ. В России использование PLC-технологий при построении АИИС КУЭ особенно актуально – ведь именно в нашей стране самая высокая в мире протяженность низковольтных линий энергоснабжения.

Энергосбережение – один из самых серьезных вызовов для России. Неэкономное и нерациональное использование энергии в любом виде широко распространено, в том числе и в сфере ЖКХ. Руководители различных уровней видят расходы на электроэнергию как нечто неизбежное, текущие проблемы вынуждают отложить в долгий ящик все вопросы, связанные с энергосбережением. В то же время разные источники исследования показали, что потенциал энергоэффективности в нашей стране составляет от 30 до 40%. Легко показать, что комплексные вложения в энергосбережение сегодня дадут огромный экономический эффект в ближайшем будущем. Существует три способа снижения потребления энергии:

- исключение нерационального использования;
- устранение потерь;
- повышение эффективности.

Именно в этих направлениях и в такой последовательности необходимо работать.

Необходимо принять во внимание, что меры по энергосбережению будут наиболее эффективны, если будут применяться комплексно. Целесообразно учесть

изложенное выше при проектировании нового микрорайона или многоэтажного жилого дома.

Список литературы:

- 1) АИИС КУЭ Быт – быть или не быть? // Энергосбережение – 2008.– №8.– с. 45.
- 2) Алиев И.И. Технические основы реформы жилищно-коммунального хозяйства России // Энергосбережение – 2008.– №5.– с. 33-35.
- 3) Гусаров В.А., Заддэ В.В. Сглаживающая система электропитания жилых домов // Энергосбережение – 2008.– №5.– с. 36-38.
- 4) Компенсация реактивной мощности как средство сокращения затрат // Энергосбережение – 2003.– №1.– Режим доступа: [Http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=1967](http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=1967)
- 5) Кустова А.А. Энергоэффективность. Почему западная энергосервисная система не работает в России? // Энергосбережение – 2008.- №8.- с.40-44.
- 6) Оснащение узлов распределительных сетей 6-10; 0,4 кВ средствами учета // Энергосбережение – 2008.– №6.– с. 62.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБЪЕКТОВ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Долматова Е.С., Малышев В.С. (Мурманск, МГТУ, кафедра энергетики и транспорта)

Abstract. This research realizes the approach of Sustainable Development presenting comparison of several alternate architectures of combined heat power plant. Such method was used also to make calculations of eco-efficiency indexes of the offshore wind farm as a gas-condensate plant's power-supply source.

В настоящее время во многих регионах России рост энергопотребления превышает возможности производства тепло- и электроэнергии на существующих мощностях. Не исключением является и Мурманская область. Кроме того, недостаток установленной мощности энергосистемы становится одной из причин того, что некоторые региональные проекты так и не реализуются. В условиях роста энергопотребления в регионе и с учетом того, что в ближайшие годы ожидается вывод из эксплуатации некоторых устаревших и выработавших свой ресурс генерирующих объектов, Мурманская область, как и весь Северо-Западный регион, может начать испытывать недостаток в электроэнергии уже в 2009 году и, при отсутствии развития энергетики, достигнет рубежа полной энергодефицитности максимум к 2012 году. В рамках решения проблемы вероятного энергодефицита в Мурманской области обсуждаются возможности использования различных источников энергии, таких как углеродное топливо, атомные источники, нетрадиционные возобновляемые источники.

Особый интерес проявляется к нетрадиционным возобновляемым источникам энергии, таким как энергия солнца, ветра, гидроэнергия малых рек, приливная энергия и др. Мурманская область обладает гигантским потенциалом энергии ветра. Среднегодовая скорость ветра на северном побережье Кольского полуострова достигает 8 м/сек. По оценкам экспертов технический ресурс ветра только северного побережья Кольского полуострова оценивается в 125 ТВт*час в год, или 40000 МВт установленной мощности. Это более чем в 10 раз превышает годовое потребление всей области. Экономически эффективный и доступный для разработки ресурс может достигать 8 ТВт*час в год, около 3000 МВт установленной мощности, что составляет около двух третей годового потребления электроэнергии в регионе. Это является благоприятной предпосылкой для производства значительных объемов электричества для мирового рынка без загрязнения окружающей среды.

Ветроэнергетические установки (ВЭУ) не нуждаются в значительном отчуждении земель, достаточно площадки под фундамент и дороги к ней, а для строительства можно выбрать земли, непригодные для хозяйственной деятельности. Кроме того, современные ветроэнергетические установки полностью автоматизированы и не требуют дежурного персонала. Монтируются и устанавливаются они очень быстро. При этом ветровые энергоустановки не производят вредных выбросов, не способствуют «парниковому» эффекту, а наоборот обеспечивают его снижение за счет сокращения использования органического топлива.

В начале 2009 года был представлен проект долгосрочной целевой программы "Развитие нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в Мурманской области" на 2009-2015 годы. Целью программы является создание условий для последовательного освоения возобновляемых источников энергии в Мурманской области, повышение уровня обеспеченности региона энергетическими ресурсами.

В частности программой предусматривается строительство ветропарков вдоль дороги Мурманск - Туманный - Териберка и в районе Лиинахамари, комбинированного дизель-ветроэнергокомплекса в ЗАТО Островной, ветроэнергетических установок в прибрежных селах Чаванге и Чапоне, проектирование ветроэнергетических установок для участия их в теплоснабжении Кандалакши.

Таким образом, видно, что к развитию ветроэнергетики относятся уже серьезно, у нее есть перспективы. Несмотря на то, что создание ветропарков требует серьезных первоначальных вложений, срок окупаемости - от 20 лет, освоение ветроэнергетического потенциала Кольского полуострова поможет резко повысить энергетическую безопасность региона, его экологическую чистоту, решить ряд общественно-политических и социальных проблем.

Принятие конкретных инновационных проектов должно обосновываться с помощью отработанных и подтвержденных практикой оптимизационных технологий, учитывающих как экономическую составляющую принятых решений, так и их эко-эффективность на основании показателей эко-эффективности.

В 1992 г. был предложен показатель для оценки возможного экологического воздействия производства продуктов, услуг и экономического развития - материальный (и энергетический) вход во всем жизненном цикле на единицу услуги продукции (или извлекаемой ценности) — величина *MIPS* («Material Input Per Unit Service or Utility»), что в переводе означает «материальный вход на единицу полезного продукта»):

$$MIPS = \frac{MI}{S}, \quad (1)$$

где *MI* представляет собой материальный вход или сумму всех входных материальных потоков, включая те материалы, которые требуют энергии для своего производства, *MI* имеет размерность единицы массы; *S* — выпускаемая продукция, размерность может быть различной в зависимости от вида продукции.

Концепция *MIPS* основана на суждении о том, что потенциальное воздействие продукта на окружающую среду может быть определено на основе материальных входов во всем жизненном цикле и что чем меньше сырья используется, тем меньше возможное воздействие на окружающую среду.

Вычисление *MIPS* производится в семь шагов (рисунок 2).

Отправной точкой анализа или вычисления является определение целей и задач, а также выбор основной единицы услуги (шаг 1), для которой затем будут подбираться все необходимые данные. Единица услуги представляет собой базу для сравнения различных продуктов или услуг. Затем жизненный цикл продукта представляется в виде процессной цепи (шаг 2), изображающей отдельные стадии процесса и их взаимосвязи друг с другом. На этой стадии создается структура будущего вычисления. Затем здесь собираются входные и, если необходимо, то и выходные потоки и составляется схема процесса (шаг 3). На основе этой информации определяется материальный вход «от колыбели до продукта» (от

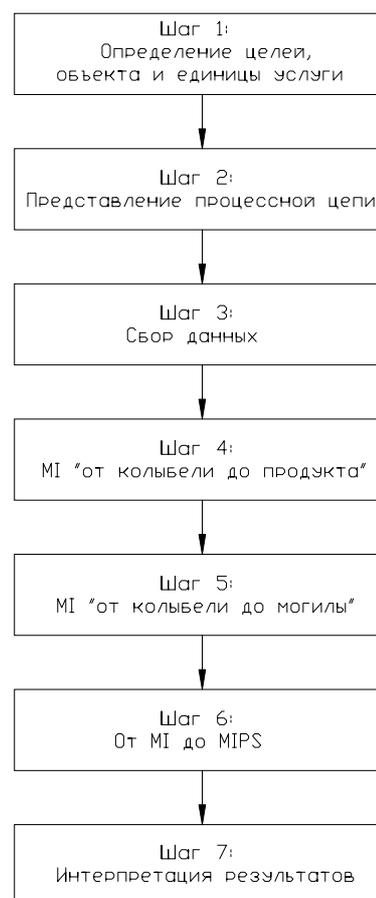


Рис. 2. Схема вычисления *MIPS*

начального извлечения природных ресурсов из окружающей среды до получения конечного продукта) путем связывания собранных данных с соответствующими *MI*-числами, если они уже установлены (шаг 4). Затем вычисляют материальный вход «от колыбели до могилы» (полный материальный вход от начального извлечения природных ресурсов из окружающей среды до получения конечного продукта и его размещения на свалке) (шаг 5). После того, как материальный вход вычислен «от колыбели до могилы», находят материальный вход на единицу услуги — *MIPS* (шаг 6). Определив *MIPS*, переходят к заключительной стадии — интерпретации полученных результатов (шаг 7).

Чем больше величина *MIPS*, тем выше «экологическая цена единицы продукции», больше невидимый груз природных ресурсов или материального входа *MI*, «экологический рюкзак», который «несет» эта продукция. Уменьшение *MIPS* может быть достигнуто посредством замены материалов, используемых в производстве продукции, на материалы с меньшим «экологическим рюкзаком».

Данный подход был применен для анализа выбора источника энергоснабжения завода по переработке газа Штокмановского месторождения. Одним из вариантов является строительство ветропарка. Используя описанную выше методику, для оффшорного ветропарка мощностью 90 МВт был рассчитан показатель эко-эффективности *MIPS*, который составил 0,4096 т/МВт·ч (для парогазовой ТЭЦ этот показатель составляет 1,96 т/МВт·ч). В качестве границ системы принимаются абиотические и биотические входные материалы, а именно: материалы, необходимые для строительства; электроэнергия на собственные нужды; необходимое количество топлива и воздуха для его сжигания. Результаты расчетов показателей эко-эффективности для ветропарка мощностью 90 МВт представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатель *MIPS* для ВЭС мощностью 90 МВт

Обобщающий показатель	Выработка электроэнергии, т
<i>Вход (Input)</i>	
Материалы на ВЭС	124927,03
Итого (<i>Input</i>):	124927,03
<i>Выход (Output)</i>	
Количество выбросов, т/год	305000 МВт*ч
-	
<i>MIPS</i> :	0,4096 т/МВт*ч

В качестве критерия для оценки прибыльности мероприятия, связанного с внедрением ВЭУ, использовался чистый дисконтированный доход. Этот показатель позволяет учесть изменение стоимости финансовых средств с течением времени и сопоставить капиталовложения, сделанные сегодня, с доходами, которые будут поступать позже, в едином масштабе цен. Положительный результат расчёта ЧДД свидетельствует об эффективности предлагаемого объекта или, другими словами, о том, что в результате его реализации инвестор в течение срока эксплуатации ветропарка получит прибыль. Чем большее значение прибыли будет получено, тем выгоднее объект. Если результат расчёта отрицательный, инвестор потерпит убытки.

Годовой эффект (доход) от работы ВЭУ зависит не только от годовой выработки, но еще и от тарифа, по которому эту энергию можно продать в сеть. Федеральной службой по тарифам для Мурманской области на 2008 г. установлены предельные тарифы на электроэнергию, составляющие 86,81-87,32 коп/кВт·ч без НДС. Таким образом максимальный тариф на электроэнергию от ВЭУ, по которому она

может быть принята в энергосистему, составляет 0,8732 руб/кВт•ч без НДС или 1,03 руб/кВт•ч с НДС.

С учетом транспортных и таможенных расходов, а также затрат, связанных с сооружением фундамента, монтажом и присоединением к сети, стоимость установленного киловатта достигнет 1100-1500 евро/кВт. На рис. 3 показано, как формируется чистый дисконтированный доход в ходе многолетней эксплуатации ВЭУ. После сооружения ВЭУ (нулевой год эксплуатации) имеют место только инвестиции. Они отложены вниз по оси ординат. По мере эксплуатации установки формируется доход, определяемый стоимостью выработанной энергии. За счет получаемого дохода постепенно, год за годом, окупаются инвестиции, кривая ЧДД идет вверх.

Как видно из графика, срок окупаемости капиталовложений в проект ВЭС установленной мощностью 90 МВт составляет порядка 6 лет (в энергетике этот показатель должен быть не более 8 лет), что означает, что проект эффективен. На это же указывает рассчитанный коэффициент дисконтирования, который больше 1.

При проведении технико-экономического обоснования была рассчитана также себестоимость отпускаемой электрической энергии. Все рассчитанные величины представлены в таблице 2.

Таким образом, как видно из приведенных выше расчетов, проект установки ветропарка эффективен как с экономической точки зрения, так и с точки зрения эко-эффективности.

Аналогичным образом могут быть рассчитаны предполагаемые ветроэнергетические установки в прибрежных селах Чаваньге и ЧапOME мощностью 250 кВт, а также многие другие.

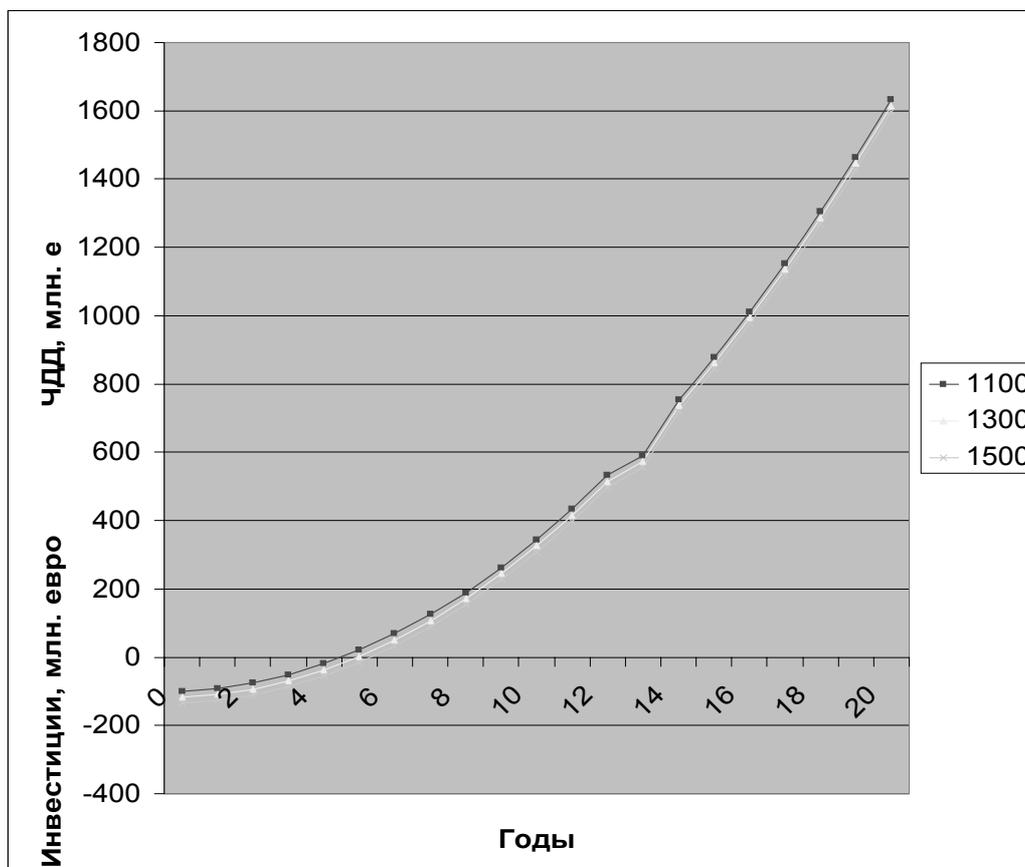


Рис.3. Формирование чистого дисконтированного дохода за годы работы ВЭУ 90 МВт: при удельных капиталовложениях ВЭУ 1100, 1300, 1500 евро/кВт, при постоянном тарифе на электроэнергию от ВЭУ, равном 1,03 руб/кВт•ч.

Таблица 2 - Технико-экономические показатели ВЭС мощностью 90 МВт

Наименование показателя	Ед. измерения	Значение		
Удельные капиталовложения	евро/кВт	1100	1300	1500
Установленная мощность ВЭС	МВт	90		
Годовой отпуск электроэнергии	кВт·ч/год	305·10 ⁶		
Годовые издержки	млн. евро/год	4,954	5,854	6,754
Себестоимость отпущенной электроэнергии	евро/кВт·ч	0,016	0,019	0,022
Срок окупаемости капиталовложений	лет	5	5	6
Коэффициент дисконтирования		15,49	12,8	10,8

Для ускоренного развития ветроэнергетики необходима серьезная государственная поддержка, какая есть почти во всех странах, серьезно занимающихся вопросами использования возобновляемой энергии. Главной причиной безнадежного отставания российской ветроэнергетики от западной является отсутствие четкой государственной политики в области развития альтернативных источников энергии и государственных инвестиций. Такое отношение к развитию ветроэнергетики может объясняться отсутствием потребности в ее развитии, низкими ценами на нефть, газ и уголь, а также незаинтересованностью развития чистой энергетики. Экологические же аспекты в данном случае в расчет не принимаются.

Таким образом, видно, что реализация программ по повышению экологической эффективности региона требует не только капиталовложений, но и, в первую очередь, принятия грамотных решений. А с учетом текущего отставания российской экономики темп внедрения основных положений концепции эко-эффективности должен стать максимальным.

Список литературы:

- 1) Основы теории эко-эффективности / Под науч. ред. О. Сергиенко, Х. Рона. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2004. – 223 с.
- 2) Повышение эко-эффективности на Северо-Западе России / Под общ. ред. О. Сергиенко. - СПб.: СПбГУНиПТ, 2005. – 160 с.
- 3) Экологический менеджмент и эко-эффективность на предприятиях пищевой промышленности / Под общ. ред. О.И. Сергиенко. СПб.: СПбГУНиПТ, 2004. – 157 с.
- 4) Ritthoff M., Rohn H., Liedtke Ch. Calculating MIPS: Resource productivity of products and services. – Wuppertal: Wuppertal Institute, 2002.[электронный ресурс] www.mips-online.info
- 5) Barrow offshore wind farm construction monitoring report. – RSK ENSR, 2006. [электронный ресурс] www.dongenergy.com
- 6) Минин В.А., Дмитриев Г.С. Перспективы освоения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии на Кольском полуострове. – Объединение Bellona: Мурманск, 2007. – 94 с.
- 7) Wind energy efficiency. An excerpt from the 2005 German wind energy report. – Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE): Berlin, 2006.
- 8) Lettenmeier M. Can MIPS (material input per service unit) assist municipal decision-making for sustainability? – Experiences from Finland. – Prague, 11.-12.9.2008.

СОЗДАНИЕ ОБУЧАЮЩЕГО И ТЕСТИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ПРОГРАММ ДЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Зборовский М.Э., Яковлева Л.В., Ковалев Р.М. (п. Мурманск, филиал ОАО «МРСК Северо-Запада» «Колэнерго», grinder1102@mail.ru)

Abstract. This article presents problems of training of the staff of the electropower enterprises and their possible decision by inculcation of the automated project representing system of the training web resource and the local application, carrying out monitoring and the control of knowledge.

Сегодня, во время стремительного развития технологий в различных отраслях хозяйства, очень актуально встает вопрос обучения персонала, занятого в данных сегментах, всем новинкам технической мысли, задействованным в конкретной области. Актуальность данного вопроса обусловлена современными требованиями к подготовке и повышению квалификации персонала компаний в рамках требований нормативных документов.

Кроме того работник предприятия обязан постоянно поддерживать свой профессиональный уровень в соответствии с занимаемой должностью. Повышение квалификации сотрудника также очень важная задача, поскольку создание более качественно рабочей единицы, непременно является большим «плюсом» для организации. Работник, обладающий грузом знаний, позволяющим моментально выйти из любой сложной ситуации, решить проблему «на лету», без привлечения дополнительных ресурсов ценится куда выше того, который способен, пусть качественно и рутинно, выполнять свои обязанности, но не имеющего, в силу своей профессиональной подготовки, способностей выйти из какой-либо форс-мажорной ситуации, устранив причину или остановив процесс ее течения.

Особенно остро эта проблема встает на предприятиях имеющих стратегическое значение в пределах региона, либо страны в целом, и тех, сотрудникам которых, постоянно приходится работать с источниками повышенной опасности.

К обеим этим категориям можно отнести организации занятые в сфере энергетики.

Ежегодно как в РФ, так и за ее пределами проводится множество различных конференций, направленных на улучшение и оптимизацию различных процессов, составляющих работу энергетических предприятий, одно из ведущих мест на них как раз и занимает рассмотрение проблемы повышения квалификации персонала. Проанализировав материалы некоторых конференций, мы пришли к выводу, что для успешного проведения учебного процесса следует отметить следующие моменты:

- численность персонала организации слишком высока, чтобы одновременно повышать уровень профессионального мастерства всех без исключения сотрудников, во время обучения служащему приходится покидать свое рабочее место на длительный срок;
- не всегда имеется доступ к обучающим материалам.
- после обучения служащих предприятия, следует организовывать проверки знаний, отражающие степень закрепления полученного материала.

Конечно никто не может заменить опытного специалиста-практика, испытавшего не раз на себе то, о чем он излагает слушателям. Но все же, для решения данной задачи мы решили обратиться к компьютерным технологиям.

Глупо и бессмысленно базировать процесс обучения инновационным категориям деятельности отрасли на старых «дедовских» способах. Конечно объяснения «на пальцах» являются более понятными, но степень пропускной способности через такую экстенсивную систему обучения резко снижается. Кроме того повсеместное компьютеризирование облегчает поставленную перед нами задачу. В России и многих других странах дистанционные формы обучения до недавнего времени не применялись в широком масштабе из-за ряда объективных причин - в основном из-за недостаточного развития и широкого распространения технических средств новых информационных и телекоммуникационных технологий. В настоящее время созданы технические предпосылки для широкого использования дистанционного обучения в образовании.

Для решения первой проблемы «увеличения пропускной способности в обучении без отрыва от производства» мы обратились к технологиям дистанционного образования. Дистанционное обучение - новая организация учебного процесса, базирующаяся на принципе самостоятельного обучения студента. Среда обучения характеризуется тем, что учащиеся в основном, а часто и совсем, отдалены от преподавателя в пространстве и/или во времени, в то же время они имеют возможность в любой момент поддерживать диалог с помощью средств телекоммуникации. Вся прелесть данных технологий в том, что они являются наименее затратными. Нет необходимости собирать группу людей – обучаемых и преподавателя в конкретном месте, в конкретные часы, что существенно экономит такие ресурсы как, непосредственно время, занимаемые помещения и т.п. Отличительной особенностью дистанционного обучения является предоставление обучаемым возможности самим получать требуемые знания, пользуясь развитыми информационными ресурсами, предоставляемыми современными информационными технологиями. Информационные ресурсы: базы данных и знаний, компьютерные, в том числе мультимедиа, обучающие и контролируемые системы, видео- и аудиозаписи, электронные библиотеки, - вместе с традиционными учебниками и методическими пособиями создают уникальную распределенную среду обучения, доступную широкой аудитории. Дистанционное обучение при необходимости может включать посещение обучаемыми учебного заведения, а также сочетаться с традиционными формами обучения.

В наше время существует несколько способов дистанционного обучения:

- СВТ (Computer-based Training) - компьютерное обучение СВТ - использование компьютеров в интерактивном обучении и тестировании. Программы компьютерного обучения называются courseware и создаются с помощью специальных программных продуктов. Примером СВТ являются: программа обучения английскому языку, встроенное обучение по системе Windows.
- E-learning (Electronic Learning) - электронное обучение (или Интернет обучение). E-learning - предоставление доступа к компьютерным учебным программам (courseware) через сеть Интернет или корпоративные Интранет сети. Синонимом E-learning является термин WBT (Web-based Training) - обучение через вэб.
- Learning Portal (E-learning Portal) - учебный портал (корпоративный или публичный веб-сайт). Корпоративный сайт, предоставляющий доступ к возможностям корпоративного обучения. Возможно открытый для широкой публики сайт, предоставляющий доступ к учебным программам.

Созданный нами интернет-проект позволяет любому, включенному в список обучаемых сотруднику организации, в любое удобное для него время и любом удобном месте, заниматься собственным обучением и различными пробными проверками своих знаний. И к тому же весь спектр необходимых материалов находится «под рукой», достаточно лишь выбрать необходимый раздел ресурса. Таким образом решена и

вторая проблема «ограниченности обучающих материалов». Основной идеей методики является создание учебной информационной среды, включающей компьютерные информационные источники, электронные библиотеки, видео- и аудиотеки, книги и учебные пособия. Составной частью такой учебной среды являются как обучаемые, так и преподаватели, взаимодействие которых осуществляется с помощью современных телекоммуникационных средств. Такая учебная среда предоставляет уникальные возможности обучаемым для получения знаний, как самостоятельно, так и под руководством преподавателей. При разработке учебных курсов упор делается на самостоятельную работу обучаемых, их коллективное творчество, проведение мини - исследований различного уровня. Предусматривается большое количество заданий, рассчитанных на самостоятельную проработку, с возможностью получения ежедневных консультаций.

Главным «плюсом» такого вида обучения, несомненно, является то, что обучаемый может постоянно находиться на своем рабочем месте и может исполнять свои обязанности.

Третья проблема «контроля знаний» решается несколько по-другому, поскольку тестирование навыков требует непосредственного контроля. Для этого нами разработана специализированная программа «тестирования знаний», которая размещается локально и позволяет осуществлять проверку непосредственно под наблюдением комиссии.

Основными функциями этого нашего комплекса являются:

- учет учащихся, персонализация и разграничение прав доступа к учебным материалам;
- управление и интеграция с механизмами электронного общения;
- управление процессом обучения, учет результатов обучения и тестирования;
- подготовка оперативной и аналитической отчетности.

Возможности, которые предоставляет проект:

- связь с электронной почтой;
- электронные форумы;
- доски объявлений;
- чат.

Для разработки данного комплекса были использованы языки программирования: PHP с использованием технологии MySQL – для создания веб-приложения, ActionScript 2.0 с подключением баз данных MsAccess – для создания тестирующего приложения.

Выбор данных средств обусловлен с одной стороны и широкой распространенностью и доступностью, а с другой стороны тем, что их функциональный потенциал полностью удовлетворяет процесс решения поставленных задач.

Таким образом, можно отметить, что в нашем проекте используются современные и проверенные технологии. Данный комплекс позволит оптимизировать и упростить процесс обучения. Доступ к теоретическим материалам станет открытым в любое удобное время для зарегистрированных пользователей. У всех обучающихся появится возможность самоконтроля, выраженная в контрольных вопросах по соответствующему разделу знаний, и анализа своих ошибок, и в случае необходимости – возможность повторного прохождения обучающего курса. Также откроется возможность совмещения, как теоретического обучения, так и производственного, что является большим «плюсом» данного вида обучения, ведь гораздо проще усваивать теорию на практике. Следует обратить внимание на часть комплекса, отвечающую за контроль накопленных за время обучения знаний. Она была реализована стационарно,

во избежание случаев участия в тестировании другого лица, незарегистрированного в системе, и участвующего в тестировании для фальсификации результатов (возможного завышения) реального участника процесса обучения. На контрольном экзамене устанавливаются профильные вопросы по специальности тестируемого утвержденной комиссией. Все вопросы выбираются из соответствующих тематических разделов базы данных тестирования, которые в полной мере отображены в обучающей программе. Информация об участниках тестирования и их результатах хранятся в базе администрирования, что позволяет в любой момент времени создать отчет, отражающий реальную оценку знаний и сообщающий полную информацию об ошибках, во избежание их повторного допущения.

Итак, подведем итоги: с уверенностью можно сказать, что информационные технологии могут разрешить большинство проблем связанных с подготовкой высококвалифицированного персонала для работы в электроэнергетических компаниях. В условиях быстрого развития предприятий необходимо иметь возможность быстро заполнять вакантные места посредством быстрого и профессионального повышения квалификации или переквалификации работников. Как мы видим, одним из решений этой проблемы могут стать технологии дистанционного обучения.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ВЭУ ДЛЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Ибрагимов Р.Р., Шорников В.П., Малышев В.С. (Мурманск, МГТУ,
кафедра Энергетики и транспорта, Malyshevvs@mstu.edu.ru,
ya-rinat@yandex.ru)

Abstract. For many remote from the electric system districts of the Murmansk area, to which it is possible to take remote settlements, soldiery parts, research scientific bases, technological settings of communication means, central energysupply is not nessesary. The autonomous users of energy get it from diesel power-stations. The Use of diesel power-stations, the high cost of diesel fuel and his delivery to the user of energy aggravates complications of energysupply to remote users).

Для многих отдаленных от электросети районов Мурманской области, к каковым можно отнести удаленные поселения, военные части, исследовательские научные базы, а также различные технологические установки средств связи, централизованное энергообеспечение неоправданно. Как правило, автономные потребители энергии получают ее от дизельных электростанций (ДЭС), что делает стоимость тарифов на электроэнергию неоправданно высокими. Поэтому, в таких пунктах целесообразно установить ветроэлектрические станции (ВЭУ) с более низкой себестоимостью вырабатываемой энергии, где ДЭС будут работать в режиме резервирования при отсутствии ветра.

При создании ветродвигателей необходимо учитывать новейшие научные достижения в области физики, механики и экономики. Успех ветроэнергетики будет существенно зависеть от увязки конструкций ветродвигателей с конкретным потребителем энергии, области их использования, выбора места монтажа, экономичности строительства и эксплуатации.

Несмотря на всю значимость и обширность данных Росгидромета, использование их в качестве расчётных данных при проектировании ВЭУ как правило невозможно, т.к. количество метеостанций ограничено, и пользуясь только изолиниями скоростей ветра, нельзя верно судить о действительных скоростях ветра в той или иной точке. Поэтому при проектировании расположение ВЭУ выбирается по фактическим данным, которые снимаются с помощью различного рода устройств. К таким устройствам, но с гораздо более широкими возможностями, относится и созданная мобильная установка измерения параметров ветра.

Установка представляет собой мобильный измерительный комплекс, предназначенный для одновременного измерения до 8 параметров воздушного потока, хотя возможно и измерение любых физических величин, значение которых можно преобразовать в унифицированный электрический сигнал. Установка автоматически обрабатывает входные сигналы, формируя базы данных по всем каналам, графически отображая значения в он-лайн режиме. Возможно также подключение дополнительных регулирующих устройств, таких как МВУ-8 (модуль ввода управляющий), представляющий собой блок электронных программируемых реле с выходом на исполнительные механизмы, что актуально при применении системы в качестве регулятора в системе ветроэнергетической станции (регулирование возбуждения, направления установки, величины перераспределения мощности и т.п.)

Питание установки осуществляется от сети переменного тока 220В через автомобильный инвертор, либо напрямую при непосредственной близости электрических сетей.

Установка состоит из датчика скорости ветра, представляющего собой тахогенератор переменного тока, частота и напряжение выходного сигнала которого пропорционально частоте вращения, и, соответственно, скорости измеряемого воздушного потока. Переменный синусоидальный сигнал с датчика направляется на выпрямитель, и затем, для уменьшения пульсаций выпрямленного напряжения на RC-фильтр. И таким образом, выпрямленный и отфильтрованный сигнал постоянного напряжения направляется в измерительное устройство, представляющее собой модуль ввода аналоговых сигналов МВ-8, совмещающее функции измерителя и аналогово-цифрового преобразователя. Аналоговый сигнал, преобразованный в цифровой, поступает на преобразователь интерфейсов АС4 RS-485→USB и после преобразования поступает на USB вход персонального компьютера типа НОУТ-БУК для дальнейшей регистрации и обработки.

Установка позволяет регистрировать и одновременно обрабатывать до 8 сигналов различного типа, в зависимости от применяемого датчика. Регистрировать и обрабатывать данные на компьютере, используя любые программы для обработки числовых данных. Автоматически формирует базы данных из приложений MS OFFICE. Принципиальная схема установки приведена на рисунке 1.

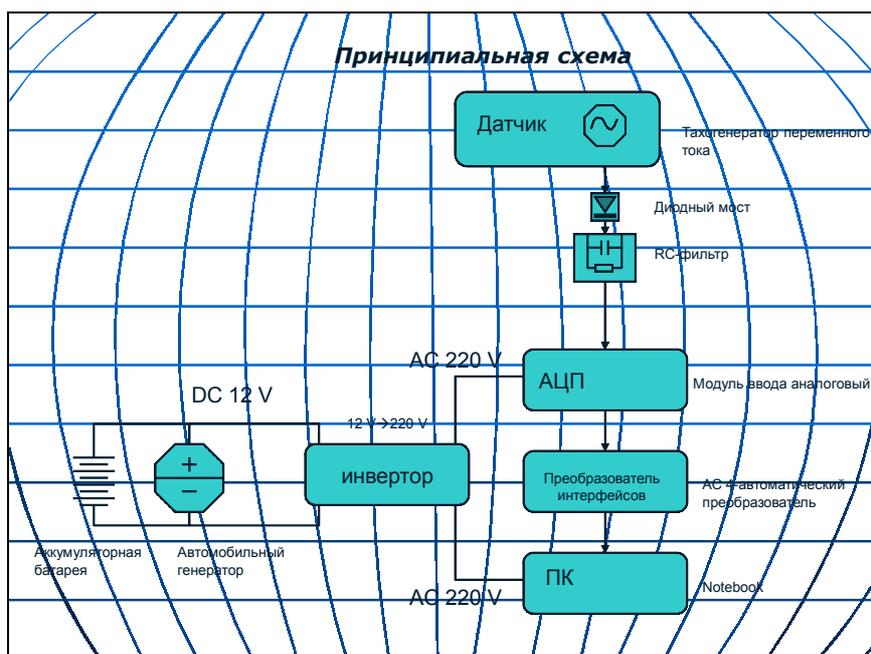


Рис. 1. Принципиальная схема установки

Для получения первичного аналогового сигнала в установке используется принцип преобразования скорости ветра в напряжение. С выхода датчика переменное напряжение, пропорциональное угловой скорости вращения подаётся на выпрямитель, представляющий собой диодный мост в DIP- корпусе, далее на RC-фильтр, и далее-на вход АЦП.

Измерение скорости воздушного потока осуществляется трёхлопастной вертушкой, которая вращает ротор датчика скорости ветра, преобразующего скорость ветра в переменное напряжение. Втулка вертушки-с втулкой и контргайкой, укрепленной на крышке датчика, образуют лабиринтное уплотнение, препятствующее проникновению пыли и влаги внутрь датчика.

Ось свободно вращается на двух шарикоподшипниках, из которых один укреплен в гнезде крышки, а второй — в основании. На оси вертушки закреплен кольцевой постоянный магнит, выполняющий роль ротора тахогенератора с тремя парами неявно выраженных полюсов.

Статором тахогенератора служит катушка с обмоткой. Каркас катушки заключен в обойму, которая закреплена на колодке основания датчика. Концы обмотки катушки подсоединены к колодке штепсельного разъема. Тахогенератор помещен в кожух, состоящий из крышки и основания.

Лопастей вертушки выполнены из листового дюралюминия в виде полуцилиндров, что (по сравнению со стандартной чашечной формой ветроприемника), уменьшает возможность забивания их снегом.

Конструктивное исполнение датчика приведено на рисунке 2.

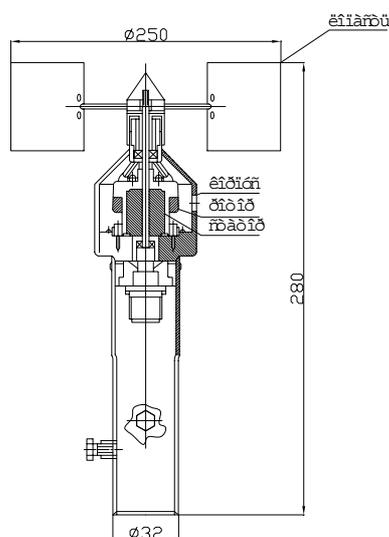


Рис. 2 Конструктивное исполнение датчика скорости ветра

Целью исследования установки измерения параметров ветра было определить поведение различного размера лопастей вертушек датчика скорости ветра при различных скоростях ветра и выбор оптимального по чувствительности габарита. Для этого использовалась существующая установка с центробежным вентилятором, скорость воздушного потока на выходе из которой достигала 6 м/с. Для увеличения скорости выходного воздушного потока параллельно на выходе был подключен второй центробежный вентилятор, в результате чего скорость потока возросла до 11 м/с.

Методика эксперимента состояла в следующем. В определённой точке на оси потока снималась фактическая скорость воздушного потока, для чего использовались чашечный и крыльчатый механические ручные анемометры, два различных типа приборов с целью обеспечения независимости показаний. Впоследствии оказалось, что показания крыльчатого анемометра недостоверны, начиная со скорости ветра 2 м/с, т.к. была нарушена центровка крыльчатого колеса.

Во время эксперимента по тарировке установки были сняты 12 значений показаний скорости ветра в различных точках, отстоящих друг о друга по направлению воздушного потока для изменения измеряемой скорости. Затем показания были разбиты по времени замеров на две группы: первая группа, представленная в таблице 1, характеризует первые опытные данные, вторая группа данных, представленная в таблице 2 была снята повторно на основании накопленного опыта проведения эксперимента.

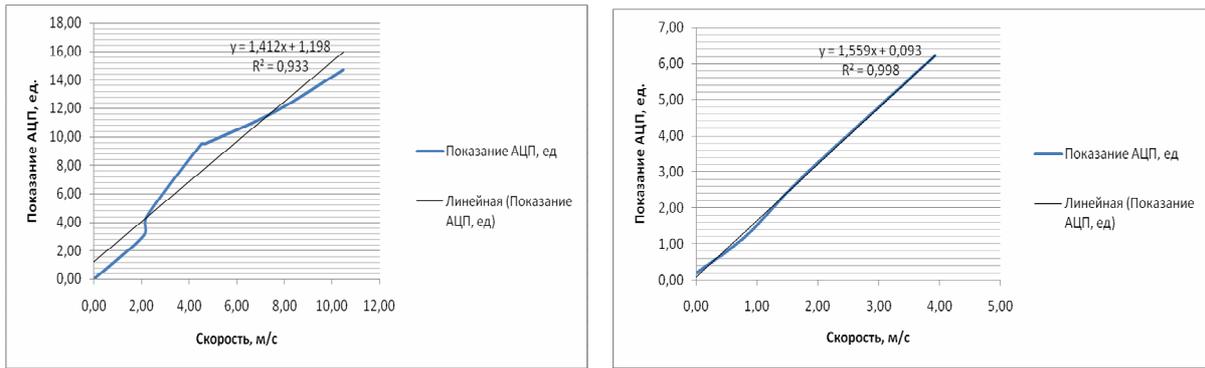


Рис.3 Линейная аппроксимация данных эксперимента

Данные были исследованы на предмет нахождения функциональной зависимости методом наименьших квадратов (МНК), а полученные экспериментальные кривые аппроксимированы линейной функцией, что и представлено на рисунке 3.

Исследования показаний аналогово-цифрового преобразователя на скорость воздушного потока при скорости 6 м/с образуют совокупность независимых и равнозначных измерений случайной величины X, занесённых в таблицу 1.:

Таблица 1. Показания АЦП при скорости потока 6 м/с

9,60	8,80	9,80	9,90	9,30	8,80
9,30	10,00	9,10	9,60	9,50	10,00
9,60	9,10	8,60	9,70	9,60	9,10
9,50	9,80	9,40	9,70	9,30	9,80
9,20	9,70	9,00	9,50	9,80	9,70

Изучение непрерывных случайных величин начинается с группировки статистического материала, т. е. разбиения интервала наблюдаемых значений СВ X на k частичных интервалов равной длины и подсчета частот попадания наблюдаемых значений СВ X в частичные интервалы. Количество выбираем равным 7 (k = 7).

Разобьем весь диапазон значений на 7 интервалов (разрядов). Длину частичного интервала определим по формуле:

$$h = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{k} = \frac{10 - 8,6}{7} = 0,2 \quad (4.1)$$

Шкала интервалов и группировка исходных статистических данных сведены в таблицу 2. В результате получили статистический ряд распределения частот (n = 30):

Таблица 2. Шкала интервалов

Интервалы наблюдаемых значений СВ X, МПа	8,6-8,8	8,8-9,0	9,0-9,2	9,2-9,4	9,4-9,6	9,6-9,8	9,8-10
Частота m _i	1	1	3	4	4	7	4

Для получения статистического ряда частостей разделим частоты m_i на объем выборки n. В результате получим интервальный статистический ряд распределений

частостей $\left(\sum \frac{m_i}{n} = 1 \right)$, представленный в таблице 3:

Таблица3 - Распределение частотей

Интервалы наблюдаемых значений	8,6-8,8	8,8-9,0	9,0-9,2	9,2-9,4	9,4-9,6	9,6-9,8	9,8-10
Частоты m/n	0,03	0,03	0,10	0,13	0,13	0,23	0,13

Для построения гистограммы частотей на оси абсцисс откладываются частичные интервалы, на каждом из них строится прямоугольник, площадь которого равна частоте данного частичного интервала. Если частоты отнести к серединам частичных интервалов, то полученная замкнутая линия образует полигон частотей. На рисунке 3 изображена гистограмма и полигон частотей.

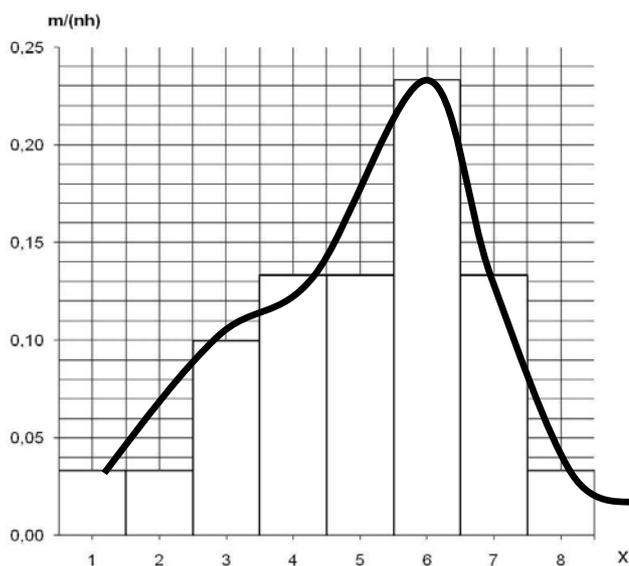


Рис.3 Гистограмма и полигон частотей

Таким образом, разработанная конструкция устройства и методика проведения и обработки измерений позволяет обеспечить локальное исследование скоростей и направлений воздушных потоков, а также проводить мониторинг измерений.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСООТВЕТСТВИЙ В АВТОМОБИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Кончиц А.В. (Самара, Самарский государственный аэрокосмический университет, кафедра «Стандартизация и управление качеством продукции», anatoly1982@yandex.ru)

Abstract. The method of the improving of nonconformance investigation process is introduced. The different types of engineering thinking during root cause analysis are observed. Based on the statistical methods and a deductive type of engineering thinking the common algorithm of the effective root cause analysis strategy was created. The benefits and disadvantages of this method compared to the current methods are highlighted.

Сегодня обеспечению качества на предприятиях уделяется всё большее внимание: возросла скорость реагирования на замечания потребителя, несоответствия в продукции пытаются не только не пропустить, но и не допустить, так как брак – это дополнительные издержки. Многие предприятия стали держать штат инженеров по качеству, задачей которых является своевременно реагировать на возникающие в процессе производства и эксплуатации несоответствия, внедряя краткосрочные сдерживающие, а впоследствии и корректирующие мероприятия, а также отслеживая их эффективность. При этом необходимо точно определять коренные причины несоответствий, устранение которых позволит уйти от дефектов в принципе, то есть изначально не создавать их.

Однако недостаточность научно обоснованных подходов к исследованию несоответствий на производстве существенно ограничивает возможности развития предприятий и снижает их конкурентоспособность. Возникает необходимость в формировании процедур и процессов исследования несоответствий, а также совершенствования инструментария данных процессов.

Рассматривая тенденции развития методов управления качеством, можно заметить, что наблюдается стремление данных методов к устранению несоответствий на всё более ранних стадиях жизненного цикла продукции. И, несмотря на то, что эффективнее всего несоответствие можно предотвратить на этапе проектирования, но в силу того, что цикл обновления отечественных модельных рядов автомобилей иногда составляет до нескольких десятков лет, на сегодняшний день для отечественной автомобильной промышленности наиболее актуальным является всё же управление качеством *действующей* продукции - на этапах производства и эксплуатации.

Непосредственно процесс исследования с точки зрения психологии может быть реализован посредством двух типов мышления. Первый тип – индуктивный – сводится к генерации возможных идей по устранению несоответствия. По этому типу мышления построены такие инструменты статистического анализа как диаграмма Исикавы, метод Дельфи и т. д. Однако при возникновении несоответствия в первый раз вероятность попадания истинной коренной причины во множество потенциальных перечисленных достаточно мала. Поэтому в данном случае необходимо мышление, исключающее «накидывание» версий и влияние чьего-либо мнения.

Абсолютной противоположностью подобного мышления (от причины к проблеме) является дедуктивный тип мышления – от проблемы к причине. Данный тип чётко прослеживается в стратегии Шайнина: концентрируясь на разделах и подразделах, в которых наблюдается и не наблюдается несоответствие, исследователь

последовательно сужает круг поиска причины, впоследствии выходя на неё как таковую.

Преимущества дедуктивного типа мышления:

- упор на факты, а не мнения (в том числе экспертов);
- наличие стандартизованного алгоритма действий;
- отсутствие надобности в глубоких знаниях области техники, в которой имеется несоответствие.

Данные достоинства делают дедуктивный процесс исследования несоответствия более достоверным и менее затратным. Напротив, применение индуктивного типа мышления при исследованиях, несмотря на его широкое распространение даже на таких крупных автосборочных предприятиях как ОАО «АВТОВАЗ», ОАО «ГАЗ» и т. д., зачастую приводит к бесполезно потраченным ресурсам и переходу несоответствующей продукции на следующую стадию жизненного цикла.

Основываясь на стратегии Шайнина, отметим её недостаток – в ней отсутствует комплексный подход к обнаружению причины: изложены лишь общие принципы и некоторые инструменты. В то же время существует множество инструментов статистического анализа, которые приведены в литературе как отдельные самостоятельные единицы, не являющиеся частью исследовательского процесса. Современному исследователю необходим процесс обнаружения причин несоответствий на основе дедуктивного мышления с последовательным применением инструментов статистического анализа, что и является целью данной работы.

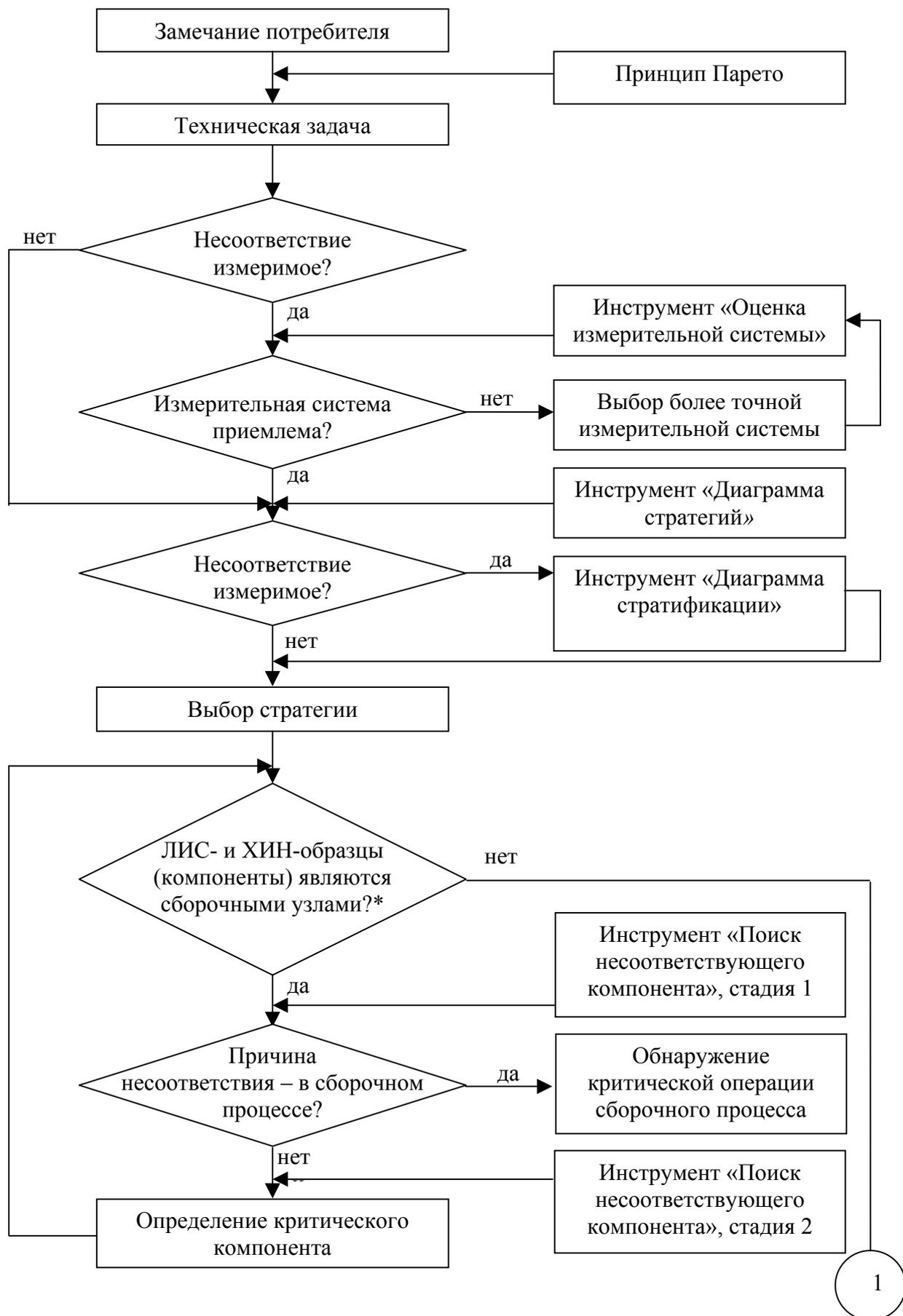
Начало алгоритма данного процесса – это всегда претензия потребителя. Вопреки распространённым методам исследования несоответствие задаётся требованиями потребителя, а не технической документацией на продукт.

Алгоритм строится на сравнении образцов. Очевидно, что при наличии некоторого распределения ключевой характеристики образцов для сравнения выгоднее всего взять не просто образцы, находящиеся в допуске и выходящие за него, а образцы, находящиеся на противоположных концах кривой распределения – ЛИС-образцы (лучшие из соответствующих) и ХИН-образцы (худшие из несоответствующих). В этом случае гораздо проще найти отличие одного образца от другого, что в конечном итоге позволит быстрее подойти к коренной причине несоответствия.

После конвертации претензии потребителя в техническую задачу производится оценка измерительной системы, применяемой при данном исследовании. Далее выбирается стратегия - путь исследования, основанный на вариативности семейства образцов. Стратегия должна обладать максимальной вариацией между ЛИС и ХИН. Если ЛИС- и ХИН-образцы являются сборочными узлами, выявляется критический компонент данных узлов либо критическая сборочная операция. В случае если причина находится в компоненте, определяется его критическая характеристика, которая и является причиной несоответствия.

После этого применяется подтверждающий эксперимент, затем – моделирование допусков детали или процесса, при которых несоответствие не возникнет. После обеспечения данных допусков в серийном производстве причина считается устранённой, производится мониторинг несоответствия. Алгоритм дедуктивного процесса исследования несоответствий изображён на рис. 1.

В предлагаемом процессе исследования несоответствий исключается большая часть задач, связанных с выявлением и проверкой *потенциальных* причин. Исключаются и затраты, связанные с работой над потенциальными, но фактически не влияющими на несоответствие причинами. Поэтому исследование несоответствий по предложенному алгоритму не только достоверно, но ещё и экономически эффективно.



Р и с . 1 - Алгоритм дедуктивного процесса исследования несоответствий



* - узел может быть разобран и вновь собран без разрушающих воздействий
 ** - процессы устранения причин несоответствий в данной стратегии не рассматриваются

Р и с . 1 - Алгоритм дедуктивного процесса исследования несоответствий (продолжение)

ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДИЛЕРСКОЙ СЕТЬЮ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СБЫТОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Мухаметдинов Э.М., Хабибуллин Р.Г., Макарова И.В., Буйвол П.А.
(г. Набережные Челны, Камская государственная инженерно-
экономическая академия, кафедра «Сервис транспортных систем»,
hrg_kampi@mail.ru, kamIVM@mail.ru)

Abstract. In the article it is devoted with some ways of increase of an overall performance of the machine-building enterprise by creation of the uniform information field integrating information systems of the dealer network enterprise.

В условиях современных рыночных отношений, роста автомобилизации, в том числе за счет прихода на внутренний рынок иностранных компаний, наблюдается обострение конкуренции и борьбы за рынки сбыта. В силу постоянно меняющихся условий недостаточным является планирование деятельности предприятия на основе методов прогнозирования, моделей математического программирования, поскольку первые при скачкообразном нелинейном развитии экономики оказываются бесполезными, вторые же не позволяют учесть многие важные производственно-экономические факторы (приоритет отдельных заказчиков в получении продукции, обеспечение заданного ассортимента и необходимой комплектности выпускаемой продукции).

Проблема оперативного отслеживания изменения конъюнктуры острее всего стоит перед крупными машиностроительными предприятиями, имеющими широкую дилерскую сеть как внутри страны, так и за ее пределами. Такие дилеры ориентируются на локальные рынки, не представляя всей картины в целом. Задача производителя - интегрировать деятельности отдельных дилеров в единый комплекс и координировать их работу.

Для этого информация, предоставляемая дилерами, должна быть унифицирована и с помощью автоматизированных систем передана в единую базу данных головной компании для последующего анализа. Обязанностью менеджеров маркетинговой службы головного предприятия должно являться оперативное отслеживание поступающих заказов и сопоставление их с емкостью рыночных сегментов, выявление отклонения в случае их наличия и корректировка плана производства.

Анализ существующих предложений вендоров показал, что не существует комплексной системы решения поставленной задачи. А именно, выделяются два класса продуктов. Первый составляют программные продукты для учета и анализа процессов и задач подразделений дилеров, такие как Альфа-Авто, 1С:Автосервис, 1С:Автозапчасти (AutoSoft, 1С-Парус) [1]. Вторую группу составляют ERP-системы. Лидерами среди интеграторов в России являются компании «Компас» (Система «Компас»), «Фронтстеп» (Infor ERP Syteline), 1АБ (1С УПП 8.х) [2].

Первые из вышеприведенных информационных систем существуют самостоятельно и, как правило, построены с использованием системного ПО общего назначения. С другой стороны, нет отечественных решений (и локализованных западных) уровня ERP, которые бы обладали той функциональностью, что указанные специализированные решения [3]. Выходом из данной ситуации, на наш взгляд, является совместное внедрение и интеграция решений разных разработчиков. Однако,

по мнению TAdviser, такие гибридные системы с течением времени должны быть вытеснены монолитными решениями или решениями на базе единого промежуточного ПО [3].

Наиболее приемлемым для российской практики вариантом является реализация специализированных функций на базе ERP-систем. В качестве базового решения для автоматизации деятельности отдельного дилера, на наш взгляд, вполне подходит разработанный на основе «1С:Управление производственным предприятием 8.0» «Автоматизированный Комплекс для автосалонов» (Центр «СофтБаланс») с контурами:

- ✓ продажа автомобилей;
- ✓ продажа автозапчастей;
- ✓ оперативное управление запасами;
- ✓ логистика прохождения товара от поставщика к покупателю;
- ✓ работа станции технического обслуживания (СТО).

Однако в данном программном продукте отсутствует блок маркетинга, который, как представляется, должен содержать план продаж, отслеживание «горячих» и несостоявшихся сделок, отслеживание выполнения заказа на поставку, план проведения маркетинговых мероприятий, анкеты опроса клиентов и т.д.

В соответствии с установленной периодичностью дилеры должны составлять и предоставлять отчёты по:

- ✓ Продажам новых и подержанных автомобилей
- ✓ Договорам на обслуживание
- ✓ Упущенным продажам
- ✓ Состоянию склада новых и подержанных автомобилей
- ✓ Информации о местном рынке, статистике, спецификации конкурентов

С помощью полученной информации компания имеет возможность профилировать дилеров, делить их на группы, выявлять типовые модели покупки для повышения продаж наиболее прибыльным группам дилеров, формировать дифференцированные маркетинговые программы. На основе анализа данных и отчетности по продажам, сделанным в рамках маркетинговых программ, появляется возможность оценить эффективность дилерских мероприятий. Все это в конечном итоге должно помочь построить оптимальную дилерскую сеть. То есть, основная задача такой системы – повышение конкурентоспособности предприятия за счёт повышения управляемости, прозрачности, оперативности.

Необходимо придать бизнесу управляемость и конкурентоспособность, обеспечив руководству всю необходимую информацию для принятия решений, используя специализированных систем управления.

Таким образом, предлагаемый способ объединения отдельных информационных систем дилеров в единое информационное поле позволит оперативно реагировать на изменяющиеся внешние условия и принимать обоснованные управленческие решения для совершенствования работы всей дилерско-сервисной сети.

Список литературы:

- 1) Хабибуллин, Р.Г. Совершенствование фирменного обслуживания автомобильной техники с помощью интегрированной информационной системы / Р.Г.Хабибуллин, И.В.Макарова, А.И.Беляев, // Транспорт. Наука, техника, управление. Научно-информ.сборник. РАН. ВИНТИ. №1. 2008. С.51-53.
- 2) Отчет: ERP в машиностроении: 387 проектов и 19 систем // TAdviser, www.tadviser.ru/articles.
- 3) Середа, С.А. Основные тенденции и прогнозы развития российского рынка ERP-систем для торговли // TAdviser, www.tadviser.ru/articles.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В ЗДАНИЯХ

Сабирова Я.М. (Мурманск, МГТУ, кафедра энергетике и транспорта, marselievna@rambler.ru)

Abstract. Building as the power system forms a thermal and air mode of premises. Thus heating and ventilation systems along with external protections play a main role. Optimization of a thermal and air mode should have for an object both economy of fuel and energy resources, and maintenance of demanded sanitary-and-hygienic conditions. Essential economy it is warm it is possible to receive in case of application of various constructive decisions and the systems, allowing to utilize heat lost by buildings during the heating period.

Современный подход к энергосбережению основан на совместном рассмотрении систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и электроснабжения с учетом их конструктивных особенностей, взаимосвязи, а также удельных теплотерь здания и его полезной отапливаемой площади. Данный подход определяет энергосберегающий и экологический эффекты принимаемых технических решений, как на стадии проектирования, так и при аудите существующих зданий.

Существенную экономию тепла можно получить в случае применения различных конструктивных решений и систем, позволяющих утилизировать тепло, теряемое зданиями в отопительный период.

Энергосберегающие мероприятия должны предусматривать утепление стен, полов первых этажей, чердаков, окон, систем вентиляции, тепло-, водо- и электроснабжения. В первую очередь следует осуществлять мероприятия, не требующие больших капитальных вложений - уплотнение оконных и дверных притворов, утепление входных дверей, оборудование дверей автоматическими приборами закрывания, наладку систем отопления, оснащение тепловых пунктов измерительной и регулирующей аппаратурой и т. д.

Световые проемы

В зависимости от состояния окон и балконных дверей, может предусматриваться: полная замена оконных блоков и блоков балконных дверей на новые, частичный ремонт деревянных элементов окон и балконных дверей, мероприятия по повышению теплозащитных свойств окон и балконных дверей, мероприятия по увеличению их сопротивляемости воздухопроницанию.

Наиболее распространенный способ повышения теплозащитных свойств окна заключается в увеличении числа воздушных прослоек в остекленной его части. В районах Крайнего Севера рекомендуется в отопительный период повышать теплозащиту окна, разделяя воздушную прослойку на две путем размещения между стеклами полиэтиленовой пленки или наиболее эффективной в теплотехническом отношении полупрозрачной металлизированной пленки.

Требуемое сопротивление воздухопроницанию окна обеспечивается изготовлением или ремонтом деревянных элементов окна, гарантирующим допускаемые ГОСТом величины зазоров в притворах створных элементов окон, уплотнением этих зазоров эластичными прокладками и выполнением воздухопроницаемых фальцев остекления.

Кроме того, для снижения теплотерь через окна используются теплозащитные экраны, шторы и ставни, выполняемые из эффективных теплоизоляционных

материалов. Применяется остекление, которое может изменять тепловые характеристики в соответствии с изменением наружных условий. Например, рама с двойным остеклением, в которой между стеклами помещается особый материал (засыпка), предотвращающий теплопотери в ночное время. Засыпка позволяет снизить теплопотери через окна в 10 раз. Другой метод снижения потерь - «Скайлид», представляющий собой изолированную жалюзийную решетку, которая может устанавливаться на больших окнах. Эти жалюзи работают автоматически при нарушении теплового баланса. Они закрыты в ночное время или в холодный период времени, чтобы избежать теплопотерь.

Применение теплозащитного экрана, установленного по всей площади окна между стеклами, может дать повышение температуры внутренней поверхности остекления от 5 до 7°C.

Получили распространение светопропускающие теплоотражающие шторы, изготавливаемые из тканей на основе полимерных прозрачных волокон.

Стены

Достоинствами утепления стен снаружи являются: улучшенные влажностный и тепловой режимы конструкции; механизация ремонтно-строительных работ; более интенсивная сушка материала панели и соответственно более высокие теплозащитные свойства; снижение температурных нагрузок на стены; проведение строительных работ без выселения жильцов; защита наружных стен от вредного воздействия атмосферной влаги; возможность обновления фасада здания; повышение теплозащиты без уменьшения жилой площади.

Необходимо особое внимание уделять ремонту стыков, так как теплопотери через них достигают 20% и более.

Система вентиляции

Если здание оборудовано каналами приточно-вытяжной вентиляции, то целесообразно устанавливать теплорегенераторы, с помощью которых отбирается тепло из удаляемого воздуха, поступающее для подогрева приточного воздуха. Экономичность системы вентиляции, оснащенной устройством теплорегенерации, зависит от экономичности способа строительства приточно-вытяжных каналов и КПД устройства теплорегенерации. Использование каналов для транспортировки воздуха является обоснованным, так как они расположены в каркасе здания и создаются с его возведением.

Новые возможности улучшения воздушного режима помещений открывает способ вентиляции через вентилируемые наружные ограждения. Эффект такой вентиляции зависит от наличия в стеновом ограждении слоя, через который фильтруется в помещение наружный холодный воздух. Этот воздух, проходя через наружное ограждение, утилизирует тепло.

Возможные мероприятия по энергосбережению в зданиях:

- установка терморегуляторов на отопительных приборах;
- установка клапанов на стояках для автоматизации балансировки систем отопления;
- установка тепломеров в квартирах;
- установка терморегуляторов на циркуляционных трубопроводах систем горячего водоснабжения;
- утепление наружных стен;

- утепление крыш;
- замена окон стеклопакетами.

За счет данных мероприятий эффект энергосбережения составляет на отопление зданий – 58,6 %; на горячее водоснабжение – 52,1 %.

Таким образом, термомодернизация здания с комплексной автоматизацией его инженерных систем приносит ощутимый экономический эффект, заключающийся в 50 % снижении потребления тепловой энергии. Оцененный период возврата инвестиций составляет 3,8 года.

Список литературы:

- 1) Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. М.: АВОК-ПРЕСС, 2002.
- 2) Овчаренко Е.Г., Артемьев В.М. и др. Тепловая изоляция и энергосбережение // Энергосбережение. - 1999.
- 3) Ананьев А.И., Комов В.М. и др. Экономия тепловых ресурсов в жилых зданиях // Теплоэнергоэффективные технологии. ИБ. - 2001.
- 4) Ливчак В.И. Реалистичный подход к энергосбережению в существующем жилом фонде города // Энергосбережение. - 2002.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ИСТОЧНИКИ ИСКАЖЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РЕГИОНАЛЬНОЙ СЕТЕВОЙ КОМПАНИИ

Слепухин Ю.А., Панкратов П.С. (п. Мурманск, филиал ОАО «МРСК Северо-Запада «Колэнерго», uaslepuhin@kolenergo.ru)

Abstract. The analysis of questions of electric energies quality in the net company and is carried out. Then a methods of monitoring and sources of distortion are analyzed. Also action for restriction of distortions of indicators of quality of electric energy is looked.

В настоящее время увеличивается доля электроприемников с повышенными требованиями к качеству электроэнергии, поэтому актуальной является задача периодического контроля и анализа качества питающей сети, путем проведения суточных измерений гармоник тока, провалов напряжения и перенапряжений, выявление искажений синусоидальности, а также ряда других важнейших параметров и определение источников искажений.

При решении проблемы качества электроэнергии выделяют экономические, математические и технические аспекты.

- Экономические аспекты включают в себя методы расчета убытков от некачественной электроэнергии в системах промышленного электроснабжения;
- Математические аспекты представляют собой обоснование тех или иных методов расчета показателей качества электроэнергии;
- Технические аспекты включают в себя разработку технических средств и мероприятий, улучшающих качество электроэнергии, а также организацию системы контроля и управления ее качеством.

Вопросы качества электроэнергии требуют более тщательной разработки и изучения происходящих при этом явлений. Особые трудности связаны со сложностью методов измерений. Это связано с влиянием случайного характера изменений нагрузок, что, в свою очередь, требует применения статистических приборов и соответствующей обработки получаемой информации - использования вероятностно-статических методов расчёта.

В соответствии с Законом Российской Федерации «О защите прав потребителей» (ст.7) и Постановлением Правительства России от 13.08.1997 г. № 1013, электрическая энергия подлежит обязательной сертификации по показателям качества электроэнергии (ПКЭ), установленными ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

Регламентирующие документы устанавливают стандарты на методы контроля качества электроэнергии, но не предусматривают методику выявления (локализации) источников искажений. Основная трудность локализации виновника заключается в том, что контроль искажений напряжения и тока может выявить группу подключенных параллельно потребителей. Поэтому при определении источника искажений требуется большой объем сопоставительных измерений. При этом необходимо использовать стандартизованные методы измерений.

В настоящее время для определения параметров питающей сети используются анализаторы качества. а анализируемыми параметрами качества сети являются: напряжения линейные (текущие значения, провалы, перенапряжения); напряжения фазные (текущие значения, провалы, перенапряжения); токи по фазам; косинус и

тангенс "фи" по фазам; мощность активная потребляемая и генерируемая по фазам; мощность реактивная потребляемая и генерируемая по фазам; мощность полная потребляемая и генерируемая по фазам; мощность активная мгновенная потребляемая и генерируемая по фазам; мощность реактивная мгновенная потребляемая и генерируемая по фазам; мощность полная мгновенная потребляемая и генерируемая по фазам; гармоники тока до 21-порядка по фазам; гармоники напряжения до 21-порядка по фазам; перекос фаз; неравномерность нагрузки; частота сети; THD I% искажение кривой тока; THD U% искажение кривой напряжения.

Данные исследования в сетевых компаниях необходимы, если планируется компенсации реактивной мощности с установкой конденсаторных установок, с определением мощности конденсаторных установок на каждый силовой трансформатор, выбором защитных антигармонических дросселей для защиты компенсирующих конденсаторов, установкой гармонических фильтров, для исключения вредоносного воздействия гармоник, генерируемых нелинейными потребителями (БП UPS ПК, частотными приводами, установками контактной сварки) и стабилизаторов напряжения.

Для определения ПКЭ в настоящее время используются анализаторы:

- качества распределительных электрических сетей LEM TOPAS 1000, для измерения в сетях среднего и низкого напряжения с помощью одного инструмента;
- качества «ПАРМА» РК3.01 и другие модификации, для измерения и регистрации показателей качества электроэнергии (ПКЭ) в электрических сетях систем электроснабжения общего назначения переменного трехфазного (трех и четырех проводных сетей) и однофазного тока с номинальной частотой 50 Гц;
- электрических сетей MEMOVOX 300 smart A/P/Q и MEMOVOX 808 A/P/Q, для качественной оценки, исследований искажений и проведения оптимизации низковольтных и среднего уровня напряжения электрических сетей.

Все вышеперечисленные анализаторы качества электрических сетей являются идеальным инструментом для качественной оценки, исследований искажений и проведения оптимизации сетей низкого и среднего уровня напряжения электрических сетей.

Для выявления источника искажений необходим анализ результатов регистрации с возможностью сопоставления характеристик напряжений и токов, в том числе на разных шинах и присоединениях питающего центра и электроприемников потребителя, полученных с помощью исследований.

Исследования производятся в несколько этапов:

- на первом этапе производится регистрация ПКЭ напряжения на системах шин питающего центра. Определяются относительные характеристики искажений ПКЭ для определения влияния внешней сети.
- на втором этапе проводятся длительные регистрации ПКЭ напряжения на системе шин питающего центра, на которой по данным первого этапа имеются наибольшее ухудшение качества электроэнергии.
- на третьем этапе производится одновременная регистрация токов и напряжений одной фазы на присоединениях потребителей и одновременная регистрация этих же параметров на разных системах шин питающего центра.

Анализ результатов контроля качества электроэнергии позволяет определить объект, влияющий на ухудшение этих показателей.

На качество электроэнергии искажающее влияние может оказывать промышленная специфическая нагрузка, в т.ч. плавильные установки, преобразовательные агрегаты, мостовые выпрямительные блоки, дроссели насыщения и т.п. Такая нагрузка является мощным источником гармонических возмущений, искажающих

ток и напряжение в сетях самого предприятия и у прочих потребителей, подключенных к шинам питающего центра. Кроме того, на отклонение напряжения или частоты, возникновение провалов и импульсов напряжения, а также временных перенапряжений может оказывать влияние и внешняя сеть.

К снижению надежности системы электроснабжения в целом приводят электромагнитные параметры:

- снижение процессов генерации, передачи и потребления электроэнергии за счет увеличения потерь в питающих сетях;
- уменьшение срока службы, нарушение нормальной работы электрооборудования и старения изоляции;
- нарушение нормальной работы и выход из строя устройств релейной защиты, автоматики и связи.

Для ограничения искажения ПКЭ можно целесообразно использовать мероприятия которые могут быть разбиты на две группы:

- мероприятия, выполняемые энергоснабжающим предприятием;
- мероприятия, выполняемые потребителем, электроустановки которого являются источником искажений ПКЭ.

Эти мероприятия выполняются в комплексе и согласовываются между потребителем и энергоснабжающим предприятием.

К таким мероприятиям относятся:

1) Перераспределение и выравнивание нагрузки может быть выполнено на шинах питающего центра путем переключения потребителей на другие секции, а также разделения секций с гальванической развязкой между ними. При этом необходимо обеспечить снижение влияния промышленных установок на электроприемники бытовой сети, а также на надежность и резервирование энергоснабжения.

2) Автоматическое регулирование напряжения с помощью синхронных компенсаторов на секциях 6 кВ либо в сети 6 кВ промышленного предприятия. Компенсаторы реактивной мощности, применяемые для систематического регулирования уровня напряжения, должны иметь хорошие динамические характеристики. Указанным требованиям в большей степени удовлетворяют синхронные машины и устройства компенсации с регулируемой индуктивностью реактора. В последнем случае при использовании тиристорных коммутаторов необходима дополнительная проверка уровней гармонических искажений, которые могут генерироваться системой регулирования индуктивности реактора. Техническое обоснование системы регулирования напряжения должно включать оценку эффективности выбранного метода и определение параметров устройств компенсации. Для целей регулирования напряжения могут быть использованы крупные синхронные машины ГОК (в режиме перевозбуждения).

Автоматическое регулирование напряжения на шинах питающего центра с применением систем автоматики регулирования под напряжением силовых трансформаторов.

3) Компенсация изменений нагрузки, в том числе, выравнивание (уплотнение) графика нагрузки промпредприятий. В случае невозможности исключения резкой переменной и искажающей нагрузки с разработкой схем электроснабжения установок влияющих на искажение ПКЭ через вставку «выпрямитель - инвертор» с промежуточным накопителем энергии.

4) Ограничение гармонических искажений с помощью силовых фильтров высших гармоник. Требования к техническим характеристикам фильтров определяются набором гармоник, а также мощностью источника искажений. В качестве широкополосного

фильтра на присоединениях могут быть использованы токоограничивающие реакторы с косинусными конденсаторами.

Реализация мероприятий по ограничению искажений ПКЭ должна сопровождаться контрольной проверкой их эффективности.

Список литературы:

- 1) ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: Изд-во стандартов, 1998.
- 2) Белоусов В. Н., Железко Ю. С. Отражение в договорах на электроснабжение вопросов качества электроэнергии и условий потребления и генерации реактивной энергии//Электрические станции. 1999. № 1.
- 3) Горюнов И. Т., Мозгалев В. С., Дубинский Е. В. и др. Основные принципы построения системы контроля, анализа и управления качеством электроэнергии//Электрические станции. 1998. № 12.
- 4) Мозгалев В. С., Богданов В. А., Карташев И. И. и др. Оценка эффективности контроля качества электроэнергии в ЭЭС//Электрические станции. 1999. № 1.
- 5) Карташев И. И., Пономаренко И. С., Ярославский В. Н. Требования к средствам измерения показателей качества электроэнергии//Электричество. 2000. № 4.
- 6) Сапунов М. Вопросы качества электроэнергии//Новости электротехники. 2001. № 4 (10).

Основные нормативные документы:

- 1) Постановление Госстандарта России от 14 августа 2001 года № 74 «О внесении изменений и дополнений в Номенклатуру продукции и услуг (работ), в отношении которых законодательными актами Российской Федерации предусмотрена их обязательная сертификация».
- 2) Письмо Госэнергонадзора Министерства энергетики Российской Федерации от 16 апреля 2001 года № 32-02-04/44 «О внесении в действие РД 153-34.0-15.501-00.

К ВОПРОСУ ПОДБОРА ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ (ВЭУ)

Шорников В.П. (*Мурманск, МГТУ, кафедра энергетики и транспорта*)

ВЭУ является сложным инженерным устройством, предназначенным для преобразования энергии ветра в другие виды энергии, в первую очередь – электрическую.

Конструкция и работа ВЭУ характеризуется рядом параметров. К наиболее существенным относятся номинальная мощность ВЭУ, скорость ветра, соответствующая номинальной мощности, минимальная скорость ветра, при которой начинает вырабатываться электроэнергия, диаметр лопастей, ресурс подшипников, емкость аккумуляторной батареи и ряд других. Особый интерес представляют рабочие характеристики ВЭУ: график зависимости вырабатываемой электрической мощности от скорости ветра и график зависимости произведенной суммарной годовой электроэнергии от среднегодовой скорости ветра.

Выбор конкретной марки ВЭУ невозможен без определения суммарной вырабатываемой энергии, времени активного состояния а также доли оперативно аккумулируемой энергии.

Для того чтобы определить энергетические параметры работы ВЭУ в данной местности и подобрать наиболее подходящую ВЭУ необходимо знать параметры ветровой нагрузки. По мнению автора, для более точного определения суммарной вырабатываемой электроэнергии недостаточно укрупненных скоростных характеристик ветровой нагрузки, таких как среднегодовая скорость ветра. Необходимо иметь само распределение скорости ветра. С помощью же усредненных характеристик ветровой нагрузки и рабочей характеристики ВЭУ можно получить лишь ориентировочные значения суммарной вырабатываемой энергии.

На кафедре ЭиТ МГТУ была разработана относительно несложная графоаналитическая методика расчета суммарной вырабатываемой энергии ВЭУ, использующая эти графические характеристики, а именно: зависимость электрической мощности ВЭУ от скорости ветра и распределение скорости ветра.

Расчет может быть произведен как вручную так и с помощью электронной таблицы Excel (MS office). К неоспоримым преимуществам применения программы Excel относится автоматизация рутинных математических расчетов, легкость аппроксимации графических зависимостей.

Для прикладного применения данной методики необходима детальная картина ветровой нагрузки территории предполагаемой установки ВЭУ. Требующийся для этого аппаратно-программный комплекс был также разработан на кафедре ЭиТ МГТУ.

С помощью данной методики можно технически и экономически более точно и обоснованно осуществлять подбор ВЭУ.

КОМПЛЕКС ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ» (НИВИЭ)

Шорников В.П. (*Мурманск, МГТУ, кафедра энергетики и транспорта*)

Дисциплина «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» (НиВИЭ) в госстандарт образования по специальности 140106 «Энергообеспечение предприятий». В нем предполагаются лекционные и практические виды занятий.

На кафедре ЭиТ МГТУ был разработан комплекс практических и лабораторных работ по данному курсу.

Основной упор сделан на изучение ветроэнергетики.

В результате выполнения практических работ учащийся должен знать и уметь определять основные технические параметры и характеристики ветровой нагрузки и ветроэнергетической установки (ВЭУ).

Сюда относятся:

- Детальная «ветровая» картина г.Мурманска: матожидание и среднеквадратическое отклонение скорости ветра в черте города Мурманска по месяцам и за год. Распределения скорости ветра - физическое и аппроксимационное математическое
- Параметры работы ВЭУ гипотетически установленной в черте г. Мурманска: время активного состояния в зависимости от скорости срагивания ротора ВЭУ. Суммарное количество выработанной энергии за исследуемый период(месяц, год) для различных марок ВЭУ.

Учащимся также предлагается выполнить исследовательскую лабораторную работу «Тарировка анемометра. Определение параметров работы системы вентиляции одной из аудиторий МГТУ». В этой работе студенты получают представление о тарировке и применении приборов для измерения скорости ветра.

Данный комплекс работ позволяет закрепить знания по дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии».

СЕКЦИЯ
«БЕЗОПАСНОСТЬ
МОРЕПЛАВАНИЯ И
ПРОМЫШЛЕННОЕ
РЫБОЛОВСТВО»

*Секция «Безопасность мореплавания
и промышленное рыболовство»*

- Клочков Д.Н., Самчик Л.В., Добровольский А.И.** Опыт разработки информационных технологий количественной оценки биомассы донных и пелагических рыб в Баренцевом и Норвежском морях с использованием методологии синоптического мониторинга..... 910
- Клочков Д.Н., Шатохин Б.М., Борисов В.М.** Основные итоги реализации отраслевых программ исследований морских биоресурсов в Северо-Восточной Атлантике на основе современных технических средств и технологий в 2005-2008 гг. 914
- Анисимов А.Н., Сиротюк А.А., Анисимов А.А., Рамков И.А.** Особенности безопасного плавания в ледовых каналах..... 916
- Юдин Ю.И., Барахта А.В.** Методы управления судном в режиме динамического позиционирования..... 918
- Меньшиков В.И., Ершов В.А., Пенчук А.Г.** Использование сверхширокополосного беспроводного метода передачи навигационной информации на мобильные устройства с использованием технологии Ultra Wide Band..... 921
- Жук В.А.** Влияние глобализации мировой экономики на развитие промышленного рыболовства 923
- Жук В.А.** Создание единого информационно-аналитического центра рыбохозяйственного комплекса..... 925
- Жук В.А.** Формирование системы экономического мониторинга деятельности промыслового флота 929
- Кораблев В.Г., Пашенцев С.В.** Построение траектории движения судна по экспериментальным данным двух разнесенных приемников GPS 933
- Меньшиков В.И., Рябченко Р.Б.** Безопасная эксплуатация судна в рамках морских транспортных логистических систем..... 936
- Меньшиков В.И., Серов А.В., Макеев И.В.** Особенности функционирования интерфейса «человеческий элемент» и программный продукт Spectra при выполнении сейсморазведочных работ 938
- Минин Е.Ф.** Мореплавание и профессиональная физическая культура 940
- Недоступ А.А., Володько Д.А.** Исследование характеристик пространственных рыболовных сетей 944
- Недоступ А.А., Ацапкин Е.К., Белых А.В., Колобова О.А.** К методике расчета характеристик снюрревода..... 948
- Недоступ А.А., Полозков А.В.** Условия подобия кошельковых неводов..... 952
- Орлов Е.К., Недоступ А.А.** Систематизация подходов по увеличению передаваемого (тягового) усилия неводовыборочных машин фрикционного типа при выборке орудия лова 956
- Орлов Е.К.** Определение коэффициентов трения и дуги контакта на лабораторной установке трения с контактом по образующей 960

Пасечников М.А., Душин В.Л, Майков А.Б. Самооценка качества управления безопасной эксплуатации судов компании по данным функциональной диагностики	965
Пеньковская К.В., Кузьминых И.С., Помахо С.В. Оценка качества управления судовым и береговым персоналом в системе управления безопасной эксплуатацией судов рыболовной компании	967
Рамков И.А., Анисимов А.Н. Анализ аварийности морских судов РФ в период 2003-2007 г.г.	970
Левченко С.В., Розенштейн М.М. Определение закона распределения траловых уловов атлантической сельди.....	973
Санаев А.И., Шутов В.В. Навигация на магнетизме Земли для спасательных шлюпок и надувных плотов в открытом море	977
Санаев А.И. Оптимальный способ определения места судна по навигационным искусственным спутникам Земли (ИСЗ).....	984
Сарлаев В.Я., Шутов В.В., Тропин Б.Л. Концепции «случайности» и «неизбежности» при описании аварийных ситуаций с морскими судами.....	988
Суднин В.М. Исследование стационарного режима движения системы судно-трал ..	990
Суслов А.Н. Повышение помехоустойчивости морских навигационных радиолокаторов против помех, вызванных отражениями зондирующих импульсов от пространственно распределённых целей	998
Суханов А.И. Возникновение сигналов особой важности на морском флоте.....	1002
Фогилев В.А. Использование мореходной астрономии для обеспечения безопасности мореплавания в начале третьего тысячелетия.....	1006
Шатохин Б.М. Синоптический мониторинг морских экосистем, как основа управления промыслом	1009
Шеховцев Л.Н. Способы управления процессами лова с использованием источников света.....	1010

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ БИОМАССЫ ДОННЫХ И ПЕЛАГИЧЕСКИХ РЫБ В БАРЕНЦЕВОМ И НОРВЕЖСКОМ МОРЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОЛОГИИ СИНОПТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Клочков Д.Н., Самчик Л.В., Добровольский А.И. (Мурманск, НПК
«Морская информатика», morinfo@nw-region.ru)

Abstract. State-of-the-art technologies of synoptic monitoring of the state of the ocean and dislocation of fishing licet allow us to estimate the biomass of fishing hydrobionts objectively enough using Ihc data from fishing vessels. The estimate of cod fishing biomass given in paper (2.3-2.6 million t), according to the stated design technique, is its lower limit in 2005. The marginal part of the stock of a feeding area not swept by fishing activity is not included in this evaluation. I.e. there are enough grounds to assume that the Barents Sea cod total stock biomass was underestimated in recent years regularly.

Важнейшей целью этих разработок является отстаивание российских интересов в международных рыболовных организациях (ИКЕС, НЕАФК, СРНК) по вопросам регулирования промысла и выработки ОДУ по основным промысловым биоресурсам. При этом весьма актуален экосистемный подход к оценке запасов промысловых гидробионтов. Важнейшим элементом его является организация и проведение круглогодичного комплексного мониторинга морских экосистем и рыбных запасов с использованием современных технологий, основанных на методологии синоптического анализа, при сохранении традиционных методов сбора биопромысловой информации, используемых для оценки запасов донных рыб. Такой подход дает основу для оценки влияния экологических факторов на промысловые запасы, что позволяет в течение года многократно оценивать динамику биомассы промысловых гидробионтов, во-первых, объективизировать процесс выработки ОДУ и, во-вторых, более рационально использовать эти запасы на многолетней основе.

Разработанные в предыдущий период информационные технологии комплексного мониторинга запасов пелагических и донных рыб Норвежского и Баренцева морей с использованием судовых суточных донесений (данные пооперационного лова) и спутникового позиционирования отдельных траекторий промысловых операций (тралений) использовались для количественной оценки биомассы этих видов на различных стадиях их годового жизненного цикла.

Использование этих методов может дать значительную экономию средств и времени, выделенных на оценку биомассы скоплений на определенной акватории, а также позволит избежать существенных ошибок в определении биомассы, например - недоучета по причине значительных расстояний между галсами, либо завышения величины из-за ошибок интерполяции по площади распределения скоплений. Кроме того, эти оценки позволяют более критически подходить к результатам оценки биомассы традиционными методами математического моделирования.

Подробное описание методики оценки запасов пелагических и донных рыб дано в предыдущих работах. Здесь мы приводим только краткое её описание для Баренцева моря:

1) используя верифицированные данные суточных судовых донесений (ССД) по каждой промысловой операции (тралению) и их привязку по спутниковому позиционированию вычислялись средние уловы на усилие (т/час траления) в каждом

одномильном промысловом квадрате, что обеспечивает получение данных по распределению **плотности скоплений** трески (т/миль²) на акватории работы флота. Указанные вычисления выполнялись при обязательной фильтрации промысловых данных по критериям: диапазон скорости судов от 2,5 до 4 миль в час; минимальное время траления - 1 час;

2) для перехода от уловов на час траления к биомассе использовались средние характеристики каждого промыслового судна, параметры его орудий лова, дифференцированные по 9 типам судов и соответствующий средний коэффициент уловистости трала (0,27), позволяющие рассчитывать биомассу трески (т/миль²) по каждому одномильному квадрату, с учетом весового значения длины каждого фрагмента траления, попавшего в данный квадрат. Необходимо отметить, что очень важным элементом методики является корректность восстановления поля плотности. Для этого было разработано специальное программное обеспечение в соответствии с алгоритмом «скользящего средневзвешенного», позволяющего достаточно объективно восстановить поле плотности скоплений с радиусом в 3 мили. Полученные на основе этой методики оценки биомассы трески и пикши значительно превосходят оценки биомассы, полученные методом ХСА–ВПА, традиционно используемым в ПИНРО, норвежскими исследователями, а также в ИКЕС. Так, например, оценка биомассы трески в нагульный период по нашим оценкам в 2003-2007 гг. составила 2,1-2,6 млн т, тогда, как по оценкам ИКЕС, она была на уровне 1,5 млн т.

Ниже в таблицах 1, 2, 3, 4 приведены расчеты количественной оценки промысловой части стада трески и пикши в январе-марте и июле-декабре 2008 г., а также соответствующие количественные оценки промысловой части стада скумбрии, сельди и путассу в Норвежское море (июль-сентябрь 2008 г.)

Полученные в результате исследований по этой тематике количественные оценки биомассы промысловых гидробионтов Баренцева и Норвежского морей, использовались для обоснования позиций российской стороны на переговорах в международных органах регулирования океанического рыболовства (ИКЕС, НЕАФК, СРНК). В частности, они способствовали тому, что квота России на 2009 г. по треске и пикше в Баренцевом море была увеличена более чем на 20%.

Таблица 1. Расчет биомассы трески в Баренцевом море, тыс.т
январь-март 2008 г.

Район	январь		февраль		март	
	01-15	16-30	01-15	16-29	01-15	16-31
запад	688,6	927,3	714,2	713,5	581,3	
восток	259,4	371,6	337,6	253,0	195,1	

июль-сентябрь 2008 г.

Район	июль		август		сентябрь	
	01-15	16-31	01-15	16-31	01-15	16-30
I+II	575,1	964,9	1 022,9	677,2	627,8	567,3
III	1 768,0	1 202,6	862,7	839,1	669,6	513,5

октябрь-декабрь 2008 г.

Район	октябрь		ноябрь		декабрь	
	01-15	16-31	01-15	16-30	01-15	16-31
I+II	143,0	186,6	206,4	130,3	24,8	
III	158,4	302,7	267,0	231,6	99,8	

Таблица 2. Расчет биомассы пикши в Баренцевом море, тыс.т
январь-март 2008 г.

Район	январь		февраль		март	
	01-15	16-31	01-15	16-31	01-15	16-31
запад	233,2	120,8	93,5	206,0	224,0	
восток	148,4	97,1	119,0	168,1	118,2	

октябрь-декабрь 2008 г.

Район	октябрь		ноябрь		декабрь	
	01-15	16-31	01-15	16-30	01-15	16-31
I+II	149,1	86,3	121,0	90,0	41,0	
III	676,0	584,6	489,1	530,4	231,3	

Таблица 3. Расчет биомассы скумбрии в Норвежском море (ОЧНМ), тыс.т
(июнь-август 2008 г.)

Естественный синоптический период (ЕСП)	Площадь скоплений, кв. миль	Биомасса
27.06-29.06	2 431,6	134,3
30.06-03.07	7 418,8	303,5
04.07-06.07	7 015,3	309,0
07.07-09.07	4 587,4	368,4
10.07-13.07	6 922,5	567,0
14.07-19.07	11 886,8	966,3
20.07-23.07	7 205,3	674,0
24.07-26.07	3 878,5	401,0
27.07-31.07	7 892,7	665,0
01.08-05.08	4 708,4	374,1
06.08-11.08	3 655,1	366,2
12.08-16.08	1 875,3	159,0
17.08-19.08	392,8	27,4
20.08-24.08	123,2	1,2

Таблица 4 . Расчет биомассы сельди в Норвежском море, тыс.т
(июнь-август 2008 г.)

Период	ОЧНМ		Зона Ян-Майена		Зона Шпицбергена		НЭЗ	
	Площадь, кв. миль	Биомасса						
16.06-30.06	6 083,0	342,3	370,7	7,2				
01.07-15.07	15 098,7	950,0	33,6	0,3	171,9	23,0	147,0	11,0
16.07-31.07	8 541,6	944,0	345,9	62,4	1 703,9	230,3	68,7	10,5
01.08-15.08	9 311,0	832,2	10 826,8	1 305,0	10 622,9	1 213,0	1 086,0	136,0
16.08-31.08	4 461,0	630,0	1 739,7	273,0	8 274,4	978,2	6 384,5	804,1

Таблица 5. Расчет биомассы путассу в Норвежском море, тыс.т
(июнь-август 2008 г.)

Естественный синоптический период (ЕСП)	Площадь скоплений, кв. миль	Биомасса
02.06-06.06	2 668,9	374,3
07.06-10.06	2 243,4	297,0
11.06-15.06	1 614,8	165,5
16.06-20.06	2 876,7	291,0
21.06-26.06	3 980,0	455,0
27.06-29.06	2 600,2	387,0
30.06-03.07	3 443,6	343,0
04.07-06.07	2 069,0	284,0
07.07-09.07	2 459,4	316,4
10.07-13.07	2 450,3	365,0
14.07-19.07	2 120,0	161,0
20.07-23.07	1 489,8	137,1
24.07-26.07	1 336,0	97,0
27.07-31.07	1 809,1	198,0
01.08-05.08	2 512,9	156,1
06.08-11.08	940,9	21,5
12.08-16.08	994,2	26,0
17.08-19.08	755,5	42,0
20.08-24.08	797,8	30,1

На основании полученных значимых результатов применения методологии синоптического промыслово-экологического мониторинга для изучения механизмов динамики запасов промысловых гидробионтов на всех стадиях годового жизненного цикла, представляется целесообразным наращивание усилий по развитию этого нового направления промысловой океанологии.

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ РЕАЛИЗАЦИИ ОТРАСЛЕВЫХ ПРОГРАММ ИССЛЕДОВАНИЙ МОРСКИХ БИОРЕСУРСОВ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АТЛАНТИКЕ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ В 2005-2008 гг.

Клочков Д.Н.¹, Шатохин Б.М.², Борисов В.М.³

¹ Мурманск, НПК «Морская информатика», morinfo@nw-region.ru;

² Мурманск, Мурманский филиал ФГУП «Нацрыбресурс», nio@mrcm.ru;

³ Москва, ФГУП ВНИРО, vladmikh@vniro.ru

Abstract. Main results of special programs was created in the North-East Atlantic. The system analysis is area of scientific researches in which basis representation of investigated objects as systems lays. The basic purpose of development and creation of the common integrated technology of a supply with information of decision-making on management of a craft is research and development of uniform hierarchical system of tasks of the analysis, the diagnosis and forecasting of development of conditions of trade situations.

В ходе реализации отраслевых Программ: «Комплексных ресурсных исследований открытых районов Северо-Восточной Атлантики (скупбрия, сельдь, путассу, окунь) с использованием современных технических средств и технологий изучения биоресурсов и среды их обитания на период 2002-2006 гг.» и «Комплексного изучения промысловых запасов трески и пикши Баренцева моря на основе использования современных исследовательских технологий изучения биоресурсов на период 2005-2008 гг.». специалистами НПК «Морская информатика», ФГУП «Нацрыбресурс» и ФГУП ВНИРО получен ряд фундаментальных результатов в области решения проблемных задач промысловой океанологии. Предложено и обосновано новое направление теоретических и практических исследований – «синоптический промыслово-экологический мониторинг биоресурсов морских экосистем». В рамках этого нового развиваемого направления сырьевых исследований получены следующие результаты отраслевого значения.

1. Изучен, смоделирован и апробирован в условиях ряда реальных промыслов Баренцева и Норвежского морей механизм формирования зон повышенной биологической и рыбопромысловой продуктивности. Реализованные конструктивные модели этих механизмов дают возможность в масштабе квазиреального времени определять текущее и прогнозировать на предстоящий однородный синоптический период (7-10 суток) положение зон повышенной рыбопромысловой продуктивности.

Широкое применение моделей синоптического мониторинга зон повышенной рыбопромысловой продуктивности позволяет:

а) **оптимизировать** съемки запасов различных промысловых видов (треска, пикша, мойва, скупбрия, сельдь, путассу, окунь, дальневосточные лососи);

б) **планировать** и целенаправленно управлять морскими исследованиями по изучению феноменологических (редких промыслово-значимых явлений) в синоптическом и сезонном масштабах (выбор полигонов съемок, постановок станций, прокладка маршрутов авианаблюдений и т.д.);

в) **прогнозировать** положение участков промысла повышенной производительности и их «скачкообразного» перемещения в пространстве;

г) **решать** разнообразные практические задачи повышения эффективности промысла, особенно в отдаленных районах, за счет целенаправленного снижения

потерь промыслового времени на поиск скоплений и выравнивания (сглаживания) «провалов» производительности промысла.

2. Изучен один из механизмов формирования климатической изменчивости рыбопромысловой продуктивности на основе оценки особенностей повторяемости и преемственности различных типичных циклов макросиноптических процессов. Это позволяет по-новому оценить закономерности долгопериодных колебаний запасов промысловых гидробионтов и более объективно прогнозировать эти колебания.

3. Разработан новый подход и создана методика оценки запасов промысловых видов на основе синоптического анализа промысловой деятельности флота по отдельным промысловым операциям (тралениями) с применением современных спутниковых методов контроля их деятельности и анализа состояния среды. На основе этой методологии в течение 2005-2008 гг. проведена оценка биомассы скумбрии, нагуливающейся в ОЧНМ, а также оценен промысловый запас трески и пикши в Баренцевом море. Проведена опытная количественная оценка биомассы приловов зубаток и камбал при промысле трески и пикши в российской экономической зоне. Получены результаты, показывающие недостаточность применения только модельных математических оценок, используемых ПИНРО и Бергенским институтом морских исследований (БИМИ). Показано, что ошибки в оценке запасов трески и пикши в Баренцевом море на протяжении последних пяти лет составляют 100-120%. Проведено около 10-ти международных семинаров и конференций совместно с норвежскими учеными и специалистами ВНИРО и ПИНРО по этой тематике. В настоящий момент в ИКЕС и норвежской стороной в рамках СРНК признана недооценка запасов трески и правомочность использования для этого новых методов прямых оценок. Это способствовало увеличению отечественного ОДУ по треске на 2009 г. более чем на 20% .

Предлагаемая тематика развития исследований на 2009 г. по изучению влияния синоптической изменчивости на формирование биопродуктивного потенциала и оценку запасов донных рыб Баренцева моря и пелагических рыб Норвежского моря, в т.ч. приловов при их промысле направлена на:

а) объективную количественную оценку запасов основных видов промысловых донных рыб с учетом климатических изменений (потепления) в экосистеме Баренцева моря;

б) создание атласа пространственно-временной изменчивости запасов отдельных донных видов рыб с учетом синоптической, сезонной и межгодовой изменчивости по всем экономическим зонам, включая зону Шпицбергена, ветвям квазистационарных течений, местам нагула и нереста;

в) изучение физических механизмов формирования синоптической и климатической изменчивости рыбопромысловой продуктивности Баренцева моря;

г) объективную оценку биомассы пелагических рыб Норвежского моря (скумбрия, сельдь, путассу, окунь) на доступных для отечественного флота участках.

Результаты исследований по этой тематике позволят:

- получить материалы по количественной оценке основных промысловых гидробионтов в Баренцевом и Норвежском морях различной дискретности (синоптический период, месяц, сезон, год);

- оценить изменчивость условий среды и динамику ареалов промысловых гидробионтов на фоне климатических изменений в больших экосистемах Баренцева и Норвежского морей;

- обосновать позиции российских делегаций на переговорах в рамках НЕАФК, ИКЕС, СРНК по выработке более объективных ОДУ на 2010 г.

ОСОБЕННОСТИ БЕЗОПАСНОГО ПЛАВАНИЯ В ЛЕДОВЫХ КАНАЛАХ

Анисимов А.Н., Сиротюк А.А., Анисимов А.А., Рамков И.А.
(МГТУ, кафедра управления судном и промышленного рыболовства)

Плавание во льдах относится к одному из наиболее сложных видов плавания. При плавании во льдах в мелководных морях, каковыми являются Арктические моря, а также внутренние Балтийское и Белое моря, и вблизи навигационных опасностей, увеличивается вероятность навигационных происшествий, связанных с повреждением корпуса судна при столкновении с обломками крупного льда, а также с посадкой судна на мель. Опасность плавания во льдах подтверждается данными отечественного торгового флота за пять лет (1986-1990). За данный период аварийные случаи во льдах произошли на 436 судах, в среднем с 87 судами в год. Из них: 90% ледовых повреждений приходится на условия плавания в составе караванов; около 45% - из-за навалов на кромки каналов и ударов об отдельные крупные обломки льдин; 20% - при буксировке судов.

Аварийные случаи при плавании во льдах в основном являются следствием особенностей и сложности судовождения во льдах, которые в основном характеризуются следующими факторами:

- частой и незакономерной сменой курсов и скорости, обусловленных необходимостью выбора пространства с меньшей сплоченностью льда, и воздействием на корпус судна ударов больших и мощных льдин;
- несоответствие скорости судна во льдах частоте оборотов движителя, из-за дополнительного сопротивления судну массы ледяного поля;
- отсутствием плавучих средств навигационного оборудования, ограждающих ненаблюдаемые навигационные опасности;
- трудностями опознавания береговой черты на экране РЛС из-за берегового припая, что способствует промахам при определении места судна по береговой черте;

Анализ ледовой обстановки с использованием путевых карт, рекомендации по входу судна в лед и плаванию во льдах, рекомендации при плавании за ледоколом и в караване, методы контроля навигационной безопасности при плавании во льдах, основные элементы стратегии плавания в ледовых условиях можно найти в технической литературе и нормативных документах. Однако, конкретной информации о плавании судов в ледовых каналах при заходах в замерзающие порты явно не достаточно. Поэтому представляется целесообразным рассмотреть особенности эксплуатации ледового канала в замерзающих портах Северного бассейна.

Ледовые образования начинают формироваться вдоль береговой черты, постепенно охватывая всю акваторию залива, с дальнейшим продвижением в сторону моря. Поэтому для обеспечения лоцманской проводки судов в этих условиях, стремятся создать ледовый канал так, чтобы он как можно точнее совпадал с каналом на морской карте. Плавание по такому каналу должно осуществляться в соответствии с рекомендованными скоростями, снижающими не только вероятность повреждения корпусу судна, но и гарантирующими сохранности кромок канала.

Движение судна по ледовому каналу сопровождается сопротивлением битого льда, состояние которого существенно зависит от времени. Так, если лед подвижный и еще не смерзшийся («схватившийся»), то судно испытывает одно сопротивление, если канал простоял несколько часов без эксплуатации, то битый лед смерзается и

сопротивление будет другим, а, если прошли десятки часов без эксплуатации, то состояние льда будет уже третьим. Поддержание нужного состояния (мелкобитости) льда в канале можно обеспечить постоянной (периодичной) работой портовых буксиров или ледоколов. Если исходить из того, что при постоянной эксплуатации канала лед является мелкобитым и равномерно распределенным по всей акватории, а скорость смерзания льда описывается аналитическими зависимостями, то естественно сформулировать следующую задачу. Оценить минимальные затраты на эксплуатацию портовых буксиров или ледоколов, направленную на поддержание безопасного для проводки судна состояния льда на акватории канала.

Повреждение кромок ледового канала происходит за счет появления значительных поперечных и расходящихся волн как в носу, так и в корме судна. Такие повреждения особенно значимы на первоначальной стадии формирования ледового канала. По мере эксплуатации канала его кромки утолщаются за счет вытесняемого корпусами судов битого льда и преобразуются в «буртики», которые очерчивают акваторию канала. Более того, существует постоянная подвижка кромок канала, что в определенных условиях становится не безопасным, т.к. ледовый канал смещается относительно его аналога, на навигационной карте. Если кромки канала по каким-то причинам повреждаются, то на акватории канала появляется крупно битый лед, а сам канал уже перестает соответствовать его прототипу по безопасности навигации на морской карте. Более того, крупные льдины, выплывая на середину канала, создают дополнительную опасность для плавания, поскольку от крупной льдины судну отворачивать в канале практически некуда, а форсирование этой льдины путем уменьшения скорости до малого хода может привести к остановке и застреванию судна. Повреждение кромок канала, кроме того, может привести к выходу судна из канала в сплошное ледовое поле. В этом случае для возвращения судна обратно в канал необходимо таранить торосистую бровку канала короткими и частыми ударами форштевня, что в условиях стесненных вод далеко не всегда приемлемо. Поэтому, «зарубившись» в сплошное поле необходимо прекратить движение судна вперед и с помощью буксиров или ледоколов, работая винтами на задний ход, вернуться обратно в канал, с максимальным соблюдением мер предосторожности и безопасности.

Таким образом, для обеспечения безаварийности плавания в ледовых каналах, кроме учета общих принципов безопасного ледового плавания, необходимо постоянно проводить мероприятия направленные на поддержание как состояния льда в ледовом канале, так и сохранение его кромок (буртиков).

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ В РЕЖИМЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Юдин Ю.И., Барихта А.В. (Мурманск, МА МГТУ, кафедра Судовождения; alexandr.bar@mail.ru)

Abstract. The Dynamic Positioning Systems can make the processing of great volume of diverse information very easy. The using of Dynamic Positioning Systems provides the excellent level of safe navigation. The main advantage of Dynamic Positioning Systems is providing the high accuracy of control the vessel due to high-tech and modern algorithms of control. Very useful property of Dynamic Positioning Systems is opportunity of giving optimum recommendations for DP operators during performance of heavy and complex navigational operations.

В современных условиях даже высококвалифицированные операторы, управляющие судами при проведении геотехнических и других видов работ, с трудом могут обеспечить обработку имеющейся информации в максимально сжатые сроки, что привело в последние годы к использованию судовых систем динамического позиционирования. Одной из основных целей использования автоматизированных систем динамического позиционирования являются сбор, обработка и отображение большого объема разнородной информации, осуществление необходимых для оценки ситуации расчетов, обеспечение своевременной выработки оптимальных решений и рекомендаций. Разработка универсальных алгоритмов оптимального решения различных видов задач в режиме динамического позиционирования составляет в настоящее время одну из наиболее актуальных проблем.

В процесс работы судна в режиме динамического позиционирования можно выделить следующие виды системных операций:

- анализ ситуации в совокупности с реальными гидрометеорологическими и навигационными данными;
- первичная и вторичная обработка информации;
- постановка задачи позиционирования на выполнение того или иного вида требуемого в сложившейся обстановке маневра или режима удержания судна;
- определение собственных параметров движения или удержания судна;
- вывод решений и рекомендаций на исполнительные устройства и системы отображения;
- оценка точности, безопасности и непрерывный контроль удержания судна в заданном положении или на заданной траектории.
- коррекция элементов движения или удержания судна в заданном положении.

К основным методам управления судном, обеспеченным благодаря системам динамического позиционирования относятся: автоматическое и автоматизированное управление.

Каждый из этих методов управления представляет собой задачу определения той последовательности операций, с помощью которой необходимо формировать сигналы управления, обеспечивающие функционирование управляемой системы желаемым (необходимым) образом.

Задача управления состоит из четырех основных этапов:

1. Постановка задачи. Этот этап включает в себя выбор вида маневрирования или удержания, определение входных и результирующих выходных параметров позиционирования.

2. Выбор критериев оптимальности. Этот этап связан с определением целей работы. Выбранные критерии оптимальности процесса управления объектом в режиме динамического позиционирования должны соответствовать физическому смыслу поставленной задачи и обеспечивать возможность их математического описания.

3. Формализация задачи. На этом этапе осуществляется построение математической модели процесса управления позиционирующего объекта с учетом влияния внешних возмущающих воздействий, ограничений на управления, ошибок измерения параметров удержания и экстраполяции местоположения объекта, что необходимо для формализованного математического описания процессов управления в соответствии с поставленной задачей и выбранным критерием ее оптимальности.

4. Разработка алгоритма управления. На этом этапе определяется последовательность действий на основе информации, полученной на первых трех этапах.

Как было отмечено выше, по способу реализации управления возможны два метода: автоматическое и автоматизированное управления, позволяющие создать на их основе соответствующие алгоритмы управления системы в режиме динамического позиционирования.

В режиме автоматического управления судна системой динамического позиционирования подразумевают полное исключение из цикла управления человека-оператора. Однако в данном режиме существует возможность возникновения экстремальных ситуаций, требующих вмешательства человека-оператора в процесс управления. Комплекс мероприятий, обеспечивающих управление судном с помощью систем управления и человека, приводит к необходимости построения автоматизированных систем управления.

Участие в контуре управления человека позволяет произвести декомпозицию модели управления на функциональные составляющие части, каждая из которых рассматривается как самостоятельная подсистема управления единого управляющего комплекса. Результирующие данные с каждой подсистемы в виде решений, выводов и рекомендаций поступают человеку-оператору, управляющему объектом, который уже принимает конечное решение, исходя из объективно существующих факторов и сложившейся ситуации.

Создание автоматизированных систем, способных осуществлять управление судном в режиме динамического позиционирования, позволяет обеспечить единый цикл функционирования разрозненных, не связанных между собой технических средств управления. Системы управления могут различаться между собой степенью автоматизации, которая зависит от типов судов и состава технических средств. Однако «ядро» любой системы, содержащее средства обработки данных от подсистем курсоуказания, измерения собственных скоростей движения и пройденных расстояний, выработки элементов движения и удержания судна и радиотехнических средств, почти всегда будет иметь неизменную структуру.

Основным преимуществом метода автоматизированного управления является отсутствие субъективных факторов в алгоритме решений и выработки рекомендаций, объединение всей информации в единый цикл обработки, осуществляемой в соответствии с оптимальным алгоритмом действий.

Автоматизированные системы обеспечивают значительно более высокую точность управления за счет использования современной элементной базы, позволяющей применять новые высокотехнологичные методы обработки данных и выбора оптимальных алгоритмов управления.

В большинстве случаев на системы динамического позиционирования накладываются требования по обеспечению контроля за выполнение задач управления. Автоматизированный контроль процесса управления может быть реализован в двух режимах: дискретном и непрерывном. Характерной особенностью систем динамического позиционирования является реализация контроля в непрерывном режиме. На примере эксплуатации бурового судна можно сделать вывод, что одной из важнейших задач системы автоматической стабилизации положения судна (системы динамического позиционирования) является непрерывный диагностический контроль работоспособности составных частей системы с представлением информации оператору, а также локализация возможных аварийных ситуаций с одновременным принятием решения о возможности дальнейшего проведения работ.

Системы динамического позиционирования производят не только аппаратную реализацию управления, но и введение в контуры управления цифровых вычислительных машин, обеспечивающих практически мгновенную обработку и предоставление необходимой информации, а также выдачу оператору оптимальных решений и рекомендаций. Устройства представления информации обеспечивают человека-оператора, участвующего в управлении судном, информацией, необходимой для выполнения возложенных на него функций по контролю за состоянием управляемого объекта, состоянием технических средств, а также функций, связанных с принятием решения и вмешательством при экстремальных ситуациях в автоматический или автоматизированный процесс посредством органов оперативного управления. Для обеспечения быстрого восприятия информации необходимо, чтобы ее представление на устройствах представления информации осуществлялось в наиболее удобной форме, характеризующейся условиями использования этой информации. Вид представления информации должен определяться степенью ее важности, и при решении задачи желательна индикация только той информации, которая имеет непосредственное отношение к данной задаче.

Список литературы:

- 1) Березин, С.Я. Системы автоматического управления движением судов по курсу / С.Я. Березин, Б.А. Тетюев. – Л. : Судостроение, 1974. – 264 с.
- 2) Петров Ю.П., Червяков В.В. Системы буровых судов. -Л.: Судостроение, 1985. – 216с. – (Техника освоения океана).
- 3) Юфа А.Л. Автоматизация процессов управления маневрирующими надводными объектами. – Л.: Судостроение, 1987. – 288 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО БЕСПРОВОДНОГО МЕТОДА ПЕРЕДАЧИ НАВИГАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ НА МОБИЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ULTRA WIDE BAND

Меньшиков В.И., Ершов В.А., Пенчук А.Г. (Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения)

Возможность использования технологии Ultra Wide Band для передачи навигационной информации на мобильное устройство отображения навигационной информации и дистанционного управления судном.

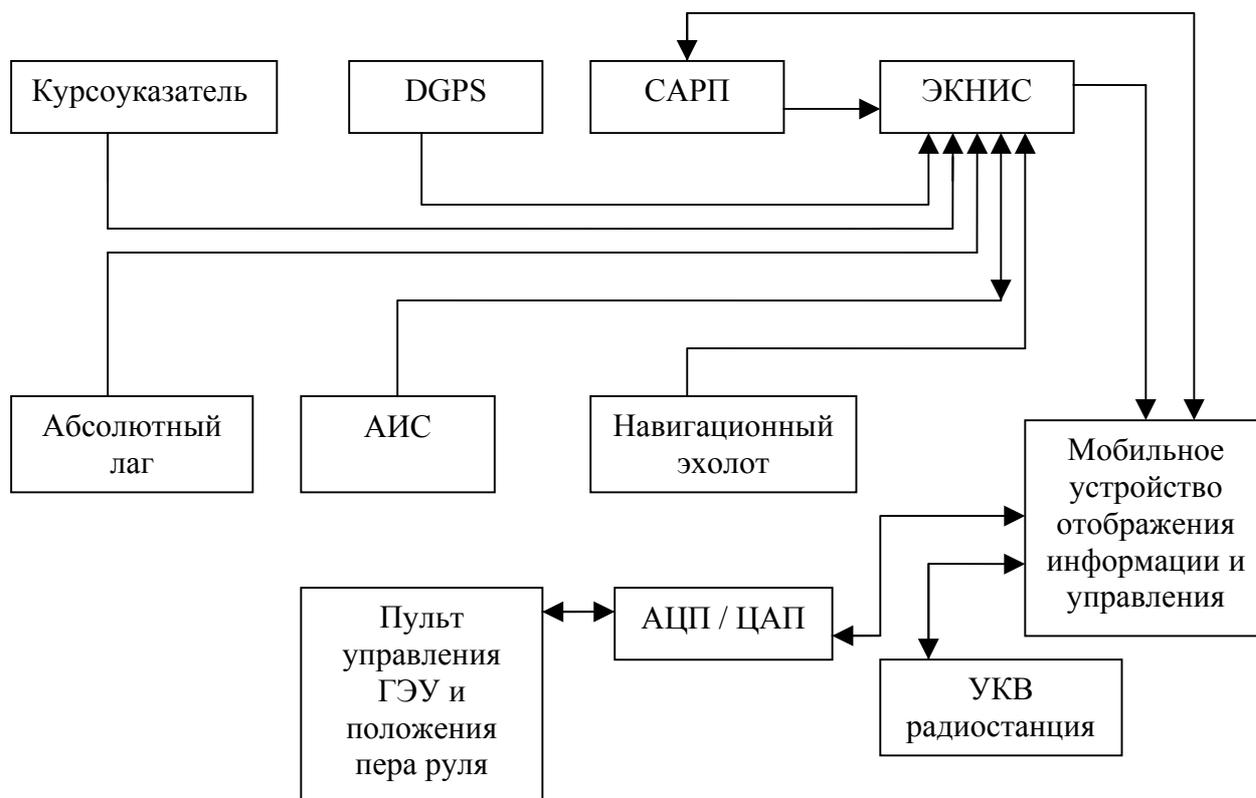


Рисунок 1.

Беспроводные сети используют электромагнитные волны радио, ультракороткого и светового диапазона для передачи данных. Беспроводные сети передают данные через устройства, известные как беспроводные точки доступа. Точки доступа располагаются в соответствии с нуждами конечных пользователей и в соответствии с требованиями используемой технологией. Существуют разные технологии передачи данных в беспроводных сетях. Одни призваны передавать данные от устройства к устройству, другие обеспечивают общее покрытие выделенной площади. Исходя из вышесказанного можно сказать, что UWB – системы более скрытны и мало энергоёмки. Конфиденциальность UWB – систем можно повысить двумя способами. Первый способ это передача методом псевдслучайных частотных скачков импульсами, длительностью – 2 нс по всему 7500 МГц диапазону. Второй метод это применение любого метода криптографирования.

В нашем случае все современные навигационные приборы и устройства имеют порт выдачи информации в цифровом виде. Поэтому, представляется возможным обмен всей навигационной информацией и управление судном дистанционно с использованием соответствующих мобильных устройств. Суть предлагаемого метода заключается в следующем.

Навигационная информация от первичных источников (ГК, лаг, САРП, навигационный эхолот, АИС, DGPS) доставляется к блоку электронной картографии «ЭКНИС» общепринятым способом проводной связи. На выходе «ЭКНИС» получаем обобщенную информационную картину в виде изображения всей навигационной информации на дисплее «ЭКНИС».

В дальнейшем задача состоит в беспроводной передаче обобщенной навигационной информации на дисплей мобильного устройства.

Так как частота смены и объем кадра в пикселях обобщенной навигационной информации достаточно высок, то передать данный объем представляется возможным применив технологию Ultra Wide Band.

Представленная схема на рис.1 имеет следующие преимущества перед традиционной:

- вся навигационная информация отображается на одном мониторе;
- сокращается время обслуживания навигационных приборов;
- многократно повышается эффективность работы судоводителя;
- увеличивается временной интервал для выбора и принятия верного решения на маневр судна, с одновременным уменьшением интервала от получения информации до момента принятия решения.

Особенно эффективно данная схема может быть применена при выполнении швартовых операций, как в море, так и к береговым объектам, при следовании в узкостях и районах с интенсивным движением и при выполнении других ключевых операций. Так как судоводитель при швартовых и других операциях, чаще всего находится на крыле мостика, представляется возможным производить наблюдение визуально, с одновременным сравнением, наблюдаемой судоводителем окружающей обстановки, с обстановкой, изображаемой на экране мобильного устройства.

При информационном обмене с мобильным устройством отображения навигационной информации требуется доступ к судовым средствам связи. Данный обмен можно осуществлять при помощи технологии Bluetooth. В диалоговом окне мобильного устройства выбирается канал, по которому будет осуществляться обмен и происходит соединение гарнитуры судоводителя и радиостанции. В данном случае мобильное устройство является координатором пикосети и осуществляет контроль и соединение устройств по технологии Bluetooth.

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛИЗАЦИИ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ НА РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО РЫБОЛОВСТВА

Жук В.А. (Мурманск, ООО «Рыбный Альянс», zhuk-v@mail.ru)

Abstract. Reforming of the Russian economy at the present stage cannot be carried out without taking into account influence of globalization of economic. This factor becomes one of determining at formation of economic policy of the country, both on federal, and on and regional levels

Тенденции мирового развития - глобализация, регионализация, локализация, нарастающая нестационарность мировой экономики – в совокупности с необходимостью решения актуальных задач государственного и социально-экономического развития повышают требования к качеству концептуального и методологического обеспечения региональной экономической политики (1).

Реформирование российской экономики на современном этапе не может осуществляться без учета влияния глобализации мировой экономики. Этот фактор становится одним из определяющих при формировании экономической политики страны, как на федеральном, так и на и региональном уровнях.

Россия стремится занять в международном разделении труда положение, соответствующее ее интеллектуальному, промышленному и научному потенциалам, стать полноправным участником мирохозяйственных процессов, использовать преимущества международного обмена в целях экономического роста и эффективного реформирования структуры национальной экономики. Это предполагает создание развитой системы институтов международного взаимодействия и формирование комплекса эффективных инструментов управления как самим процессом интеграции российской экономики в мировую экономическую систему в условиях глобализации, так и его последствиями, разработку хорошо продуманной стратегии государства в сфере региональной экономики.

Стратегической целью развития России является достижение уровня экономического и социального развития, соответствующего статусу нашего государства как ведущей мировой державы XXI века, с привлекательным образом жизни, занимающей передовые позиции в глобальной экономической конкуренции и надежно обеспечивающей национальную безопасность и реализацию конституционных прав граждан. Достижение поставленной цели требует перехода к инновационному пути развития. В этих условиях каждый хозяйствующий субъект должен быть заинтересован в обеспечении соответствующего уровня инновационной активности, росте конкурентоспособности (1).

Рыбохозяйственная деятельность имеет существенное значение для развития приморских регионов. Рыбохозяйственные организации в ряде субъектов Севера и Дальнего Востока более чем на 60% обеспечивают занятость населения, формируют значительную часть ВВП. На сегодняшний день приходится констатировать факт, что рыбохозяйственные организации осуществляют свою деятельность в условиях ужесточения как внутренней, так и международной конкуренции. Экономические реформы, проводимые в нашей стране в 90-х годах прошлого столетия, привели к тому, что в результате приватизации единый рыбохозяйственный комплекс распался на отдельные структуры, каждая из которых занялась добычей, обработкой и сбытом рыбопродукции. Следствием этого явился спад добычи рыбы и морепродуктов в целом по Российской Федерации с 7,9 млн. т. в 1990 году до 3,9 млн. т. в 1995 году, более чем

в два раза. В 2008 году объем добычи составил лишь 3,3 млн. т. Такая тенденция характерна для всех приморских субъектов России.

В числе основных причин такой негативной динамики многие исследователи указывают отсутствие опыта работы в изменившихся условиях, просчеты в организационной, финансовой, кредитной и внешнеторговой политике государства, а также отсутствие государственной поддержки в самом начале осуществления реформ. В результате произошло существенное удорожание рыбопродукции, на фоне низкой платежеспособности населения снизилась ее конкурентоспособность, и как логическое следствие конкурентоспособность рыбохозяйственных организаций. Низкое качество рыбной продукции, неспособность рыбохозяйственных предпринимательских структур обеспечить переработку рыбной продукции в соответствии со стандартами качества, признанными в мире, сделали совершенно неконкурентоспособной рыбную продукцию на мировых рынках. Внешний рынок на протяжении последних лет потреблял и потребляет рыбную продукцию без переработки, либо мороженую продукцию. По-прежнему преобладающей остается сырьевая ориентация экспорта рыбной продукции, удельный вес продукции, вывозимой за рубеж с глубокой степенью переработки в России незначителен, составляет около 15 -17 % (2).

В современных условиях в России объективно возрастает необходимость концептуального осмысления роли государственного регулирования регионального развития в части формирования долгосрочной стратегии и методологических подходов к ее реализации на основе опыта зарубежных стран, где за последние десятилетия значительно обогатилась практика осуществления региональной экономической политики и появились новые эффективные схемы и механизмы, направленные на ликвидацию структурных перекосов и диспропорций, при всемерном усилении регулирования и внесении элементов планомерности (3,4,5).

Список литературы:

- 1) Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 г., утверждена Президентом РФ 27.07.2001 г.
- 2) Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации.
- 3) Коломб Ф. Морская война //Изд-во АСТ. Сер.: Классическая военная мысль. М.. 2003. 668 с.
- 4) Мэхэн А.Т. Влияние морской силы на историю // Изд-во АСТ. Сер.: Классическая военная мысль. М. 2002. 634 с.
- 5) Мэхэн А.Т. Влияние морской силы на Французскую революцию и Империю. В 2 т. (Т.1 573 с.; Т.2 603 с). Изд-во АСТ. Сер.: Классическая военная мысль. М. 2002.

СОЗДАНИЕ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

Жук В.А. (Мурманск, ООО «Рыбный Альянс», zhuk-v@mail.ru)

Abstract. In fishing branch absence of the similar centralized information - analytical system conducts to that the enterprises fishing complex operate in an information field is separated, receive incomplete, unsystematic, and frequently a unreliable information about activity of potential partners, the general process of movement fish products and services at various stages.

В настоящее время происходит активное внедрение информационных технологий в производственные и управленческие процессы, поддержку бизнеса и коммерческих организаций. Многие производственные отрасли идут по пути создания централизованных информационных систем для обеспечения информационных потребностей организаций различных форм собственности, действующих в информационном поле отрасли.

Это является альтернативой создания различными фирмами и предприятиями собственных дорогостоящих центров и даёт возможность получать достоверную, всеобъемлющую и систематизированную информацию о деятельности отрасли, позволяющую оперативно и адекватно реагировать на изменяющиеся условия и принимать своевременные и эффективные решения.

В рыбопромышленной отрасли отсутствие подобной централизованной информационно-аналитической системы ведёт к тому, что предприятия рыбохозяйственного комплекса действуют в информационном поле разобщено, получают неполную, бессистемную, а зачастую недостоверную информацию о деятельности потенциальных партнёров, общем процессе движения рыбопродукции и услуг на различных этапах (2).

На примере мировых технологических лидеров в лице гигантов автомобилестроения, опыта в металлургии, химической и нефтяной промышленности нашей страны видно, что многие компании стремятся сократить расходы на операции путём интеграции своих бизнес-процессов с бизнес-процессами поставщиков сырья, материалов, запчастей. Серьёзная конкуренция вынуждает мелких поставщиков объединяться для предложения агрегированных услуг, адресуя их чаще всего вертикальным рынкам. Создание централизованных информационно-аналитических центров оказывает им большую помощь в реализации этой стратегии.

В рыбной отрасли созданы и функционируют ряд региональных информационных центров, которые уже доказывают экономическую эффективность, однако необходимо преодолеть их замкнутость в рамках одного региона, а также отсутствие ориентации на удовлетворение информационных потребностей предприятий рыбохозяйственного комплекса в целом (1).

Назрела реальная потребность в создании отраслевого информационно-аналитического Центра на Северном бассейне, который, взаимодействуя с другими региональными центрами, а также на базе организации информационного взаимодействия северных рыбных предприятий, позволил бы предоставлять информацию о деятельности всех сегментов хозяйственной деятельности, а также производить адресные информационные продукты, адаптированные для использования каждого участника этого процесса.

Являясь участником подобной корпорации, любое рыбообрабатывающее предприятие может получать достоверную систематизированную информацию о

функционировании рыбной отрасли, деятельности рыбодобывающих предприятий по бассейнам и районами промысла, тарифной политике предприятий береговой обслуживающей инфраструктуры, состоянии и тенденциях развития региональных рынков рыбных продуктов, законодательной базе, регулирующей отношения в рыбной отрасли. Помимо этого, возможно размещение необходимой информации на Web-сайтах, получение технической и информационной поддержки при создании и функционировании информационных систем на предприятии.

Помимо рыбодобывающих предприятий в состав участников предполагается включить производителей, продавцов, переработчиков и покупателей рыбопродукции, а также снабженческие структуры, транспортные организации, агентирующие фирмы, а также инвестиционные институты (банки, финансово-промышленные группы, инвестиционно-финансовые дома и т.д.), страховые компании (с обязательным присутствием лизинговых инструментов).

Информационно-аналитический Центр будет получать, обрабатывать и предоставлять информацию по различным направлениям:

- ежедневная промысловая обстановка, анализ и, по запросам, прогноз ее изменчивости различной заблаговременности;
- оперативные данные о режиме работы и дислокации приёмо-транспортного и танкерного флота, прогнозы на месяц;
- обзоры рынка рыбопродукции, ГСМ, услуг береговой инфраструктуры, импортных рыбопродуктов;
- анализ изменения ситуации на рынке;
- информационные справочники участников рынка;
- законодательная база, регламентирующая деятельность в рыбной промышленности.

В дальнейшем возможна реализация в рамках информационно-аналитической системы программных продуктов для целей обеспечения долговременного планирования развития предприятий отрасли.

Участники системы - клиенты информационно-аналитического Центра -смогут реализовать свои межпроизводственные деловые отношения электронным путём.

Создание информационно-аналитического Центра будет способствовать оптимизации взаимодействия участников рынка рыбопродукции на основе внедрения современных информационных технологий.

*Информационно-аналитическая система (Центр)
Северо-Западного региона рыбной отрасли*

I. Основные цели создания Центра:

- повышение качества управления производственными процессами в отрасли на различных уровнях путем создания и использования единого информационного ресурса;
- обеспечение информационного взаимодействия с органами исполнительной власти.

II. Основные функциональные задачи Центра:

- 1) сбор, обработка, верификация и хранение оперативной и ретроспективной информации о промыслово-хозяйственной деятельности предприятий и судов, о состоянии сырьевой базы и условиях внешней среды в районах промысла Мирового океана.
- 2) ежедневное обеспечение судовладельцев, контролирующих органов, научных организаций и органов местной администрации оперативной информацией о промысловой деятельности флота.

- 3) подготовка материалов периодической (15 дней, месяц, квартал, год) отчетности о деятельности судов и предприятий для органов контроля и управления рыбной отраслью.
- 4) комплексный анализ текущей и ретроспективной информации о промыслово-хозяйственной деятельности судов и предприятий, о состоянии сырьевой базы и природных процессов.
- 5) информационное обслуживание флота в условиях реального промысла (температурные карты, прогнозы изменчивости промысловых ситуаций, рекомендации по тактике лова и т.д.).
- 6) подготовка аналитических материалов для принятия управленческих решений в отрасли на региональном и федеральном уровнях, в том числе для защиты национальных интересов в международных организациях.
- 7) проведение аналитических расчетов и подготовка информационных материалов по запросам для региональных, федеральных органов и предприятий отрасли.
- 8) информационное взаимодействие с международными организациями, регулирующими международное рыболовство и иностранными государствами.
- 9) обеспечение функционирования отраслевой электронной торговой площадки B2B, B2G.

III. Состав информационной базы Центра:

- 1) ежедневные результаты работы флота (дислокация, вылов, выработка рыбопродукции, наличие рыбопродукции на борту, перегрузка рыбопродукции в море, выгрузка рыбопродукции в российских и иностранных портах и др.).
- 2) квоты на вылов и их реализация (распределение и перераспределение квот по квотируемым объектам, ход их реализации).
- 3) результаты работы береговых перерабатывающих предприятий (выпуск рыбопродукции в ассортименте).
- 4) результаты работы обслуживающих предприятий (топливо, снабжение, тара, судоремонт, портовые услуги и т.д.).
- 5) состояние рыбных рынков (цены, спрос, предложения и др.) в России и за рубежом.
- 6) состояние холодильников-хранилищ (свободные емкости, расположение, арендная плата).
- 7) транспорт (наличие рефрижераторных вагонов и авторефрижераторов, цена на перевозку, наличие транспортных судов на промысле и переходе, свободной емкости трюмов).
- 8) научные данные (состояние сырьевой базы, гидрометеорологических и океанографических параметров в районах промысла, прогнозы, рекомендации и др.).
- 9) данные спутникового мониторинга (контроль дислокации флота, обеспечение безопасности).
- 10) экономические показатели (оценка фактических результатов работы предприятий и судов, расчеты на перспективу).
- 11) информация о работе российского флота в зонах иностранных государств и конвенционных районах промысла.
- 12) информация о работе иностранных рыбопромысловых судов в российской экономической зоне.
- 13) законодательная база (международные соглашения, федеральные законы, указы, постановления, ведомственные руководящие документы, региональные законодательные акты).

IV. Взаимодействие Центра с федеральными органами исполнительной власти:

- 1) ежедневный обмен данными (дислокация, вылов, реализация квот).
- 2) доступ к базе данных регионального Центра с целью уточнения и детализации обстановки.
- 3) подготовка аналитических материалов по запросам (оценки, прогнозы, выборки, комплексирование информации различных потоков данных).

В современном, динамично развивающемся мире, рыбопромышленный комплекс страны должен занимать достойное место. Для достижения этой цели простого декларирования явно мало. Отрасль обязана стать полигоном для разработки и внедрения самых последних достижений мировой и отечественной науки.

Рыбохозяйственный комплекс нашего государства переживает далеко не лучшие времена. Но, вместе с тем, он максимально интегрирован (во всяком случае, в части промышленного рыболовства) в мировую экономику.

Следующие шаги развития отраслевой системы биоэкономического мониторинга очевидны:

1. Разработка и внедрение систем менеджмента качества (СМК) на основе международных стандартов ISO - на предприятиях - участниках отраслевой информационной системы.

2. Внедрение системы управления основными фондами (EAM -Enterprise Asset Management), с использованием комплекса программных средств TRIM .

3. Создание и развитие электронных торговых площадок B2B, B2G (применительно к рыбопромышленному комплексу региона). Торговая площадка B2G предоставляет возможность контролировать процесс государственных закупок – закупку и поставку продукции (товаров, работ, услуг) государственным заказчикам и уполномоченным ими юридическим лицам.

С тем, что перевод закупок для госнужд на конкурсную основу – лучший способ добиться прозрачности финансовых потоков, экономии и контроля эффективности расходования бюджетных средств, согласно большинство чиновников и бизнесменов. Однако, из-за недофинансирования программы «Электронная Россия», пока можно говорить только о создании «ретроспективного макета» электронной системы, обслуживающей федеральные госзакупки (2).

Таким образом, создание бассейнового информационно-аналитического Центра может оказаться первым шагом на пути к развитию региональной торговой площадки по осуществлению закупок для нужд субъекта РФ – Мурманской области.

Список литературы:

- 1) Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 г., утверждена Президентом РФ 27.07.2001 г.
- 2) Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации.

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА

Жук В.А. (Мурманск, ООО «Рыбный Альянс», zhuk-v@mail.ru)

Abstract. The developed system of processing and the analysis of ship reports from the sea is added last years with the information of the item control, however they cannot provide development of operative estimations of an economic condition of proceeding productions in the sea.

Характер и география ведения океанического рыбного промысла в России за последние десятилетия претерпели значительные изменения, обусловленные сменой формы собственности на основные средства производства, ужесточением международных соглашений по регулированию рыболовства, возросшей себестоимостью добычи рыбы и жесткой конкуренцией на рынке сбыта продукции. Положение усугублено потерей в последние годы бассейнового принципа управления предприятиями флота (1).

Анализ финансовых судовых затрат показывает, что от 20% до 30% себестоимости продукции определяется затратами на поиск скоплений промысловых видов рыб, что является следствием полной ликвидации функций промысловой разведки в районах промысла, резкого уменьшения числа собираемых данных о состоянии текущего промысла и снижения уровня информационного обслуживания судов.

Вместе с этим упразднение штабов на промысле, как формы морского координирующего и управленческого звена, привело к ухудшению качества управленческих решений по расстановке судов. По этой причине основной проблемой в рыбохозяйственном комплексе Северного бассейна продолжает оставаться сложность управления капиталоемкими основными фондами, распределенными на обширных акваториях Мирового океана.

Сложившаяся система обработки и анализа судовых отчетов с моря дополнена в последние годы информацией позиционного контроля, однако они не могут обеспечить выработку оперативных оценок экономического состояния протекающих производственных процессов в море.

Несмотря на большое внимание к проблемам эффективного управления промыслом и государственного регулирования рыболовством, существует необходимость в разработке научно обоснованных подходов к организации экономического сегмента системы мониторинга, обслуживающего различные уровни управления от судна до федеральных органов исполнительной власти.

В отличие от других производств, рыбная промышленность, использующая морские биоресурсы, в значительной степени зависит от их текущего состояния и прогноза изменчивости во времени и пространстве и вынуждена обеспечивать свою деятельность на основе применения экономических методов планирования и управления с обязательным учетом циклических природных процессов. Общая схема океанической промысловой деятельности представлена на рис. 1

История и современный опыт океанического рыболовства свидетельствует о том, что значительная роль здесь отведена изучению динамики природных циклических процессов в атмосфере и океане, их взаимодействию, позволившего обосновать появление, а затем локализацию зон повышенной биологической продуктивности в Мировом океане (1).



Рис.1. Схема циклического природно-производственного процесса

В последние годы на передовые рубежи здесь вышли методы дистанционного спутникового зондирования и мониторинга, широко применяются компьютерные и информационные технологии. Более того, в странах с развитым океаническим промыслом (США, Япония, Австралия, Новая Зеландия, ЮАР, страны ЕС) в последние годы формируется рынок специальных услуг по информационной поддержке деятельности флота в океане на основе регулярного обеспечения судов, ведущих промысел, температурными картами, данными о течениях, погоде, фито и зоопланктоне, а также рекомендациями по участкам эффективного лова.

Для системы управления биоресурсами характерно наличие следующих основных элементов:

- оценка состояния запасов и их мониторинг;
- прогнозирование и управление промыслом;
- оптимальное использование добытых ресурсов (экономическая целесообразность);
- оценка общего допустимого улова (ОДУ);
- регулирование рыболовства (рыбоохрана);
- эколого-экосистемный компонент;
- международно-правовая основа.

Изменчивость условий и результатов промысла от состояния океана и атмосферы, относительно свободный доступ к осваиваемым ресурсам, конкурентные условия рыболовства в локальных районах лова приводят к необходимости анализа промысловой деятельности на основе многолетних данных в области биоэкономики изъятия водных биологических ресурсов.

В результате исследований могут быть выделены фазы «освоения района лова», «устойчивого промысла» и «разрушения промысла». Упрощенная модель зависимости от понесенных затрат и достигаемой прибыли от промысловых усилий (рис. 2.) позволяет проанализировать все фазы промысловой деятельности.

Характерным является то, что вне области «устойчивого промысла» также возможно получение значительной прибыли при более низкой величине промыслового изъятия, а также благодаря существенному снижению затрат на производство.

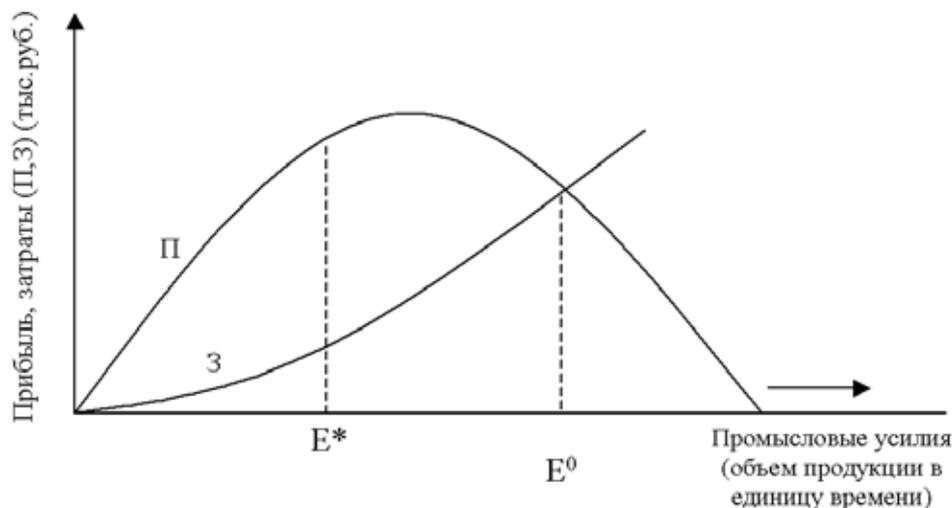


Рис. 2. Динамика зависимости затрат (З) и получаемой прибыли (П) от промысловых усилий (Е).

Анализ устойчивости рыболовства в локальных районах в условиях свободного доступа к ресурсам (в точке E^*) показывает, что достигаемая максимальная прибыль побуждает практически всегда судовладельцев к конкурентному наращиванию производственных мощностей в районе. Это приводит к переходу через точку равновесия промысла (E^0) к разрушению устойчивости промысла. Отсюда вытекает основная задача государственного регулирования рыболовства, сводящаяся к поддержанию промысла на уровне максимальной прибыли и не допущению дисбаланса между промысловыми усилиями и условиями сохранения сырьевого запаса и воспроизводства водных биоресурсов.

В итоге необходимо подчеркнуть, что только система мер на государственном уровне (правовых, экономических, социальных) может дать новый импульс в развитии отечественного рыболовного промысла.

То есть, системный подход к управлению промыслом — это комплекс производственно-экономических задач, охватывающих циклический природно-производственный процесс. Составляющими данного подхода является совокупность управленческих, правовых, технологических, технических решений, которые в комплексе дают возможность достичь максимального экономического эффекта при минимальных затратах.

Одно из важнейших условий эффективной организации учета затрат на производство — это экономически обоснованная их классификация, когда различные затраты на производство сводятся в отдельные группы, объединяющие однородные по определенным признакам расходы. Учет затрат по целевому назначению ведется в разрезе калькуляционных статей, номенклатура которых разрабатывается с учетом особенностей организации и технологии производства на базе типовой отраслевой номенклатуры.

Для принятия объективно-обоснованных решений по управлению флотом необходимо не только знание текущей промысловой ситуации, но и достоверная экономическая оценка результатов производственной деятельности судна. Для этого, прежде всего, необходимо оперативно оценивать все расходы, связанные с производством и реализацией продукции на судах, ведущих океанический промысел.

В этом случае оперативный учет затрат на производство и калькулирование себестоимости продукции имеет особое значение. Анализ затрат позволяет определить эффективность расходов, устанавливать цены на производимую продукцию с учетом

реальных затрат и потребительского спроса, контролировать и регулировать расходы по отдельным статьям, прогнозировать реальный уровень прибыли, оперативно реагировать на изменения рынков сбыта с соответствующей корректировкой ассортимента выпускаемой продукции.

Таким образом, основой формирования системы биоэкономического мониторинга промысловой деятельности судов является непрерывная диагностика океанологических процессов, биологических характеристик морских экосистем, промысловых, производственных и экономических показателей деятельности промысловых судов.

Список литературы:

- 1) Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 г., утверждена Президентом РФ 27.07.2001 г.
- 2) Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации.

ПОСТРОЕНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ СУДНА ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ ДВУХ РАЗНЕСЕННЫХ ПРИЕМНИКОВ GPS

Кораблев В.Г., Пашенцев С.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра
судовождения, vitus_kor@mail.ru)

Abstract. The reconstruction of movable vessel position data proceeding from two distant GPS-receivers has been considered in the work. The difference between single GPS positioning and by using two distant GPS-receivers has been worked in this paper.

Введение

Увеличение точности обсерваций, укрупнение орбитальной группировки «ГЛОНАСС», ввод в действие новых сервисов WAAS и EGNOS по определению дифференциальных поправок привели к тому, что в настоящее время судоводители используют глобальные навигационные спутниковые системы в качестве основного, если не единственного способа определения местоположения судна. Зачастую, пренебрегая безопасностью, делают это как в открытом море, так и в узостях, портовых акваториях, каналах.

Современные средства спутниковой навигации позволяют определять местоположение габаритного объекта с точностью, превышающей в несколько раз размеры самого объекта. Поэтому, знание местоположения только центра масс морского подвижного объекта становится недостаточным, например, при маневрировании в ограниченных акваториях или вблизи навигационных опасностей.

Судоводитель, снимая показания координат с экрана приемоиндикатора глобальной спутниковой системы, ставит на карте точку, которая фактически определяет на данный момент местоположение антенны приемника. На самом деле, судно при движении как по прямолинейной траектории с углом дрейфа, так и на циркуляции “заметает” собой шлейф определенной конфигурации.

Построение траекторий движения судна

Эксперименты проводились в Охотском море (район о. Сахалин) на судне МФЛС «Юрий Топчев». Габаритные размеры судна: длина=100м, ширина=19м. Для определения местоположения использовались два 32-х канальных приемника «Qstarz BT-Q818», выполненные на чипсете MTK. Приемники разносились по бортам судна и записывались одновременные координаты обоих приемников, которые затем программно обрабатывались. Часть экспериментальных данных получена с учетом дифференциальных поправок от береговых станций.

На рис.1(а) представлена траектория движения объекта в виде перемещающегося контура судна, построенная по данным обсерваций одной точки и «спутникового» курса судна. На основании известных габаритов судна, курса и местоположения одной точки объекта, построены в масштабе стилизованные изображения контура судна в различные моменты времени. На рис.1(б) представлена траектория движения объекта заданных габаритов, построенная по данным, полученным от двух разнесенных по бортам приемников GPS; ориентация судна определялась относительно направления от одного приемника на другой.

Таб. 1 Статистические данные по результатам наблюдений на циркуляции

№	HDOP	VDOP	PDOP	Среднее число видимых спутников	DGPS
Приемник 1	1.10	1.3	1.7	9.2	99 %
Приемник 2	0.98	1.3	1.6	9.5	100 %

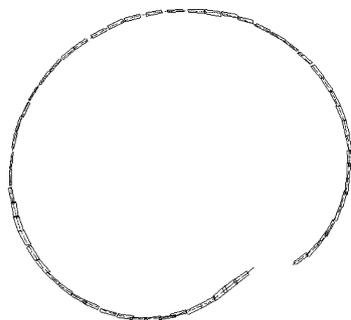


Рис.1(а)

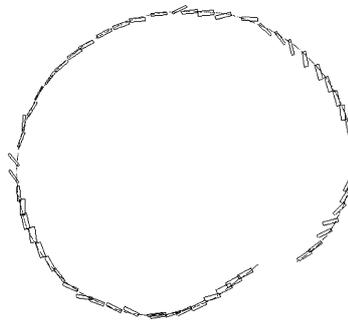


Рис.1(б)

Таб. 2 Статистические данные по результатам наблюдений на прямолинейном участке

№	HDOP	VDOP	PDOP	Среднее число видимых спутников	DGPS
Приемник 1	1.0	1.3	1.7	8.7	0 %
Приемник 2	1.0	1.3	1.76	8.2	0 %



Рис.2(а)



Рис.2(б)

На рис.2(а) представлена траектория движения объекта на прямолинейном участке в виде перемещающегося контура судна, построенная по данным обсерваций одной точки и «спутникового» курса судна. На основании известных габаритов судна, курса и местоположения одной точки объекта, построены в масштабе стилизованные изображения контура судна в различные моменты времени. На рис.2(б) представлена траектория движения объекта заданных габаритов на прямолинейном участке, построенная по данным, полученным от двух разнесенных по бортам приемников GPS; ориентация судна определялась относительно направления от одного приемника на другой.

Как видно из полученных результатов, при использовании данных от двух разнесенных приемников GPS «шлейф», оставляемый при движении судна, намного шире, чем при использовании данных только одной точки и курса. Если при этом еще учесть, что местоположение обоих приемников определяются с некоторой случайной погрешностью, то полосу воды, которую «замечает» судно при движении, необходимо еще более расширить.

Дополнительно, при обработке рассчитывалось расстояние между приемниками по результатам одновременных обсерваций. Новые данные подтвердили ранее выполненные расчеты. (Кораблев, Пашенцев, Юдин, 2009). Величина рассчитанного расстояния между приемниками в случае движения судна на циркуляции хорошо описывается функцией гамма-распределения, что видно из рис.3. (сплошная линия). Пунктиром на рисунке показано нормальное распределение с параметрами, рассчитанными по выборке из экспериментальных данных.

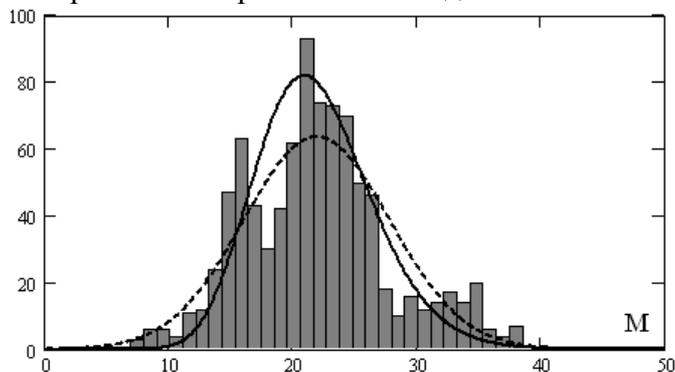


Рис.3. Гистограмма частот расчетного расстояния между приемниками.

Заключение

При маневрировании в непосредственной близости от навигационных опасностей следует учитывать габаритные размеры судна. Необходимо понимать, что определение местоположения только одной точки объекта не дает полной картины фактического движения судна. На самом деле, судно как габаритный объект, при маневрировании оставляет за собой полосу и, описание движения в виде траектории местоположения одной точки (например, центра тяжести) является недостаточным. Использование двух разнесенных приемников GPS позволяет более достоверно описать траекторию движения, и, тем самым, повысить безопасность маневрирования в стесненных условиях плавания.

Список литературы:

- 1) Кораблев В.Г., Пашенцев С.В., Юдин Ю.И. Проверка достоверности определения координат движущегося судна с помощью двух разнесенных приемников GPS. (2009, Вестник МГТУ, в печати)

БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СУДНА В РАМКАХ МОРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Меньшиков В.И., Рябченко Р.Б. (Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения)

Современное мировое хозяйство представляет собой совокупность национальных экономик в их взаимодействии и взаимосвязи, основанную на международном разделении труда и развитии экономических связей в области международного сотрудничества и торговли. В этих условиях Мировой океан играет исключительную роль при интеграции национальных экономик. Основную долю от экономической деятельности в Мировом океане приносят добыча нефти и газа в шельфовой зоне, морское торговое судоходство и морской рыболовный промысел. Кроме того, экономической деятельностью в Мировом океане охвачены добыча твердых минералов с морского дна, переработка рыбы и нерыбных объектов непосредственно в море, химия моря, получение энергии, перевозка грузов и пассажиров. Причем дальнейшее развитие логистики морских транспортных перевозок в первую очередь следует связывать с повышением эффективности управления грузопотоками при обязательном учете норм безопасности носителя (судна) таких потоков, которые традиционно включают в себя сохранность жизни экипажа, судна и его груза, а так же минимизацию воздействия на окружающую морскую среду. Действительно, рекомендуемые к использованию морские системы управления транспортными потоками носят достаточно выраженный специфический характер и не допускают расширения, связанного, например, с необходимостью учитывать в процессе транспортировки груза норм его безопасной эксплуатации.

Очевидно, что конструкция класса морских транспортных логистических систем, учитывающих состояние безопасности носителя морских транспортных потоков должна работать при несигнальном относительном смещении контекстов, в отношении неопределенности и несимметрии полиморфизма. Действительно сообщения (сигналы) о характере функционирования логистической морской транспортной системы с учетом состояния безопасности судна изменяют некоторые априорно неизвестные контексты и в то же время априорно неизвестно какие контексты окажутся решающими в интерпретации сообщения. Эти два воздействия несимметричны и не связаны какой-либо единой мерой, поэтому конструкция класса K открытых логистических морских транспортных систем K_i порожденного гипотезой о существовании метасистемы должна образовывать класс

$$K \sim \text{mod } T, K_i I K, i I N \quad (1)$$

где T – аксиоматическая группа (аксиоматическая теория) класса K .

В данном случае системный подход, который проявляется в рассмотрении всех элементов логистической системы K_i как взаимосвязанных и взаимодействующих для достижения единой цели управления обладает отличительной особенностью. Такой особенностью является то, что в системе оптимизируется функционирование не отдельных элементов, а всей логистической системы в целом. Кроме того, класс K открытых логистических морских транспортных систем K_i отвечает традиционному набору аксиом.

Для формального описания класса открытых морских транспортных логистических систем вида (1) можно использовать структуру вида

$$S = (\text{Org. } K), \quad (2)$$

где Org - оператор организации метасистемы, а K – множество элементов метасистемы, принадлежащее классу (1).

В структуре (2) оператор организации должен обеспечивать в морской транспортной логистической метасистеме способность к наблюдаемости, управляемости и устойчивости, т. е.

$$Z: Obs \times Oper \times Stab \rightarrow Org, \quad (3)$$

где Obs - способность к наблюдаемости метасистемы, рассматриваемая с позиции диагностирования системы; $Oper$ - способность к управляемости метасистемы, определяемая с помощью принципа подстановки; $Stab$ - способность к устойчивости логистической метасистемы и ее транспортных потоков в частности.

Тогда структура (2) с учетом расширенной характеристикой событий, при откорректированных языке и логике и действующая в рамках гипотезы о существовании метасистемы, может быть использована при описании логистических моделей, с носителем материальных потоков из класса технических средств повышенной опасности. Кроме того, структура (2) способна описать поведение отдельных морских транспортных логистических систем с обязательным учетом норм безопасной эксплуатации судов.

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНТЕРФЕЙСА «ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ» И ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ SPECTRA ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СЕЙСМОРАЗВЕДОВАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Меньшиков В.И., Серов А.В., Макеев И.В. (*Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения*)

В настоящее время такой вид топлива, как нефть, имеет уникальное и огромное значение. Нефть — наше национальное богатство, источник могущества страны, фундамент ее экономики. С тех пор как человек научился находить и добывать нефть, промышленность в этой отрасли динамично развивается, и постоянно увеличивается количество добываемой нефти, но, к сожалению, не восполняется. Рано или поздно совокупность этих факторов приведет к тому, что наземные источники нефти иссякнут. Именно поэтому возникла необходимость в поиске и добычи нефти, таких районах как шельфовая часть мирового океана, где в настоящее время сейсморазведовательные суда и ведут работы по поиску месторождений углеводородного сырья. Причем значение морская сейсморазведки постоянно возрастает и для поиска перспективных месторождений углеводородного сырья широко используется специализированная аппаратура и множество программных продуктов, которые, без учета «человеческого элемента», к сожалению, не всегда способны гарантировать как безопасность плавания судна с буксируемым оборудованием, так и стопроцентный сейсморазведовательный результат.

Настоящим монополистом среди компаний, предлагающих специализированные программы для сейсморазведки, является компания Concept System, выпускающая программный продукт «Spectra». Так принято считать, что данный программный продукт позволяет достаточно эффективно обеспечивать сейсмическую разведку углеводородного сырья. Однако, вполне очевидно, что эффективная работа любого специализированного продукта невозможна без учета его взаимодействия с «человеческим элементом». Поэтому исследование функционирования интерфейса «человеческий элемент – программный продукт типа «Spectra» можно отнести к разряду достаточно актуальных задач.

Исследование проводилось по трем главным направлениям. В качестве первого направления был выбран анализ способности интегрированной системы SPECTRA по навигационному информационному обеспечению безопасности плавания судна и возможности влияния «человеческого элемента» на это обеспечение (картинка С - NAV). Исследование производилось в соответствии со стандартами UKOOA DGPS. По команде судоводителя система SPECTRA через интерфейс данных и вычисляла параметр SMA-ось эллипса ошибки определения текущего местоположения. В тех случаях, когда SMA превышала величину 2.0 м система «SPECTRA» способна автоматически остановить зондирование дна шельфа. Контроль «человеческим элементом» совместно с программным продуктом величины SMA гарантирует неизменность интервала между подрывами, а также исключает возможность значительных отклонений судна от линии профиля вызванных, например, приемом искаженной спутниковой информации. Такой контроль особенно важен при ведении сейсморазведки в высоких широтах, где условия приема информации от спутников GPS крайне нестабильные.

В качестве второго направления было выбрано исследование процесса вода в эксплуатацию интегрированной системы SPECTRA и безошибочная работа

судоводителя с базами данных. В результате проведенного исследования были составлены алгоритмы «правильного» взаимодействия в интерфейсе «человеческий элемент – система отображения продукта SPECTRA». Алгоритмы составлены в виде последовательности действий «человеческого элемента» и соответствующих реакций программного продукта. Использование таких алгоритмов позволит снизить вероятность числа ошибочных обращений судоводителя к программному продукту и повысить вероятность принятия «правильных» решений, принимаемых по данным из соответствующих баз этих данных.

Третьим - заключительным направлением исследования стал процесс взаимодействия судоводителя и системы SPECTRA при планировании, реализации, контроле плавания и управлению выхода на маршрут сейсмической разведки. В результате проведенного исследования были так же составлены алгоритмы «правильного» взаимодействия «человеческого элемента» и программного продукта SPECTRA». Алгоритмы составлены в виде последовательности действий «человеческого элемента» и соответствующих реакций программного продукта. Использование таких алгоритмов позволит повысить вероятность принятия «правильных» решений, при планировании, реализации, контроле плавания и управлению выхода на маршрут сейсмической разведки.

Таким образом, полученные результаты исследования будут способствовать повышению эффективности и гарантированности как безопасности плавания судна с буксируемым оборудованием, так и сейморазведательному результату, за счет повышения вероятности принятия «правильных» решений и снижения вероятности ошибочных обращений судоводителя к программному продукту.

МОРЕПЛАВАНИЕ И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА

Минин Е.Ф. (Мурманск, МГТУ, кафедра физического воспитания)

Abstract. In the report data on a place and a role of special physical training of seamen are presented. Questions on an opportunity of correction психофизиологической сферой of the future expert's плавсостава by means of special physical exercises with a view of duly adaptation to conditions of virtual and real navigation are discussed.

Сближение наук, как характерный показатель развития культуры общества проявляется, прежде всего, в образовании и обучении подрастающего поколения взаимно обогащает далекие, казалось бы, по содержанию научно-практические дисциплины. Таким, на первый взгляд, представляется и отношение рассматриваемых феноменов.

Профессия моряка является одним из древнейших видов человеческой деятельности наверное, возникшей первой из транспортных профессий. В этот же период формируются и средства для повышения устойчивости к факторам мореплавания и, прежде всего, к укачиванию. Происходит и эволюция найденных средств: от откровенно ошибочных до реально повышающих устойчивость. Еще в 19 века указывалось, что «приобретенное ранее умение бегать на коньках или езда на велосипеде отчасти позволяют обеспечить «оморячивание» (1). Морской врач Я. И. Трусевич рекомендовал для борьбы с «корабельной болезнью» использовать «гимнастические упражнения «спорты», игры и др.) (2)

Эффективной оказалась при формировании физической подготовки плавсостава «прикладная гимнастика»- упражнения в лазании, метании бросательного конца, спасательного круга, тренировка в передвижении по «выстрелу», подвижные игры на воде и др.(3).

Позднее было установлено содержание профессионально-прикладной физической подготовки будущих моряков транспортного флота, включавшее греблю на ялах, прикладное плавание, упражнения для совершенствования устойчивости к укачиванию с использованием средств спортивной гимнастики и общеразвивающих упражнений. Предложены контрольные нормативы в нырянии и прыжках в воду (4).

Приоритетные исследования в рассматриваемом ракурсе принадлежат специалистам ДКВИФК, использовавшим психофизиологический подход для определения задач прикладной физической подготовки моряков. Было установлено, что при длительном пребывании на корабле в условиях ограниченной подвижности происходит снижение мышечной силы у всех членов экипажа, ухудшились показатели в упражнениях на ловкость и гибкость. Но более всего снизилась сила ног. Имели место негативные сдвиги в показателях максимальной быстроты, точности и координации движений. При этом было замечено, что чем выше исходный уровень физической подготовленности, тем дольше сохраняется исходный уровень мышечной работоспособности. (5).

Задачами физической подготовки в походе являются: совершенствование специальных морских физических и психических качеств и прикладных двигательных навыков, необходимых для эффективного обслуживания и использования техники в условиях морской стихии; компенсация вынужденного ограничения общей двигательной активности и профилактика ее негативного воздействия на организм; обеспечение активного отдыха и эмоциональной разрядки экипажа, снятие напряжения после вахт и длительное сохранение высокого уровня работоспособности; оздоровление и закаливание моряков.

Время и формы проведения занятий по физической подготовке на корабле регламентированы Наставлением по физической подготовке. Использование ФУ во время похода позволило повысить работоспособность специалистов на 15-20% по сравнению с контрольной группой. Используется круговая тренировка - три раза в неделю по 30 минут. В составе «станций»

циклические упражнения, привычные для занимающихся. (6). На гражданских судах подобной регламентации использования физических упражнений нет и занимаются регулярно ими только отдельные энтузиасты ФК в свободное от иных дел время.

Однако, характер и условия труда плавсостава предъявляют высокие требования к состоянию здоровья и специфическим психофизиологическим функциям. Укрепление «человеческого фактора» в мореплавании одно из актуальных направлений уменьшения его роли в происшествиях на море, составляющего, по некоторым данным, до 75% от общего числа кораблекрушений. Установлено, что ЧСС у моряков увеличивается во время ответственных операций в сложных навигационных условиях может подниматься до 180 уд./мин. Не только ССС реагирует так остро на навигационную обстановку, но высокое напряжение организма проявляется в почти двукратном увеличении тремора (7). Несмотря на создание автоматических систем управления, облегчающих мореплавание для операторов человек остается его слабым звеном. В подготовке моряков необходимо учитывать характер и условия его будущей профессиональной деятельности. Уже на этапе обучения параметры организма должны соответствовать требованиям профессиональной деятельности в экстремальных условиях, что соответствует расширению диапазона реагирования в режимах: «покой - экстремальная нагрузка».

Формирование функций, навыков и качеств происходит с соблюдением основных дидактических принципов.

На начальном этапе освоения морской профессии применяются упражнения для повышения быстроты движений посредством целостных двигательных актов или их элементов из разделов л/а, спортивных игр или единоборств, а также общеразвивающие упражнения, выполняемые с соответствующими установками. Точность движений в условиях дефицита времени как одна из основных констант профессиональной физической подготовки формируется с использованием упражнений из разделов л/а, гимнастики, спортивных и подвижных игр, лыжного спорта и др. В этот период отрабатываются зрительно-моторные и акустико-моторные функциональные связи, основанные на приеме, обработке информации и выполнении двигательного акта. Совершенствуется функция равновесия. Упражнения данной направленности являются основой специальной основой при подготовке матроса -рулевого.

Профессиональная деятельность будущего штурмана предъявляет к субъекту труда высокие требования к качествам скорости переработки информации, пространственной ориентировки, своевременности предпринимаемых действий. Биологической основой данных свойств являются сила, подвижность и уравновешенность нервных процессов. Эти свойства НС и основанные на них способности в реагировании на внешние сигналы -сложные сенсомоторные реакции, качество которых может быть скорректировано посредством использования специальных физических упражнений.

Профессиональная физическая культура в контексте изложенного представляет собой средство интеграции отдельных видов подготовки будущего моряка. Согласование учебных программ специальных кафедр и кафедры физического воспитания позволит координировать деятельность их в области повышения качества обучения. В разрешении подобного рода проблемы позволяет использование методологии конверсии высоких технологий спортивной подготовки в массовый спорт. (8). Есть достаточно оснований для данного утверждения, т.к.физиологические и психофизиологические параметры в спорте и в сложные периоды деятельности у командного состава судов близки по абсолютным показателям. В спорте состояние психологической напряженности характеризуется как «предстартовая лихорадка», однако при естественном протекании адаптационных процессов в организме оно переходит в состояние «готовности». В случае чрезмерного возбуждения нервной системы это состояние трансформируется в депрессивность - «стартовую апатию». Задача обучающего: добиться оптимального состояния возбуждения нервной системы занимающихся и избежать состояния депрессивности.

Сходство спортивной и операторской деятельности на движущемся объекте не ограничивается только этим. Высокая скорость переработки различной информации, принятие решений, точная и своевременная их реализация типичны как для спорта, так и для мореплавания. Немаловажное значение имеет предвидение развития ситуаций, способность к так называемой антиципации, характерной для спортивных игр и единоборств. Работа в команде: общение в период совместной спортивной деятельности как элемент социализации может переноситься на профессиональную деятельность. Безопасность личная и коллективная формируется высокой способностью членов судовой команды к совместной и личной профессиональной деятельности. Необходимые навыки, качества: перемещения в усложненных условиях, перемещение тяжестей, прикладное плавание, устойчивость к укачиванию, статическая выносливость; прикладное плавание, прыжки в воду и др.

Формирование физкультурного непрофессионального образования, переходящее в самообразование и самовоспитание, используя синергетический подход.

На заключительном этапе освоения тренажерной техники, когда решение навигационных задач максимально приближено к условиям реального мореплавания используются целесообразные двигательные акты, такие как двусторонние встречи в спортивных играх; личные и командные с соблюдением правил судейства, с жестким и вариативным использованием тактических схем, требующих для реализации в реальной игровой обстановке использования основных профессионально значимых психофизиологических качеств и свойств оператора на движущемся объекте. Таким образом, предоставляется возможность направленного использования физических упражнений в целях повышения качества обучения на навигационных тренажерах.

Проведенное социологическое исследование специалистов и курсантов старших курсов показало позитивное отношение опрошенных контингентов к физической культуре как средству, способствующему освоению и совершенствованию в профессии.

Установлено, что почти каждый пятый курсант старших курсов из числа обучающихся на навигационных тренажерах (18,8% выборки) испытывает затруднения при работе на САПП и РЛС, связанные с оперативным реагированием.

Показано, что профессионально-важные психофизиологические функции, двигательные навыки и физические качества (как биологический субстрат будущей профессии) могут быть сформированы с использованием средств физической культуры, равно как и спорт может быть средством формирования социализации. Установлено, что спортсмены среднего уровня (1-2 разряд) имеют показатели состояния психофизиологических функций равные или превышающие значения стажированных специалистов.

Создание функциональной основы обучения должно предшествовать самому обучению в соответствии с потребностями процесса формирования новых навыков.

Снижение уровня физической подготовленности учащейся молодежи и одновременное повышение требования (ИМО) к состоянию здоровья моряков формирует противоречие между потребностью в безопасности мореплавания и возможностями так называемого человеческого фактора, являющегося причиной 70-90% аварий на движущихся объектах на водных магистралях. Питание моряка. Фармакологическая подготовка (поддержка). Только теоретическая подготовка по специальности, тренажерная подготовка и, даже плавательская практика в силу своей непродолжительности не в состоянии обеспечить качественное воспитание морского инженера. Подготовка специалиста для успешной деятельности на море, способного без издержек для собственного здоровья и ущерба качеству исполнения обязанностей вахтенного командира в течение 4-часовой вахты (часто на фоне не довосстановления от предыдущей нагрузки или физиологически неэффективного отдыха) требует от него развития специфических качеств, формируемых профессиональной деятельностью продолжительное время. Однако своевременные, адекватные, специфические воздействия на обучающегося позволяют сформировать психофизиологическую основу профессии уже в период обучения.

Список литературы:

- 1) Пыпин П.Н. О морской болезни.-С.Петербург,1888.-313 с.
- 2) Трусевич Я.М. Как выражается морская болезнь; как предохраняться и лечиться. - Спб., 1893.- 220 с.
- 3) Пендюрин С.А. Прикладная гимнастика на корабле.- М.: Воениздат,1953. - 32 с.
- 4) Семиразумов В.И. Профессионально-прикладная подготовка: Учебно-методическое пособие. - М.: Транспорт, 1965.- 35 с.
- 5) Лампусов Б.А. Влияние ограниченной подвижности при длительном нахождении в помещении корабля.. // Тр. КВИФКиС. - Л., 1956 - Вып. 12.-С.25.
- 6) Солодков А.С.Изменение функций организма и адаптация моряков к условиям плавания.// Военно- медицинский журнал.-1974.- №4.- С.61-62.
- 7) Мацеевич Л.М. Здоровье моряков.- М: Медицина, 1986.- 192 с.
- 8) Бальсевич В.К. Конверсия высоких технологий спортивной подготовки как актуальное направление совершенствования физического воспитания и спорта для всех // Теория и практика физической культуры.-1993.- №4.-С.21-23.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РЫБОЛОВНЫХ СЕТЕЙ

Недоступ А.А., Володько Д.А. (Калининград, КГТУ, кафедра промышленного рыболовства, nedostup@klgtu.ru)

Abstract. In article results of the experimental researches spent in flume tank "МариНПО" (Kaliningrad) with three models of 3D fishing net are resulted. The models of 3D fishing net differed among themselves constructive characteristics.

Сетные рыболовные орудия представляют собой сети пространственной формы (ПС). Даже самые простые орудия лова, такие как ставные и плавные сети, которые при изготовлении представляют собой прямоугольные сетные полотна, в условиях эксплуатации под действием течения воды прогибаются, принимая пространственную форму или 3D сетную оболочку (Розенштейн, 2000). Пространственная сеть так же является частью более сложных орудий лова, таких как - крыло ставного невода, стенка кошелькового невода, закидной невод в процессе замёта и других. Актуальность исследования пространственных рыболовных сетей, заключается в определении зависимости геометрических параметров сети от нагрузок действующих в ней (Недоступ, 2008). В настоящей статье приводятся результаты экспериментальных исследований силовых и геометрических характеристик моделей пространственных рыболовных сетей. Эксперименты проводились в гидроканале ЗАО «МариНПО» (г. Калининград) (Белов, 2000). Конструктивные характеристики моделей разноглубинных ПС приведены в табл. 1.

Опыты с моделями сетей проводились в диапазоне скоростей 0,2 – 0,4 м/с, с различной загрузкой G и углом поворота ПС к плоскости OZY β (см. рис. 1 и 2).

Таблица 1. Конструктивные характеристики моделей разноглубинных ПС

Модель	Диаметр нитей d мм	Шаг ячеей a мм	Длина сети L м	Высота сети S м	Площадь ниток F_n m^2	Сплошность сети F_o	Вес в воде сети q , Н	Загрузка нижней подборы (вес в воде) G , Н
1	1,2	30	1,5	1,7	0,26	0,102	0,3	0 - 5,75
2	2,0	200	1,44	1,86	0,08	0,03	0,1	0 - 2,3
3	2,0	30	0,99	1,4	0,161	0,13	0,24	2,3 - 3,45

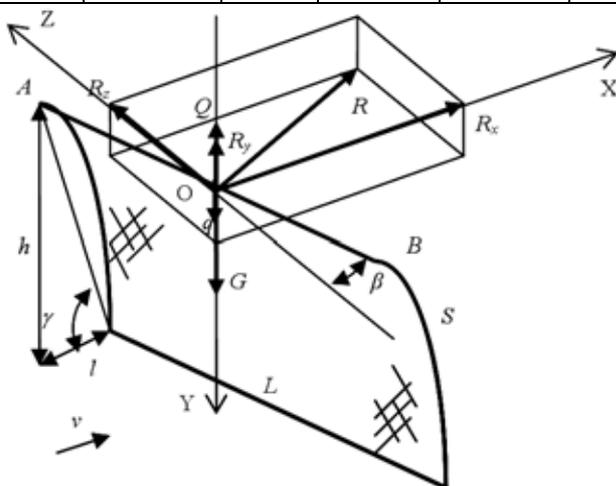


Рис. 1. Форма ПС и действующие силы

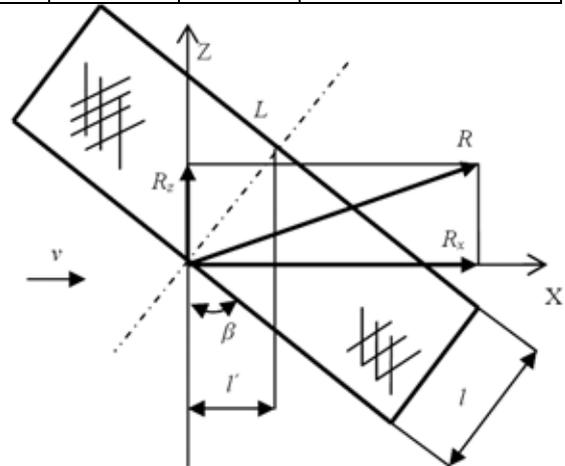


Рис. 2. Вид сверху на ПС

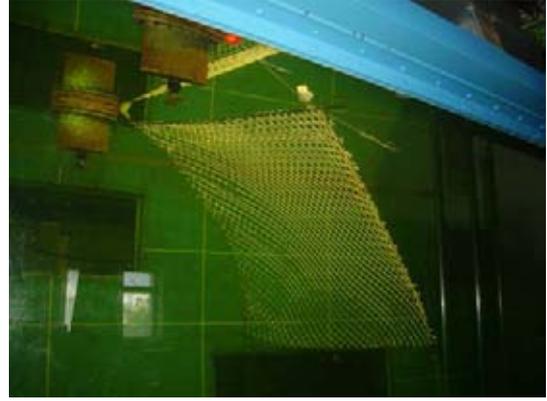
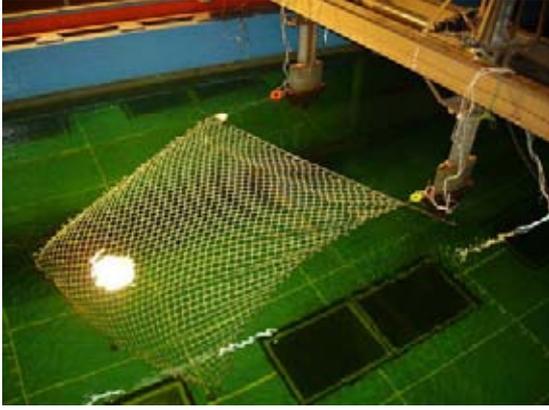


Рис. 3. Модель разноглубинной ПС №1



Рис. 4. Модель разноглубинной ПС №2

На рис. 1 и 2 изображены характеристики ПС: v - скорость потока воды; R_x - гидродинамическая сила сопротивления; R_y - распорная сила; R_z - боковая сила; Q - плавучесть оснастки верхней подборы; R - результирующая сила; γ - угол наклона ПС к плоскости OZХ; h - вертикальная проекция ПС; l - горизонтальная проекция ПС; l' - смещение нижней подборы ПС по оси OХ.

Тензодатчики для измерения силы сопротивления ПС крепились к точкам A и B . Все измерения проводились тензометрической станцией МТС-200. Как только скорость потока становилась постоянной, с помощью угломеров, замерялась h и l' . Одновременно замерялись силы натяжения в точках крепления тензодатчиков с помощью тензостанции МТС-200 (Недоступ, 2008). Фотографии моделей ПС представлены на рис. 3 и 4.

Обработка экспериментальных данных выполнялась по схеме, приведенной в (Вентцель, 1962). На основании показаний тензодатчиков определены значения сил сопротивления R_x пространственных рыболовных сетей. С помощью формулы (1) определены значения коэффициентов сопротивления ПС:

$$\tilde{n}_x = 2R_x / (\rho v^2 F_i), \quad (1)$$

где, ρ - плотность воды.

На основании экспериментальных данных определены значения безразмерных параметров раскрытия ПС: $\lambda = h/S$ - безразмерная вертикальная проекция и $\omega = l'/S$ - безразмерная горизонтальная проекция, а также значения безразмерных сил, для ставной сети (Недоступ, 2008):

- для разноглубинной ПС:

$$\kappa = \sqrt{(\psi + \zeta - \xi)^2 + \eta^2}, \quad (2)$$

где, $\psi = G/R_x$, $\zeta = q/R_x$, $\xi = R_y/R_x$, $\eta = R_z/R_x$ и $\chi = \psi + \zeta - \xi$,
- для донной ПС:

$$\kappa = \sqrt{(\psi - \zeta - \xi)^2 + \eta^2}, \quad (3)$$

где, $\psi = Q/R_x$ и $\chi = \psi - \zeta - \xi$.

Гидродинамические силы, действующие в ПС, определяются по формулам:

$$\left. \begin{aligned} R_x &= c_x \frac{\rho v^2}{2} F_n \\ R_y &= c_y \frac{\rho v^2}{2} F_n \\ R_z &= c_z \frac{\rho v^2}{2} F_n \end{aligned} \right\}, \quad (4)$$

где, c_y и c_z - гидродинамические коэффициенты:

$$\left. \begin{aligned} c_x &= c_0 + (c_{90} - c_0) \sin \alpha \\ c_y &= (0,6\gamma - 0,385\gamma^2) F_o \cos(90^\circ - \beta) \\ c_z &= (0,6(90^\circ - \beta) - 0,385(90^\circ - \beta)^2) F_o \cos \gamma \end{aligned} \right\}, \quad (5)$$

где, $c_{90} = 16(2F_o/Re)^{0,28}$ - коэффициент сопротивления сети, расположенной перпендикулярно потоку воды; $c_0 = 0,1Re^{0,14}$ - коэффициент сопротивления сети, расположенной параллельно потоку воды; α - осредненный угол атаки ПС (Недоступ, 2008).

На рис. 5 и 6 изображены экспериментальные зависимости $\lambda=f(\kappa)$ и $\omega=f(\kappa)$.

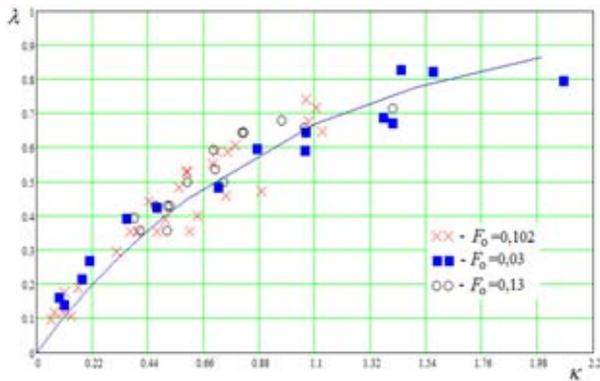


Рис. 5. График зависимости $\lambda=f(\kappa)$

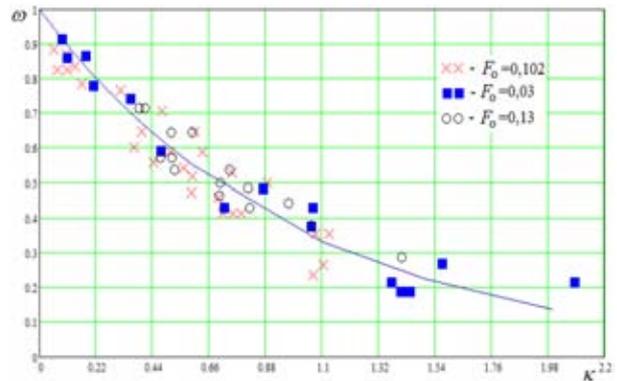


Рис. 6. График зависимости $\omega=f(\kappa)$

На основании результатов исследований характеристик ставных сетей (Недоступ, 2008) и исследований характеристик ПС, зависимости $\lambda=f(\kappa)$, $\omega=f(\kappa)$ имеют вид:

$$\lambda = 1 - e^{-\kappa}, \quad (6)$$

$$\omega = e^{-\kappa}. \quad (7)$$

Угол α может быть представлен в виде (Недоступ, 2008):

$$\alpha = \arctg(h/l), \quad (8)$$

или, с учетом $l=l\cos\beta$:

$$\alpha = \arctg(h/l\cos\beta), \quad (9)$$

Угол γ может быть представлен в следующем виде:

$$\gamma = \operatorname{arctg}(h/l). \quad (10)$$

Исходя из (9) и (10), угол α представим в виде:

$$\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{\tan \gamma}{\cos \beta}\right), \quad (11)$$

Зная, что $\alpha = \operatorname{arctg}(e^x - 1)$, (Недоступ, 2008) и с учетом (11), получим:

$$e^x = \frac{\tan \gamma}{\cos \beta} + 1. \quad (12)$$

Таким образом, на основании выражений (2) - (12) можно определить геометрические и силовые характеристики пространственной рыболовной сети (разноглубинной или донной), при условии, что величина угла β зависит от конструктивных характеристик подбор (жесткость и др.).

Список литературы:

- 1) Белов В.А.. Гидродинамика нитей, сетей и сетных орудий лова. Калининград. 2000. С. 200.
- 2) Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М. Физ.-Мат. литература. 1962. С. 564.
- 3) Недоступ А.А., Володько Д.А. К вопросу исследования силовых и геометрических характеристик пространственной сети// Сборник тезисов докладов VI Международной научной конференции «Инновации в науке и образовании - 2008»/ КГТУ. 2008. С. 32-35.
- 4) Недоступ А.А. Метод расчета силовых и геометрических характеристик ставных сетей. Физическое и математическое моделирование ставных сетей// Известия ТИНРО. Владивосток. Т. 154. 2008. С. 295 - 323.
- 5) Розенштейн М.М. Механика орудий промышленного рыболовства. Калининград: КГТУ. 2000. С. 363.

К МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК СНЮРРЕВОДА

Недоступ А.А., Ацапкин Е.К., Белых А.В., Колобова О.А. (Калининград, КГТУ, кафедра промышленного рыболовства, nedostup@klgtu.ru)

Abstract. On the basis of processing experimental data dependence of a kind $\chi=f(\tau,\lambda)$ which allows to define force characteristics of a Danish seine has been received.

Исследование механики снюрревода посвящены работы Баранова Ф.И. (Баранов, 1946), Старовойтова Н.А. (Старовойтов, 1946), Лестева А.В. (Лестев, 1958), Ионаса В.А. (Ионас, 1964), Осипова Е.В. и Павлова Г.С. (Осипов и др., 2006). При выборке снюрревода (см. рис. 1) все процессы происходят во времени, а значит, его силовые и геометрические параметры зависят от времени его выборки.

Одним из методов исследования характеристик снюрревода является физический эксперимент. В настоящей статье рассматривается метод расчета силовых и геометрических характеристик по результатам экспериментов с физическими моделями снюрреводов (Ацапкин, Недоступ, 2008).

Цель настоящей работы заключается в разработке метода расчета силовых характеристик снюрревода при его выборке якорным способом для обоснования проектных характеристик.

На основании экспериментальных данных (Ацапкин, Недоступ, 2008) получена аппроксимирующая зависимость (1) для максимальных значений безразмерной силы натяжения в урзе снюрревода $\chi_{max}=T/T_{max}=1$ (T_{max} - максимальное натяжение в урзе и T - сила натяжения в урзе в текущий момент времени):

$$\tau = e^{-a(\lambda-1)}, \quad (1)$$

где, $\tau=t/t_{max}$ - безразмерное время процесса выборки урезов и сетной части снюрревода (t - текущее время выборки урезов; t_{max} - время выборки урезов); a - коэффициент, зависящий от отношения q/d (d - диаметра уреза; q - вес одного метра уреза в воде); $\lambda=S/Y$ (S - длина уреза; Y - глубина места лова). Формула (1) справедлива в диапазоне $1 \leq \lambda \leq 5,8$.

Метод расчета силовых и геометрических характеристик снюрревода базируется на зависимостях, полученных Барановым Ф.И. (Баранов, 1946), Старовойтовым Н.А. (Старовойтов, 1946), на экспериментальных данных, полученных Ионасом В.А. (Ионас, 1961), авторами статьи (Ацапкин, Недоступ, 2007, 2009) и немецкого исследователя Paschen M. (Paschen, 2005). Для упрощения задачи введем следующие допущения: растяжимостью урезов пренебрегаем; по всей длине урезов соблюдается условие $q/d=const$; силой инерции сетного мешка и урезов в расчете пренебрегаем. На основании обработки экспериментальных данных (Ацапкин, Недоступ, 2008) была получена зависимость вида $\chi=f(\tau,\lambda)$, которая позволяет определить силовые характеристики снюрревода. Для расчета характеристик провисающей части урезов в начальный момент выборки ($v_0=0$ - скорость выборки и $\tau=0$) воспользуемся формулами для расчета параметров цепной линии (Розенштейн, 2000; Кручинин, 2005; Недоступ, 2007):

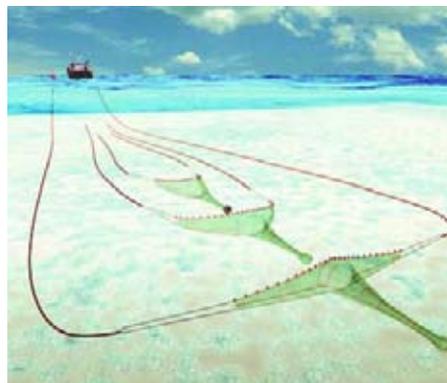


Рис. 1. Движение снюрревода при его выборке

$$\left. \begin{aligned} 163 \cdot 0,006 \left(1 - \frac{L_i}{S_i}\right)^{0,133} &= \frac{Y}{S_i \left(1 - \frac{L_i}{S_i}\right)}, \\ L_i &= \frac{T_o^I}{q} \ln \left(\frac{q \left(Y + \frac{T_o^I}{q} + S_i \right)}{T_o^I} \right), \\ S_i &= S - L_i \tan(\psi) \left(\frac{\pi}{2} + \psi \right). \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где, S_n - длина провисающей части уреза; L_n - хорда провисающей части уреза; T_o^I - натяжение в нижней точке уреза при $\tau=0$; ψ - угол отклонения уреза от диаметральной плоскости судна в горизонтальной плоскости.

Параметры S_n, L_n, T_o^I системы уравнений (2) являются искомыми. Величина угла ψ задается при выборе схемы и формы замата невода. Значения S, S_n и ψ определяют площадь облова снюрревода в начальный момент выборки урезом.

Для расчета коэффициентов трения уреза и нижней подборы сетной части снюрревода о грунт водоема в момент движения всего уреза и его сетной части воспользуемся формулами (Недоступ и др., 2007):

$$f_n = e^{\frac{q}{d} \cdot 10^{-3} \cdot (0,6-5 \cdot v_a)} \cdot \left(0,023 \cdot \frac{q}{d} + 0,33 \right), \quad (3)$$

$$f_\tau = e^{\frac{q}{d} \cdot 10^{-3} \cdot (0,6-5 \cdot v_a)} \cdot \left(0,023 \cdot \frac{q}{d} + 0,33 \right) \cdot e^{-\left(0,0023 \cdot \frac{q}{d} - 0,005\right) \frac{\pi^{3,5}}{2}}, \quad (4)$$

$$f_i = e^{\frac{G_i}{l_i d_i} \cdot 10^{-3} \cdot (0,6-5 \cdot v_a)} \cdot \left(0,023 \cdot \frac{G_i}{l_i d_i} + 0,33 \right), \quad (5)$$

где, f_n - коэффициент кинематического трения нормальной силы трения урезом; f_τ - коэффициент кинематического трения тангенсальной силы трения урезом; f_n - коэффициент кинематического трения нижней подборы сетной части снюрревода; G_n - вес в воде сетной части снюрревода с оснасткой и уловом; l_n - длина нижней подборы; d_n - диаметр нижней подборы.

Максимальное натяжение в урезе T_{max} , возникающее в момент отрыва урезом и сетной части (сетного мешка) снюрревода, определяется по формуле:

$$T_{max} = T_o^{II} e^{\frac{\xi \pi}{2}}, \quad (6)$$

где, $\xi = f_\tau / f_n$; T_o^{II} - сила натяжения в нижней точке уреза при $0 \leq \tau \leq 1$.

$$T_o^{II} = \sqrt{0,25(R_i + R_a)^2 + (0,02 \div 0,09)G_i^2}, \quad (7)$$

где, R_n - сила сопротивления сетной части снюрревода; R_a - сила трения нижней подборы невода о грунт, значение которой определяется по формуле:

$$R_a = f_i G_i. \quad (8)$$

Сопротивление сетной части снюрревода R_n определяется по формуле:

$$R_i = \tilde{\eta}_x \frac{\rho v_a^2}{2} F_i, \quad (9)$$

где, c_x - гидродинамический коэффициент сопротивления сетной части снюрревода, $c_x = 39(2F_o/Re)^{0,57}$; ρ - плотность воды; F_n - площадь ниток; Re - число Рейнольдса,

$Re=d^H v_0/v$, d^H - диаметр нитки сетной части снюрревода; v - коэффициент кинематической вязкости воды; F_o – сплошность сетной части снюрревода.

При отрыве урезов и сетной части снюрревода от дна, результирующая сила R определяется по формуле:

$$R = \sqrt{R_i^2 + (G_i + q(S - tv_a))^2}. \quad (10)$$

Определим безразмерные силы натяжения в верхней точке провисающей части уреза $T=(qS_n^2+qY^2)/2Y$ (при $\tau=0$) и результирующей силы R (при $\tau \rightarrow 1$), с учетом T_{max} :

$$\left. \begin{aligned} \delta &= \frac{qS_i^2 + qY^2}{2YT_{max}} \\ \zeta &= \frac{R}{T_{max}} \end{aligned} \right\}. \quad (11)$$

Время процесса выборки урезов и сетной части снюрревода определим из выражения:

$$t_{max} = S / v_a. \quad (12)$$

Определим безразмерные значения τ и λ :

$$\left. \begin{aligned} \tau &= \frac{t}{t_{max}} \\ \lambda &= \frac{S - tv_a}{Y} \end{aligned} \right\}. \quad (13)$$

Из графика $\chi=f(\tau, \lambda)$ (см. рисунок) определяем безразмерные значения χ .

Определим значения натяжения в урезе (верхней точке) T в процессе его выборки якорным способом:

$$T = \chi T_{max}. \quad (14)$$

Далее строятся графики зависимости (см. рис. 2):

$$T = f(t, v_a). \quad (15)$$

Приведенный метод расчета силовых и геометрических характеристик снюрревода основан на использовании зависимостей, полученных в ходе выполнения экспериментов с физическими моделями снюрреводов в опытовом бассейне ФГОУ ВПО «КГТУ», связывающих геометрические и силовые его характеристики в диапазоне $190 \leq Re$; $1 \leq \lambda \leq 5,8$; $3,86 \text{ Н/м}^2 \leq q/d \leq 250 \text{ Н/м}^2$; $0,058 \leq F_o \leq 0,24$. Метод расчета силовых и геометрических характеристик снюрревода позволяет с 12% точностью определить значения силы натяжения T в верхней точке уреза (у судна) в зависимости от времени процесса выборки t ; скорости выборки урезов v_0 ; величины λ и значения q/d .

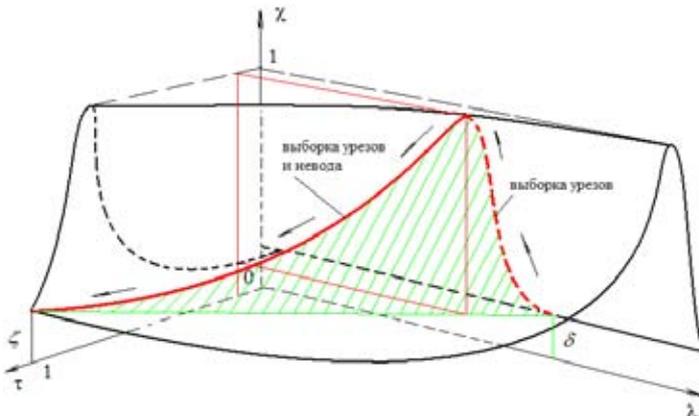


Рис. 2. График зависимости $\chi=f(\tau, \lambda)$ при $q/d=const$

Список литературы:

- 1) Ацапкин Е.К., Недоступ А.А. Экспериментальные исследования движения донного невода. Рыбное хозяйство. № 6. 2008. С. 97-99.
- 2) Баранов Ф.И. К теории снюрреводного лова. Рыбное хозяйство. - 1946. - №2-3. - с. 28-31.
- 3) Ионас В.А. Исследование работы донного невода. Диссертация на соискание уч. степени кан. тех. наук. Калининград. 1961. с. 202.
- 4) Ионас В.А. Особенности моделирования движения донного невода. Труды КТИРПиХ. - В. XVII. - 1964. - с. 184-187.
- 5) Кручинин О.Н. О кинематике погружения кошелькового невода// Промышленное рыболовство// Сборник научных трудов кафедры промышленного рыболовства, посвященный 90-летию кафедры ПР КГТУ. - Калининград, 2005. – с. 103-110.
- 6) Лестев А.В. Некоторые элементы оптимального режима работы снюрреводом. Рыбное хозяйство. - №12. - 1958. - с. 37-46.
- 7) Недоступ А.А., Ацапкин Е.К. Исследование коэффициента трения урезов снюрреводов// Материалы международной научно-технической конференции «Наука и образование - 2007»/ МГТУ. Мурманск. 2007. - С. 1030-1033.
- 8) Недоступ А.А. Определение характеристик урезов донного невода (снюрревода). - Успехи рыболовства. - Владивосток. - Дальрыбвтуз. - 2007. - с. 64- 73.
- 9) Осипов Е.В., Павлов Г.С. Системное проектирование рыбопромысловых комплексов. Известия ТИНРО. – 2006. –Т. 146. – с. 322-330.
- 10) Розенштейн М.М. Механика орудий промышленного рыболовства. - Калининград: Издательство КГТУ, 2000. - 364 с.
- 11) Сорокин Л.И. Экспериментальные исследования работы донного подвижного невода. Рыбное хозяйство. - № 8. - 1971.– с. 53-54.
- 12) Старовойтов Н.А. Способы лова камбалы снюрреводом и их эффективность. Рыбное хозяйство. - №4-5. - 1946. - с. 10-14.
- 13) Paschen M. Seabed-Structure-Interaction of selected Fishing Gear Elements. Contributions on the Theory of Fishing Gears and Related Marine Systems Vol. 4. DEMAT'05. 2005. Rostock. - p. 207-222.

УСЛОВИЯ ПОДОБИЯ КОШЕЛЬКОВЫХ НЕВОДОВ

Недоступ А.А., Полозков А.В. (Калининград, КГТУ, кафедра промышленного рыболовства, nedostup@klgtu.ru)

Abstract. The rules of modelling purse seines are resulted. The following stages of work with purse seines are considered: immersing bottom selections purse seine; purse seining; rise aboard a vessel of coupling rings and sample purse seines.

Этапы работы с кошельковым неводом представляют собой: погружение нижней подборы кошелькового невода, кошелькование; подъем на борт судна стяжных колец; выборка сетной стенки и укладки ее на промысловой палубе; подсушка сливной части и выливка улова. Все процессы происходят во времени, а значит, его силовые и геометрические характеристики зависят от времени его кошелькования, погружения нижней подборы на глубину и выборки и др.. Движение кошелькового невода можно характеризовать вполне определенными физическими величинами, численные значения которых зависят от выбора систем единиц, не связанной с существом самого явления. Физические закономерности, устанавливаемые теоретическим или из опыта и выражающие физические законы или факты, не зависят от системы единиц измерения и обладают специальной структурой. С помощью π - теоремы могут быть получены критерии подобия, причем без использования уравнений движения (Фридман, 1981), на основе самых общих представлений о явлении и знании лишь физических параметров, от которых зависит явление.

По своему характеру процесс движения кошелькового невода является уникальным и своего аналога в физике и технике не имеет. Будучи сам по себе достаточно сложным, этот случай при моделировании требует, как известно, во-первых, геометрического подобия модели и натуры, во-вторых - подобия движения стенки кошелькового невода, подобия картин обтекания жидкостью каждого элемента модели и натуры и подобия сил трения стяжного троса о стяжные кольца. Особые требования к испытаниям модели кошелькового невода проистекают из особенностей его устройства и движения: кошельковый невод представляет собой сложную конструкцию, включающую сетные секции, урезы, стяжной трос, уздечки, стяжные кольца, грузила, гидростатические детали оснастки верхней подборы и др.; скорость погружения сетной стенки кошелькового невода v_n зависит от скорости замета v_c и длины вытравленного стяжного троса, т.е. от скорости его травления v_{cm} ; форма кошелькового невода зависит от схемы его замета (Кручинин, 2006); рассматриваются три случая погружения сетной стенки невода (Недоступ, 2008): при условии $q_c/q < 1$, (при значительном влиянии веса в воде загрузки по нижней подборе (на 1 м) q_n и веса в воде стяжного троса q_{cm} (на 1 м) или ($q=q_n+q_{cm}$), по сравнению с весом в воде сетного полотна q_c (вес полоски сети в воде, по ширине равной 1 м)); при условии $q_c/q > 1$, (при значительном влиянии q_c , по сравнению с влиянием q); при условии $q_c/q \approx 1$, (при одинаковом влиянии q_c и q); процесс работы кошелькового невода является нестационарным процессом.

Физическому моделированию кошельковых неводов посвящены работы (Хмаров, 1967; Nakamura, et al. 1967; Алтыхов, 1975; Герман, и др. 1978; Фридман, 1981; Белов, 2000; Kim, et al. 2001, 2006; Won, et al. 2002). Однако в приведенных работах не учтены параметры, влияющие на силовые и геометрические характеристики кошелькового невода.

В основу разрабатываемой методики моделирования положен следующий принцип. Кошельковый невод рассматривается как некоторая весома идеально гибкая сеть с идеально гибкой нитью (стяжным тросом, подборами) и дополнительными устройствами (деталью оснастки, загрузкой). Моделируются не отдельная сетная стенка, нити, узлы и стяжной трос, а орудие рыболовства в целом, не отдельные детали оснастки, а их усилия, приложенные к сети или урезам и стяжному тросу в соответствующих точках. Для осуществления подобия кошельковых неводов необходимо обеспечить: геометрическое подобие сетной части невода модели и природы в их раскрое, посадке и постройке; геометрическое подобие стяжного троса; геометрическое подобие схемы замата кошелькового невода; подобие картин трения стяжного троса модели и природы; подобие картин обтекания модели и природы; подобие формы, принимаемой моделью и натурным орудием при его движении.

Известные уравнения связи физических величин необходимо проанализировать в качестве вспомогательных. Чтобы воспользоваться методом анализа размерностей для вывода условий подобия кошельковых неводов необходимо установить в соответствии с терминологией (Фридман, 1981), систему определяющих параметров, которая должна обладать свойствами полноты. В число определяющих параметров должны войти параметры деформируемой сети, стяжного троса, подбор и их оснастки, а также параметры среды. Чтобы составить систему определяющих параметров движения кошелькового невода, необходимо уяснить основные представления о его свойствах, а также о свойствах его оснастки и сред, в которых происходит движение. Для этого рассмотрим имеющуюся информацию, дополняя ее, где необходимо, новыми теоретическими и экспериментальными исследованиями. Рассмотрим следующие этапы работы с кошельковым неводом: I. Погружение нижней подборы кошелькового невода. II. Кошелькование. III. Подъем на борт судна стяжных колец и выборка сетной стенки.

I. Процесс погружения стенки кошелькового невода является сложным процессом, который зависит от: высоты невода в посадке H ; длины невода в посадке L ; текущей глубины погружения Y ; q_c ; q_n ; q_{cm} ; диаметра нитки d ; шага ячеи a ; характерного размера раскрывающегося сетного полотна D ; угла атаки сетного полотна при погружении β ; сплошности сетного полотна F_o ; курса судна K_c ; скорости замата невода v_c ; скорости травления стяжного троса v_{cm} ; диаметра стяжного троса d_c ; длины стяжного троса L_c ; силы плавучести оснастки верхней подборы на 1 м q_0 ; времени процесса погружения стенки невода t ; скорости погружения нижней подборы невода v_{nn} ; скорости погружения раскрывающегося сетного полотна v_{nc} . Для учета изгибной жесткости подбор кошелькового невода и его стяжного троса, вводится параметр EI . Так как при движении невода стяжной трос совершает колебания, влияющие на сопротивление, в число параметров вводятся частота колебаний стяжного троса f_c , а также амплитуда его колебаний A . Так как форма сетной стенки кошелькового невода зависит от внешних сил, введем в число величин сопротивление сетной части R_n , натяжение в стяжном тросе T_c и гидродинамическое сопротивление стяжного троса R_c . Затем необходимо ввести характеристики среды. Для этого введем следующие величины: коэффициент кинематической вязкости воды ν ; плотность воды ρ .

Исходя из общих представлений об изучаемом явлении, можно заключить, что некоторая обобщенная координата стенки невода при ее погружении может быть представлена в виде функции от системы перечисленных параметров:

$$S_f = f(\rho, Y, v_{nc}, v_{nn}, v_c, H, L, q_c, q_n, q_{cm}, d, a, F_o, \nu, t, d_c, R_n, R_c, q_0, L_c, D, EI, T_c, A, f_c, \beta, K_c, \varepsilon, w, \zeta), \quad (1)$$

где, ε - относительная деформация; ζ - коэффициент укрута; w - характеристика крутки стяжного троса.

II. Процесс кошелькования невода зависит от: H ; L ; глубины расположения нижней подборы Y ; q_c ; q_n ; q_{cm} ; d ; a ; угла атаки сетного полотна при сбегании ее к центру обметанного пространства β ; F_o ; скорости выборки стяжного троса v_{cb} ; d_c ; L_c ; q_b ; времени процесса кошелькования t ; скорости сбегания сетной стенки невода к центру обметанного пространства v_{cn} ; EI ; f_c ; A ; R_n ; T_c ; силы трения стяжного троса о стяжные кольца F_c ; коэффициента трения стяжного троса о стяжные кольца f ; v и ρ . Таким образом, некоторая обобщенная координата стенки невода при его кошельковании может быть представлена в виде функции от системы определяющих параметров:

$$S_{II} = f(\rho, Y, v_{cb}, v_{cn}, H, L, q_c, q_n, q_{cm}, d, a, F_o, v, t, d_c, R_n, F_c, q_b, L_c, EI, T_c, A, f_c, \beta, f, \varepsilon, w, \zeta). \quad (2)$$

III. Процесс подъема на борт судна стяжных колец и выборки сетной стенки невода зависит от: H ; L ; текущей глубины погружения Y ; q_c ; q_n ; q_{cm} ; d ; a ; высоты подъема стяжных колец и сетной части невода h ; веса сетного полотна в воздухе в мокром виде (на 1 м) p_c ; веса в воздухе загрузки по нижней подборе (на 1 м) p_n ; веса в воздухе стяжного троса (на 1 м) p_{cm} ; угла наклона сетного полотна к горизонту при ее выборке на борт судна α ; веса в воздухе оснастки верхней подборы на 1 м p_b ; F_o ; времени подъема на борт судна стяжных колец и выборки сетной стенки невода t ; скорости подъема на борт судна стяжных колец и выборки сетной стенки невода v_n ; EI ; сопротивление сетной части R_n ; натяжения в сетном жгуте $T_{ж}$; коэффициента кинематической вязкости воды ν и от плотности воды ρ . Исходя из общих представлений об изучаемом явлении, можно заключить, что некоторая обобщенная координата стенки невода при подъеме на борт судна стяжных колец и выборки сетной стенки невода может быть представлена в виде функции от системы перечисленных параметров:

$$S_{III} = f(\rho, h, v_n, H, L, q_c, q_n, q_{cm}, d, a, F_o, p_c, p_n, p_{cm}, \nu, t, R_n, p_b, EI, T_{ж}, \alpha, f, \varepsilon, \zeta). \quad (3)$$

Для 3 этапов найдем основные критерии подобия с помощью метода нулевых размерностей (в индикаторном виде) для этапов I - III:

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 = C_{F_o} = 1, & \quad \dot{I}_2 = \beta, & \quad \dot{I}_3 = \alpha, \\ \dot{I}_4 = K_c, & \quad \dot{I}_5 = \frac{C_d C_v}{C_v} = 1, & \quad \dot{I}_6 = \frac{C_R C_a}{C_k C_\rho C_d C_l^2 C_v^2} = 1, \\ \dot{I}_7 = \frac{C_t C_v}{C_l} = 1, & \quad \dot{I}_8 = \frac{C_{EI}}{C_\rho C_v^2 C_l^4} = 1, & \quad \dot{I}_9 = C_f = 1, \end{aligned} \quad (4)$$

где C_{F_o} - масштаб сплошности сети; C_v - масштаб скорости; C_v - масштаб коэффициентов кинематической вязкости среды; C_d - масштаб диаметров ниток, подбор и стяжного троса ($C_d = C_D$, где C_D - масштаб характерного размера раскрывающегося сетного полотна); C_l - масштаб времени протекания процесса; C_l - линейный масштаб; C_R - масштаб сил, одинаковых по природе; C_a - масштаб шага ячеи; C_k - масштаб гидродинамических коэффициентов сопротивления сетного полотна, сетного жгута и стяжного троса; C_ρ - масштаб плотности среды; C_{EI} - масштаб изгибной жесткости стяжного троса и подбор; C_f - масштаб коэффициентов трения стяжного троса о стяжные кольца.

Отметим, что в число определяющих критериев подобия (4) не вошел обобщенный критерий Фруда (Фридман, 1981):

$$P_{\gamma^*} = \frac{C_\rho C_v^2}{C_{\gamma^*} C_d} = 1, \quad (5)$$

где C_{γ^*} - масштаб объемного веса сетного полотна, который представим в виде:

$$C_{\gamma^*} = \frac{C_R}{C_{F_n} C_d} = \frac{C_R C_a}{C_l^2 C_d^2}, \quad (6)$$

где $C_{F_n} = C_l^2 C_d / C_a$ – масштаб площади ниток (Фридман, 1981).

С учетом (6) представим обобщенный критерий Фруда (5) в виде:

$$\frac{C_R C_a}{C_p C_d C_l^2 C_v^2} = 1. \quad (7)$$

Форма записи обобщенного критерия Фруда (7) сходственна с записью критерия Ньютона $П_6$ (4), при условии $C_k=1$, что является обязательным условием моделирования орудий рыболовства и их элементов (Фридман, 1981).

Таким образом, на основании критериев подобия (4) определяются масштабы моделирования кошелькового невода.

Список литературы:

- 1) Ахлынов И.Я. Моделирование погружения нижней подборы кошельковых неводов. Рыбное хозяйство. № 6. 1975. С. 46-49.
- 2) Белов В.А.. Гидродинамика нитей, сетей и сетных орудий лова. Калининград. 2000. С. 200.
- 3) Герман Б.И., Кулагин В.Д., Печерский Б.Г. Особенности моделирования разноглубинного кошелькового невода// Труды КТИРПиХ. Теория, проектирование и эксплуатация рыболовных систем. Вып. 79. 1978. С. 52-58.
- 4) Кручинин О.Н. Тактика замета кошелькового невода и способы управления поведением рыб в зоне облова. Издательство ФГУП «ТИНРО-центр». Владивосток. 2006 С. 128.
- 5) Недоступ А.А. К вопросу исследования скорости погружения стенки кошелькового невода// Материалы международной научно-технической конференции «Наука и образование - 2008»/ МГТУ. Мурманск. 2008. 746 - 749.
- 6) Фридман А.Л. Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства. М. 1981. с. 327.
- 7) Хмаров В.В. К вопросу моделирования погружения нижней подборы кошельковых неводов. Труды ТИНРО. Том 61. 1967. С. 271-282.
- 8) Kim K., Lee C-W., Kwon B., Cha B., and Won S. Dynamic simulation of a purse seine net behavior/ International workshop - Methods for the development and evaluation of maritime technologies DEMAT 2001. V 2. 2002. Rostock. p. 121 - 128.
- 9) Kim K., Lee C-W., Kim H., Cha B. Verification of mathematical model on purse seine gear through sea trials and dynamic simulation/ International workshop - Methods for the development and evaluation of maritime technologies DEMAT 2005. V 4. 2006. Busan. p. 27-40.
- 10) Nakamura H., Igarashi S. Studies on the fishery of mackerel by purse seines on the sea off Southwest Hokkaido. Some experiments of the representative model nets made of Nylon, Uron and Cremona thread respectively. Bull. Of the fac. Of fish Hok. Univ, 1967. 18. №1, 26-39.
- 11) Won S., Lee C., Kim Y., Kim H., Cha B., Kim H. Model experiments to estimate a purse seine net shape during the shooting and pursing/ International workshop - Methods for the development and evaluation of maritime technologies DEMAT 2001. V 2. 2002. Rostock. p. 129 - 136.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПОДХОДОВ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ПЕРЕДАВАЕМОГО (ТЯГОВОГО) УСИЛИЯ НЕВОДОВЫБОРОЧНЫХ МАШИН ФРИКЦИОННОГО ТИПА ПРИ ВЫБОРКЕ ОРУДИЯ ЛОВА

Орлов Е.К., Недоступ А.А. (Калининград, КГТУ, кафедра промышленного рыболовства, orlovhome@mail.ru, nedostup@klgtu.ru)

Abstract. The problem of maintenance of necessary traction effort of the frictional mechanism consider as a problem of maintenance of necessary force of friction between the mechanism and the fishing gear.

Работа механизмов фрикционного типа (МФТ), применяемых для выборки орудий лова, основана на использовании силы трения, возникающей при контакте орудия лова с поверхностью тягового барабана МФТ. Сила трения удерживает орудие лова на поверхности вращающегося барабана и обеспечивает их совместное перемещение. В этом случае величина силы трения соответствует тяговому усилию МФТ:

$$F = P = S_1 - S_2 = S_2 (e^{\mu\alpha} - 1), \quad (1)$$

где F – сила трения; P – тяговое усилие МФТ; S_1 – натяжение набегающей ветви орудия лова; S_2 – натяжение сбегающей ветви орудия лова; μ – коэффициент трения; α – угол, характеризующий дугу контакта.

В связи с этим, задача обеспечения необходимого тягового усилия МФТ должна рассматриваться как задача обеспечения необходимой силы трения.

Трением называют сопротивление, возникающее при относительном перемещении в плоскости касания двух соприкасающихся тел, находящихся под действием нормального давления, т. е. нагрузки N (Крагельский, 1977). Известно, что поверхности реальных тел не являются идеально гладкими. Микрорельеф поверхностей образован шероховатостью, имеющей выступы и впадины. Различные материалы имеют различную шероховатость. Под действием нагрузки N в пределах упругого и пластического контактов выступы поверхностей взаимно внедряются. Внедрившиеся выступы взаимно зацепляются. При соприкосновении двух таких поверхностей контакт не будет сплошным. Лишь отдельные участки поверхности будут воспринимать приложенную к телам нагрузку. Сумма таких дискретных площадок контакта образует фактическую площадь контакта A_f (ФПК). ФПК изменяется прямо пропорционально нагрузке N . Рост ФПК при увеличении нагрузки происходит в основном за счет увеличения числа контактов при незначительном изменении среднего диаметра пятна контакта. Рост ФПК при неизменной нагрузке N возможен при увеличении номинальной площади контакта A_n (НПК), т.е. площади, по которой соприкасались бы тела, имея они идеально гладкую поверхность.

Сила трения F представляет собой равнодействующую сил тангенциальных сопротивлений, возникающих на реальных пятнах контакта при скольжении одного тела по поверхности другого. Вследствие дискретной природы контакта двух твердых тел, обусловленного шероховатостью ξ , для расчета равнодействующей тангенциальных сопротивлений в первом приближении можно применять принцип суммирования сопротивлений, возникающих в единичных фрикционных связях, составляющих ФПК, т.е.

$$F = \sum_{i=1}^n F_i. \quad (2)$$

Следовательно, сила трения будет тем больше, чем больше ФПК. Рост ФПК может проходить по трем направлениям:

- 1) изменение нагрузки N ;
- 2) изменение НПК за счет изменения геометрических размеров контактирующих тел;
- 3) замена одного из контактирующих материалов на другой с большей шероховатостью.

Таким образом, сила трения F представляет собой функцию:

$$F = f(N, A_n, \xi). \quad (3)$$

На основании этого анализа предлагается следующая систематизация подходов по увеличению передаваемого (тягового) усилия невоодыборочных машин фрикционного типа:

1. Увеличение нормальной нагрузки

Нормальная нагрузка N на МФТ создаётся совместным натяжением набегающей и сбегающей ветвей S_1 и S_2 . Увеличение нагрузки N возможно за счет повышения натяжения ветвей S_1 и S_2 путем увеличения высоты подвески H фрикционного механизма над палубой (см. рис. 1).

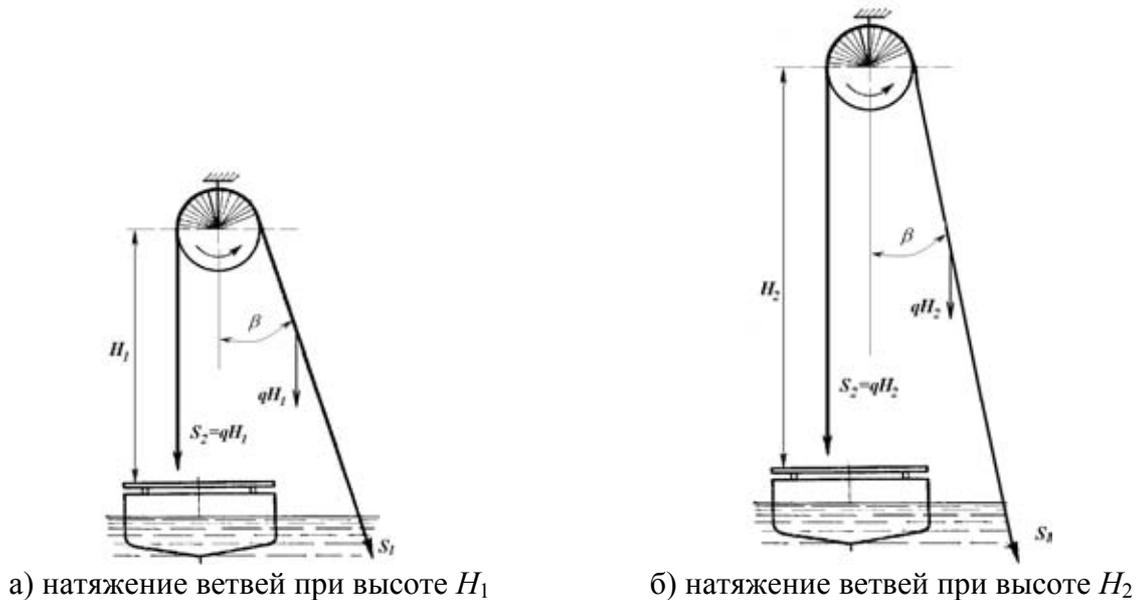


Рис. 1. Увеличение нагрузки N за счет увеличения высоты H подвески фрикционного механизма

В общем виде натяжение в сбегающей ветви S_2 :

$$S_2 = qH, \quad (4)$$

где q - вес в воздухе единицы длины жгута орудия рыболовства.

Таким образом, натяжение, действующее на сбегающий конец ветви – вес спадающей ветви невода. Соответственно, чем выше подвешен МФТ и чем больше весит каждый метр кошелькового невода, тем больше произведение qH и тем большее тяговое усилие развивает механизм (Торбан, 1971).

В общем виде натяжение в набегающей ветви S_1 :

$$S_1 = \frac{qH}{\cos \beta} + T, \quad (5)$$

где T - натяжение в жгуте кошелькового невода; β - угол наклона касательной набегающей ветви от вертикали (см. рис. 1).

Натяжение в жгуте кошелькового невода представим, как результирующую силу:

$$T = \sqrt{R_n^2 + G_n^2}, \quad (6)$$

где R_n - сила сопротивления части невода, которая находится в воде; G_n - вес в воде части кошелькового невода, которая находится в воде.

Подставим выражения (4), (5) и (6) в формулу (1), получим:

$$F = qH \left(\frac{1}{\cos \beta} - 1 \right) + \sqrt{R_n^2 + G_n^2}. \quad (7)$$

Значение угла α зависит от величины угла β :

$$\alpha = 180^\circ - \beta. \quad (8)$$

Выразим из (8) угол β и подставим его в формулу (7), тогда:

$$F = qH \left(-\frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right) + \sqrt{R_n^2 + G_n^2}. \quad (9)$$

Формула (9) справедлива для диапазона углов $90^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ и $0^\circ \leq \beta < 90^\circ$. При $\beta = 90^\circ$:

$$F = T - R_n. \quad (10)$$

На основании формулы Эйлера $S_1 = S_2 e^{\mu\alpha}$ и формул (4) и (5), выразим T :

$$T = qH \left(e^{\mu\alpha} - \frac{1}{\cos \beta} \right). \quad (11)$$

Также величину нормальной нагрузки можно увеличить путём приложения дополнительной внешней нагрузки при помощи прижимного ролика (см. рис. 2).

Ролик в точке контакта с барабаном создаёт дополнительную силу трения, равную μN . Это позволит получить дополнительное тяговое усилие и приведёт к снижению значения S_2 .

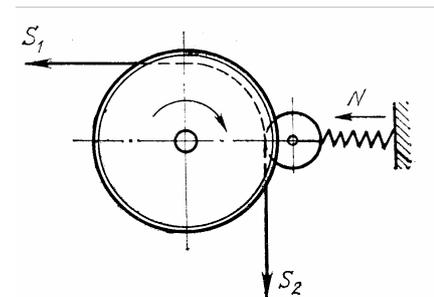


Рис. 2. Схема применения прижимного ролика

2. Увеличение номинальной площади контакта

Номинальная площадь контакта A_n растет с одной стороны, при увеличении угла обхвата α , а с другой стороны – при увеличении количества поверхностей контакта.

Увеличение угла обхвата:

- 1) изменение направления набегания ветви (см. рис. 3);

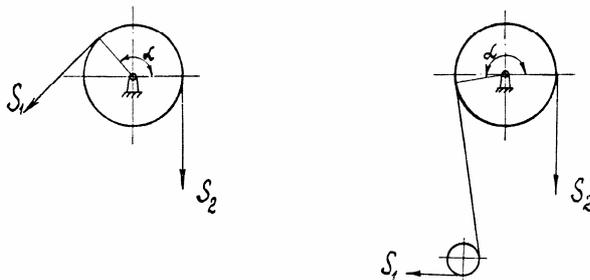


Рис. 3. Увеличение угла обхвата α изменением направления набегания ветви

- 2) последовательная установка нескольких МФТ (см. рис. 4);

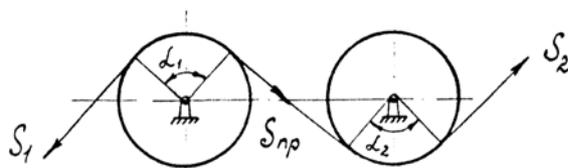


Рис. 4 – Увеличение угла обхвата α последовательной установкой МФТ

- 3) укладка на барабан нескольких витков каната (см. рис. 5);

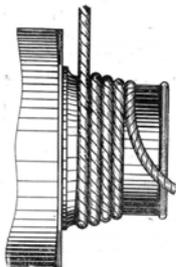


Рис. 5. Увеличение угла обхвата α укладкой на турачку четырёх витков каната

3. Увеличение количества поверхностей контакта

Увеличение количества поверхностей контакта обеспечивается добавлением к цилиндру боковых стенок (см. рис. 6). Из практики работы ременных передач известно, что наибольший эффект достигается при установке боковых стенок под углом $\beta = 30 \dots 40$ (клиновидный профиль).



а) одна поверхность контакта б) три поверхности контакта
Рис. 6 – Увеличение поверхностей контакта за счет боковых стенок

3. Фрикционная характеристика материалов

Величина силы трения F и шероховатость зависят от материалов, составляющих трибопару. Поскольку F и шероховатость оказывают влияние на коэффициент трения, то его можно считать фрикционной характеристикой взаимодействующих материалов. При сравнении фрикционных характеристик материалов необходимо исключить влияние нагрузки N и номинальную площадь контакта на величину коэффициента трения. Для этого сравнивать фрикционные характеристики необходимо при одном и том же значении нагрузки N и одинаковой номинальной площади контакта. Лучшей фрикционной характеристикой будет обладать та пара материалов, у которой коэффициент трения будет больше.

Список литературы:

- 1) Крагельский И.В., Добычин М. Н., Комбалов В. С. Основы расчётов на трение и износ. «Машиностроение». М. - 1977. С. 181.
- 2) Торбан С.С. Промысловые механизмы для комплексной механизации кошелькового лова рыбы. «Пищевая промышленность». М. - 1971. С. 92-96.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРЕНИЯ И ДУГИ КОНТАКТА НА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКЕ ТРЕНИЯ С КОНТАКТОМ ПО ОБРАЗУЮЩЕЙ

Орлов Е.К. (Калининград, КГТУ, кафедра промышленного рыболовства, orlovhome@mail.ru)

Abstract. The technique of definition of coefficients of friction on laboratory installation which also allows to share, an arch of contact into an arch of rest and an arch of sliding is submitted.

Исследования процесса выборки орудий лова механизмами фрикционного типа (МФТ) включают в себя определение коэффициентов трения μ для всего многообразия трибопар, образованных материалами, применяемыми для орудий лова и тяговых барабанов МФТ.

Для определения коэффициентов трения μ используют установки двух типов: 1) установки, в которых образец сетематериалов контактирует с плоскостью (Полуляк, 1975); 2) установки, в которых образец сетематериалов контактирует с диском по образующей поверхности (Крагельский, 1977).

На лабораторной установке трения с контактом по образующей схема взаимодействия образца сетематериалов с исполнительным органом соответствует схеме одного из методов оценки фрикционных свойств материалов (см. рис. 1), рекомендованного И.В. Крагельским (Крагельский, 1977).

Лабораторная установка кафедры промышленного рыболовства ФГОУ ВПО «КГТУ» представлена на рис. 2. Такая установка в полной мере воспроизводит физику процесса трения, имеющего место при взаимодействии орудия лова и МФТ.

При проведении экспериментальных работ использовалось следующее оборудование (см. рис. 1):

- 1) стенд, выполненный на базе лебедки ЛЭ-4;
- 2) съемные макеты исполнительных органов: стальной цилиндр, $D_0=64$ мм; стальной цилиндр, $D_0=96$ мм; стальной цилиндр, $D_0=126$ мм; стальной цилиндр $D_0=116$ мм, оклетнёванный капроновым канатом КК30; стальной шкив с углом наклона щек $\beta=36^\circ$, $D_0=148$ мм;
- 3) самописец комплекса IS-5000S "АВТОГРАФ" фирмы "Шимадзу";
- 4) датчики усилий типа LU-0005 S (5 кг) и LU-0100 S (100 кг) комплекса IS-5000 "АВТОГРАФ";
- 5) канат капроновый КК 30 мм 56 ктекс Об ГОСТ 10293-77 длиной $l = 1,5$ м (мокрый);
- 6) набор грузов до 1,2 кг;
- 7) весы аптечные с разновесами.

Методика проведения экспериментов:

- 1) на вал лебедки ЛЭ-4 устанавливался съёмный макет исполнительного органа;
- 2) вес мокрого каната P определялся взвешиванием его на весах;
- 3) канат укладывался на исполнительный орган, набегающая ветвь каната присоединялась к датчику усилий, а сбегающая нагружалась грузом;
- 4) включался самописец;

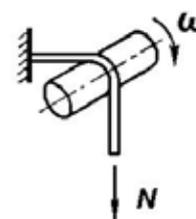


Рис. 1. Схема установки для испытаний материалов трением

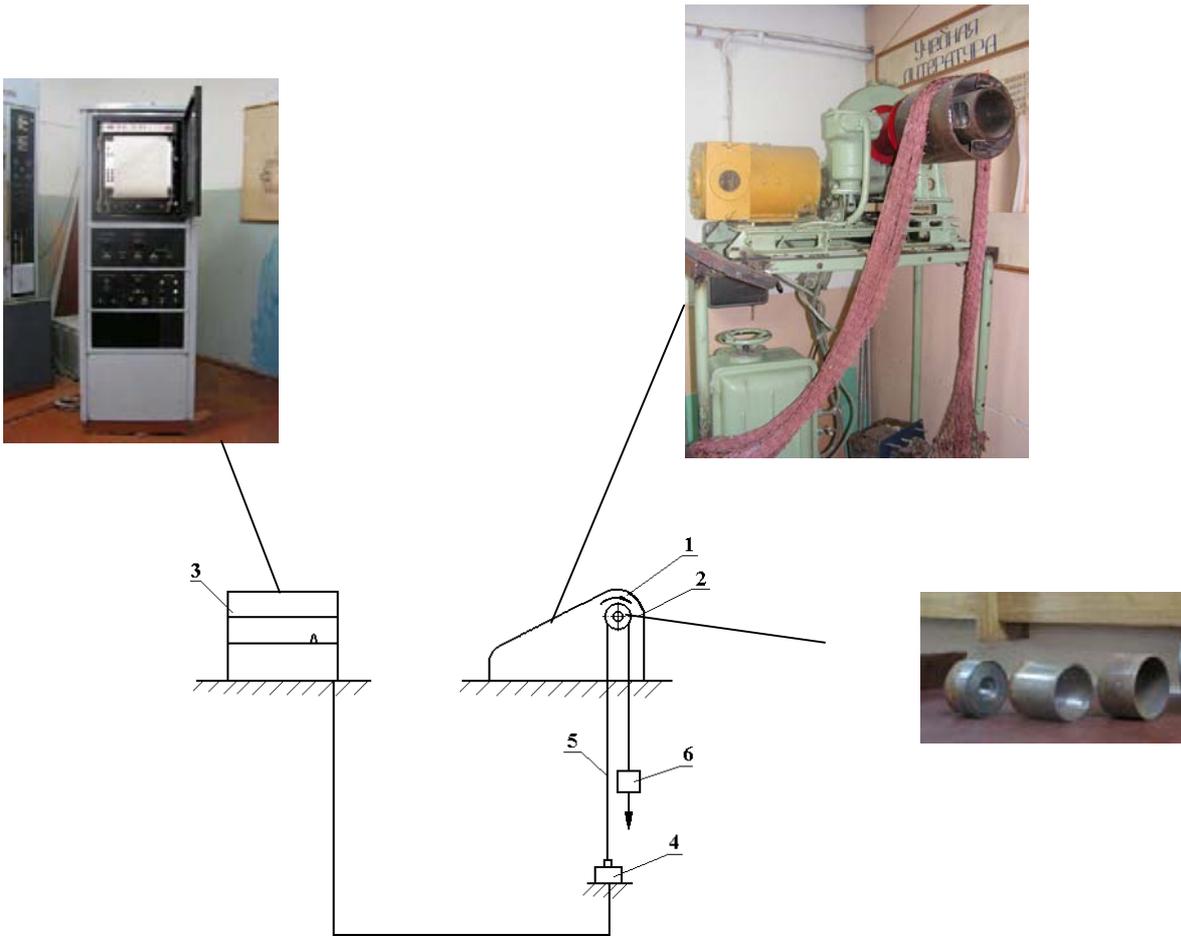
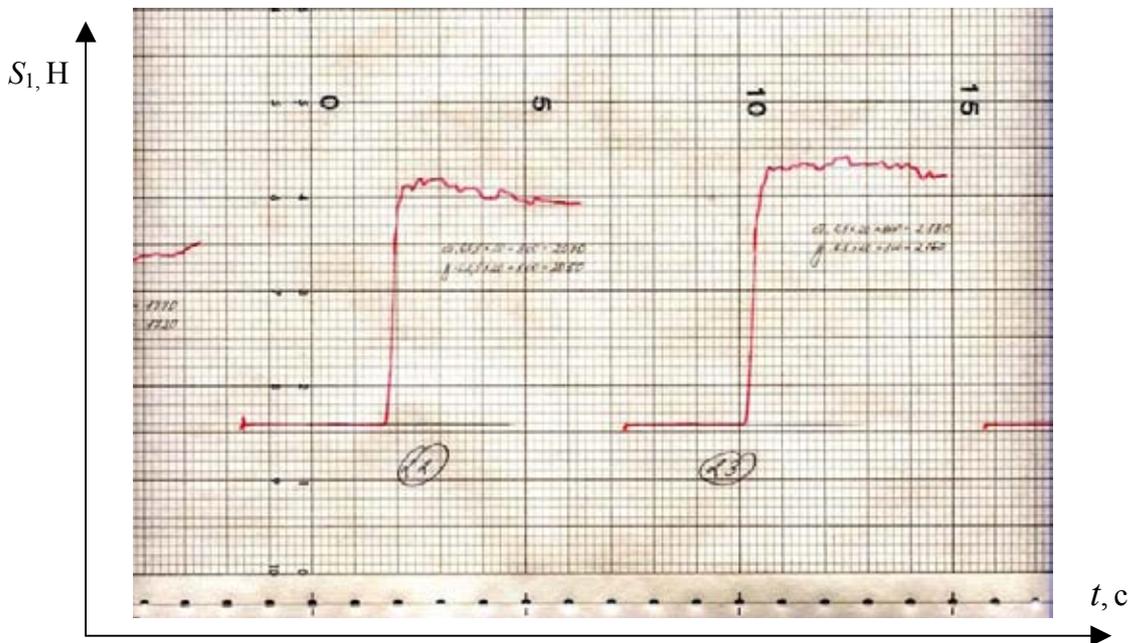


Рис. 2 - Лабораторная установка для определения коэффициентов трения



Эксперимент № 22
 трибопара: канат капроновый (мокрый) - стальной цилиндр $D_0=126$ мм; угол обхвата $\alpha=180^\circ$; $S_2=8370$ Н

Эксперимент № 23
 трибопара: канат капроновый (мокрый) - стальной цилиндр $D_0=126$ мм; угол обхвата $\alpha=180^\circ$; $S_2=9370$ Н

Рис. 3. Динамограммы натяжения набегающей ветви капронового каната $S_1=f(t)$

- 5) включалась лебедка, приводя во вращение исполнительный орган;
- 6) при помощи самописца проводилась запись показаний датчика усилий, соответствующих натяжению набегающей ветви S₁;
- 7) замерялась длина сбегающей ветви каната l_{сб};
- 8) лебедка и самописец выключались.

Было проведено 5 серий экспериментов: *серия № 1* со стальным цилиндром $D_0 = 64$ мм; *серия № 2* со стальным цилиндром $D_0 = 96$ мм; *серия № 3* со стальным цилиндром $D_0 = 126$ мм; *серия № 4* со стальным цилиндром $D_0 = 116$ мм, оклетнёванным канатом капроновым ККЗО мм; *серия № 5* со стальным шкивом с углом наклона щек $\beta = 36^\circ$, $D_0 = 148$ мм. Общее количество экспериментов составило 84 (НПО промысловства, 1991).

В качестве примера на рис. 3 приведены динамограммы натяжения набегающей ветви S₁, полученные при проведении экспериментов №22 и №23 серии 1.

Основным недостатком этого метода считается расчет коэффициента трения μ из уравнения Эйлера:

$$S_1 = S_2 e^{\mu\alpha}, \quad (1)$$

где S₂ - натяжение сбегающей ветви орудия лова; α – угол, характеризующий дугу контакта.

Это уравнение составлено для случая скольжения нити по неподвижному цилиндру. Взаимодействие орудия лова и фрикционного механизма носит иной характер. Экспериментально установлено (Торбан, 1977), что на дуге контакта существуют два участка, на которых реализуются разные фазы трения скольжения. На одном участке действует фаза предварительного смещения. Этот участок называется дугой покоя и характеризуется коэффициентом трения покоя или статическим коэффициентом трения $\mu_{ст}$. На дуге покоя орудие лова перемещается вместе с фрикционным барабаном, т.е. осуществляется процесс выборки. На другом участке действует фаза скольжения. Этот участок называется дугой скольжения и характеризуется коэффициентом трения скольжения или динамическим коэффициентом трения $\mu_{дин}$. На дуге скольжения орудие лова скользит по поверхности фрикционного барабана в направлении, противоположном направлению вращения фрикционного барабана (см. рис. 4).

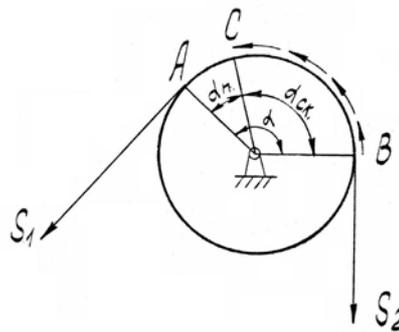


Рис. 4. Схема разделения дуги контакта на дугу покоя (AC) и дугу скольжения (CB)

В 2000 году на Международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию Калининградского государственного технического университета, был сделан доклад «Исследование возможности выборки трала механизмами фрикционного типа» (Орлов, 2000), в котором было предложено рассчитывать коэффициент трения покоя μ_n с использованием зависимости Амонтонна:

$$F_i = \mu_{n0} N_i, \quad (2)$$

где F_n - сила трения; N_n - нормальная сила покоя.

Значение силы трения покоя определяется как

$$F_i = S_{1i} - S_2. \quad (3)$$

Значение нормальной силы покоя определяется как

$$N_i = S_{1i} + S_2. \quad (4)$$

Значение коэффициента трения покоя определяется как

$$\mu_i = F_i / N_i = (S_{1i} - S_2) / (S_{1i} + S_2). \quad (5)$$

Если теперь подставить в уравнение Эйлера (1) значения всех параметров, полученных в ходе экспериментов (S_{1n} , S_2 , α) и μ_n , рассчитанного с использованием зависимости Амонтона, то в уравнении Эйлера (1) равенство будет нарушено и оно превратится в неравенство. Причиной этому служит завышенное значение угла α , поскольку дуга покоя меньше полной дуги контакта.

Значение угла для дуги покоя α_n следует находить из уравнения Эйлера, поскольку значения S_{1n} , S_2 и μ_n уже известны:

$$\alpha_i = \frac{\ln S_{1i} - \ln S_2}{\mu_i}. \quad (6)$$

После того, как определён угол α_n для дуги покоя, можно определить угол $\alpha_{ск}$ для дуги скольжения:

$$\alpha_{н\ddot{e}} = \alpha - \alpha_i. \quad (7)$$

Такой подход даёт возможность определить значения дуг скольжения и покоя. В качестве примера в таблице приведены результаты экспериментов серии 2 на лабораторной установке трения с контактом по образующей.

Таблица. Результаты экспериментов серии №2
на лабораторной установке трения с контактом по образующей

Исполнительный орган	S_2 , Н	S_1 , Н		F_n , Н	N_n , Н	μ_n	α_n		$\alpha_{ск}$, град
		S_{1n}	$S_{1н\ddot{c}р}$				рад	град	
Стальной цилиндр $D_0=96$ мм	5346	11700	11463,3	6117,3	16809,3	0,364	2,10	120	60
		11370							
		11320							
	8346	17350	17406,7	9060,7	25752,7	0,352	2,09	120	60
		17500							
		17370							
	11346	24150	24133,3	12787,3	35479,3	0,360	2,09	120	60
		23750							
		24500							

Примечание: $S_{1н\ddot{c}р}$ - среднее значение натяжения покоя набегающей ветви S_{1n}

Список литературы:

- 1) Полуляк С. И. Методика исследования процесса трения элементов сетного полотна о рабочие поверхности неводовыборочных машин//Рыбное хозяйство, №12, 1977. С. 47-48.
- 2) Крагельский И. В., Добычин М. Н., Комбалов В. С. Основы расчётов на трение и износ. «Машиностроение». М. - 1977.С. 444-445.
- 3) Торбан С. С. Промысловые механизмы для комплексной механизации кошелькового лова рыбы. «Пищевая промышленность». М. - 1971. С. 88-90.

- 4) Создание средств непрерывной выборки тралов повышенных размерений с использованием механизмов навивного, транзитного и фрикционного типа: Техническая проработка/НПО промысловства.- Калининград, 1991.- Отв. исполн. В.В. Лебедев; Соисполн. В. В. Суслов, Е. К. Орлов. С. 67-70.
- 5) Орлов Е.К. Исследование возможности выборки трала механизмами фрикционного типа// Сб. тезисов докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию Калининградского государственного технического университета. - Калининград, 2000 г. – Часть I "Промысловство", с.314.

САМООЦЕНКА КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВ КОМПАНИИ ПО ДАННЫМ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ

Пасечников М.А., Душин В.Л, Майков А.Б. (Мурманск, МГТУ, каф. судоходства)

По данным Международной морской организации (ИМО) значительная часть аварийных случаев с судами мирового флота связана с так называемым «человеческим фактором». В целях обеспечения международного стандарта по управлению безопасной эксплуатацией судов был введен Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судна и предотвращением загрязнения моря (International Management Code for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention – ISM Code). Он был принят резолюцией А.741 (18) 04.11.93 г. как стандарт по внедрению системы управления безопасностью (СУБ) и предотвращения загрязнения. Причинами внедрения МКУБ является стремление к уменьшению влияния «человеческого фактора», улучшение взаимосвязи между судном и Компанией, обеспечение безопасности грузовых операций, снижение количества несчастных случаев и уменьшение риска загрязнения моря и окружающей среды. Главная идея МКУБ - переход от обеспечения и контроля безопасности мореплавания и охраны окружающей среды к управлению ими в рамках структуры компании.

В этом стандарте были определены функциональные требования к СУБ компании, процедуры управлений, которые призваны максимально уменьшить вероятность появления ошибок и устранить влияние «ошибки человека». Кроме того, была определена необходимость функциональной диагностики СУБ в части оценки ее эффективности. Опыт использования МКУБ как на международном уровне, так и на национальном уровне показал необходимость поиска эффективных методик функциональной диагностики СУБ.

Признанная организация – Российский Морской Регистр Судоходства 04.07.06 г. утвердила Рекомендацию по самооценке эффективности системы управления безопасностью судоходных компаний НД-2 089902-001. В этом документе, в частности, отмечено (п.4.1.8.), что «зачастую на судах анализ состояния СУБ производится формально, что не только вводит судоходную компанию в определенное заблуждение относительно функционирования ее СУБ, но и затрудняет принятие эффективных управляющих решений по совершенствованию СУБ самой компании».

РМРС была предложена «модель совершенства СУБ судоходной компании» в которой было использовано словесное описание состояния и степени решенности задач в ключевых областях и соответствующие им численные коэффициенты (факторы). Словесное описание факторов соответствует статистическим данным Службы по освидетельствованию СУБ и ОК и С ГУР РС, информации Парижского Меморандума по контролю судов и результаты добровольного освидетельствования СУБ некоторых судоходных компаний. В модели совершенства СУБ судоходной компании определены численные значения критериев А, В, С, D, E, F характеризующих ключевые области и соответствующие разделы МКУБ, далее по каждой ключевой области формируется массив численных значений оценок факторов, имеющих существенное значение для данной ключевой области. Каждая ключевая область в зависимости от ее влияния на безопасность эксплуатации характеризуется своим весовым коэффициентом. Сумма критериев определяет численное значение средневзвешенного коэффициента системы по которому определяется уровень

совершенства СУБ судоходной компании. В зависимости от процентного соотношения коэффициента совершенства СУБ компании и максимально возможного численного значения моделью совершенства предусматриваются начальный (меньше 60%), стабильный (меньше 80%) и управляемый (больше 80%) уровни состояния функционирования СУБ.

Внедрение рекомендаций РМРС по самооценке эффективности СУБ судоходных компаний в конце 2006 года унифицировало систему критериев самооценки, предложило форму сводного отчета и определило план мероприятий по улучшению их деятельности.

В дипломной работе, выборочно, по некоторым судам компании ОАО «Мурманский траловый флот» проведен анализ эффективности СУБ по предлагаемой методике за период с 2003 по 2007 г.г. При формировании оценки по критериям учитывались результаты периодических освидетельствований СУБ судов по перечню факторов соответствующих разделам МКУБ. Расчет оценки уровня совершенства СУБ по десятибалльной шкале осуществлялся по программе «Экспертная система: Оценка уровня совершенства СУБ Компании». Результаты расчета уровня совершенства СУБ η представлены в табл.1

Таблица.1

Год	2004	2005	2006	2007
η	0,37	0,39	0,42	0,36

Из приведенной таблицы следует, что эмпирически полученные показатели уровня совершенствования η характеризуют состояние СУБ компании как «начальный». В тоже время обработка эмпирических данных и построение уравнения регрессии позволяют говорить все же о небольшой, но положительной динамике показателя уровня совершенствования. Таким образом, внедрение рекомендаций РМРС по самооценке эффективности СУБ судоходных компаний не только унифицирует подход к самооценке состояния функционирования СУБ и позволяет составить план мероприятий по улучшению деятельности СУБ, но, кроме того, дает возможность оценить в перспективе динамику уровня совершенствования системы управления состоянием безопасной эксплуатации судов компании.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ СУДОВЫМ И БЕРЕГОВЫМ ПЕРСОНАЛОМ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ СУДОВ РЫБОЛОВНОЙ КОМПАНИИ

Пеньковская К.В., Кузьминых И.С., Помахо С.В. (*Мурманск, МГТУ, каф. судовождения*)

Происходящие в мировой экономике процессы, меняющиеся отношения между предложениями и запросами рынков приводит к изменению роли безопасности и качества в обеспечении конкурентоспособности рыболовных компаний. Поэтому потребовалась единая концепция обеспечения качества и безопасности, основанная на подчиненности товаропроизводителей запросам потребителей и интересам общества в целом. В современных условиях система обеспечения безопасности и качества становится «тотальной». Это означает, что любой сотрудник компании, не зависимо от занимаемой должности и возложенных на него обязанностей, является неотъемлемой «частью» системы. Более того, в рамках МКУБ безопасность должна обладать свойством транзитивности, начинаясь на высшем административном уровне компании, и распространяясь на более низкий уровень руководителей и рядовых сотрудников. В таких условиях «человеческих фактор» должен приниматься за центральную фигуру в системе управления безопасностью, рассматриваемую с позиции организационных систем.

Целью настоящего исследования является разработка методики оценки качества управления судовым и береговым персоналом в системе управления безопасной эксплуатацией судов рыболовной компании. Для достижения поставленной цели была составлена структура подчиненности СУБ рыболовного судна, рассмотрены и рекомендованы к использованию приемы оценки управленческой деятельности командного состава и деятельности рядового состава судна. Кроме того, выделен набор факторов, позволяющих стимулировать деятельность как судового, так и берегового персонала СУБ при управлении состоянием судов компании.

Оценку деятельности управляющего персонала СУБ судна, функционирующего в рамках структуры подчиненности можно свести к ответам на простые вопросы: насколько соответствуют актуализованные способности членов экипажа судна их квалификационным требованиям и должностям. А если те или иные способности соответствуют не вполне принятым показателям, то очень важно узнать потенциал работника: способен ли конкретный человек достичь нужного уровня или задатки этих способностей у него на сегодня отсутствуют.

В настоящее время существует довольно много подходов к проблеме оценки способностей к управлению и способностей выполнять определенные функциональные обязанности. Наиболее многочисленны методики оценки, в основе которых лежит мультифакторная концепция способностей, согласно которой эффективный сотрудник СУБ должен обладать определенным набором качеств. Однако единого взгляда на то, каким является этот набор, пока не существует. Вторая, менее многочисленная группа методик оценки базируется на понятии «фактора G», т.е. могут определяться каким-то одним, общим фактором. Выполненный в дипломной работе анализ показал, что применительно к судовым СУБ для рядовых исполнителей наиболее предпочтительными методиками можно считать такие, которые базируются на понятии «фактора G». В тоже время для оценки качества управленческой деятельности персонала в структуре подчиненности целесообразно привлекать тест «Позиция», на основе которого сегодня создана целая технология диагностики систем управления.

Позиционная оценка способностей к управлению командного состава СУБ в рамках структуры подчиненности имеет серьезные преимущества по сравнению с другими способами оценки. Она проста и технологична, ее можно применять в массовом масштабе. Поэтому именно позиционную оценку способностей к управлению командного состава СУБ целесообразно рекомендовать к использованию в СУБ рыболовной компании.

Управление персоналом на уровне компании представляет собой важный элемент более широкого понятия - управления человеческими ресурсами, хотя на практике оба эти термина зачастую используются взаимозаменяемо, как синонимы. Такая взаимозаменяемость подчеркивает тот факт, что люди, используемые в качестве персонала СУБ, являются ресурсами, которые не менее важны, чем финансовые или материальные ресурсы, и которым так же следует уделять внимание и заботу. Управление человеческими ресурсами в СУБ компании должно иметь долгосрочную перспективу, стремиться к интегрированию всех аспектов человеческих ресурсов компании в единое целое и установлению высоких целей для сотрудников. Подход, характерный для управления человеческими ресурсами на уровне компании должен основываться на прямых коммуникациях с работниками, а не только с их коллективными представителями. Более того, такой подход должен дополнительно использовать:

- разработку организационной культуры, которая была бы благоприятной для внедрения гибких методов работы;
- участия работников в выработке групповых решений;
- улучшения долгосрочных возможностей работников, а не только достижения уровня конкурентоспособности в выполнении своих текущих обязанностей.

Управление человеческими ресурсами на уровне компании должно дополнительно включать применение мер, призванных вдохновлять и мотивировать судовой и береговой персонал СУБ, информирование персонала о подробностях общих целей, поставленных перед компанией, разработку политики для обеспечения лояльности и преданности персонала своей компании. На судне система мотивации может складываться из материального и морального поощрения, а так же самоутверждения. Материальное поощрение – это заработная плата и ставки, вознаграждение за результаты, премии из дохода или прибыли, компенсации. Моральное поощрение – это стимулы, направленные на удовлетворение духовных и нравственных потребностей человека: благодарности, почетные грамоты, доски почета, почетные звания, повышение в должности. Самоутверждение – это внутренние движущие силы человека, побуждающие его к достижению поставленных целей без прямого внешнего поощрения. Поэтому в систему мотивации как судового, так и берегового персонала СУБ компании целесообразно включить непрерывное обучение. Работа становится гораздо интереснее, что обеспечивает быстрый рост квалификации. Появляется стимул к учебе, что и ведет к совершенствованию личности и существенно влияет на безопасность и качество выполняемой работы.

При управлении береговым управленческим персоналом СУБ важна его ротация, которая может выполняться в плановом порядке. Ротация расширяет кругозор, помогает состыковать смежные процессы, создает неформальные дружеские связи, способствует разрешению межфункциональных проблем. Конечно, система ротации не должна касаться командного состава СУБ судна, но вполне применима для рядовых членов экипажа.

Управление персоналом в судоходной компании должно вестись по четырем направлениям: корпоративная преданность, компетентность, командная согласованность и корпоративная эффективность с точки зрения затрат. Под

корпоративной преданностью подразумевается лояльность сотрудников по отношению к компании, личная мотивация и привязанность к своей работе. Компетентность касается уровня квалификации работников, их профессиональных навыков, необходимости их подготовки и переподготовки и потенциала для исполнения работы более высокого уровня. Этот показатель можно оценить, если использовать систему аттестации сотрудников с ориентацией на перечень профессиональных навыков.

Таким образом, в общем, политика управления как судовым, так и береговым персоналом СУБ компании должна быть сконструирована так, чтобы привлекать, удерживать и мотивировать высокопрофессиональных компетентных сотрудников. Кроме того, эта политика должна учитывать командную согласованность, при которой руководство и персонал СУБ компании разделяют взгляды на цели организации и работают совместно для их достижения. В правильно управляемой СУБ компании персонал всех уровней должен с единой позиции оценивать факторы, определяющие и процветание компании, и будущие ее перспективы.

АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ МОРСКИХ СУДОВ РФ В ПЕРИОД 2003 – 2007 г.г.

Рамков И.А., Анисимов А.Н. (МГТУ, кафедра управления судном)

Из года в год увеличивается оснащённость морских судов последними достижениями науки и техники в соответствии с требованиями международных норм и правил. К этому следует добавить и такие меры по повышению безопасности морского судоходства, как внедрение и усовершенствование систем управления движением судов в портах и узкостях, создание современных программ и методик для курсов повышения квалификации командного состава судов, принятие и ратифицирование международных документов по повышению уровня безопасности мореплавания и т. д.

Однако аварийность морских судов на протяжении долгих лет продолжает оставаться высокой. Анализ аварийности морских судов РФ по ведомствам за последние несколько лет демонстрирует, что тенденций к её снижению не наблюдается. За период 2003 – 2007 г.г. она сохранялась практически на одном уровне с незначительными отклонениями. Так, в 2004 году наблюдалось некоторое снижение количества морских происшествий.

На рисунках 1 и 2 представлены данные Минтранса и капитанов морских рыбных портов за отмеченный период.

Из приведенной статистики видно, что более 50 % всех аварийных случаев (АС) имеют навигационный характер. Из них наиболее часто встречаются посадки на грунт – 55 %, столкновения и навалы – 28 %, потеря остойчивости – 17 %. Среди судов рыбопромыслового флота распространена намотка на винторулевой комплекс, составляющая 22 % от общего количества АС с судами этой отрасли.

Следует отметить, что структурная перестройка рыбной отрасли страны отразилась, как на состоянии аварийности судов, так и на регулярности и достоверности сбора и учета информации по АС. Так, в 2006 году данные о количестве АС были получены от капитанов 8 морских рыбных портов из 16. Исходя из этого, можно допустить, что аварийность морских судов рыбопромыслового флота за данный период занижена, поскольку сбором и анализом информации об АС централизованно и ответственно занимались не все капитаны морских рыбных портов, это, в свою очередь, отражается на качестве профилактических мер и уровне безопасности мореплавания в данных регионах.

Из АС навигационного характера большинство их связано с неудовлетворительной организацией штурманской службы на судах, невыполнением требований МППСС-72, недостаточным знанием судоводителями маневренных характеристик и возможностей судов, вследствие которых происходят навалы на причальные и другие гидротехнические сооружения, столкновения с другими судами или плавающими объектами, посадки на грунт и т.д.

В основе аварийных случаев, происшедших по техническим причинам, лежат нарушения правил технической эксплуатации, физическая изношенность корпусов, судовых устройств, механизмов ввиду старения морских судов, возраст которых превышает пределы допустимого. Это еще одна проблема обеспечения безопасности мореплавания. Средний возраст судов поднадзорных Российскому морскому регистру судоходства – 24,3 года.

Пожары и взрывы также относятся к техническим причинам морских аварий, но имеют не столь выраженную связь с проблемами мореплавания. Поэтому проблему пожаробезопасности можно рассматривать отдельно, связывая ее не с мореплаванием, а с безопасностью жизнедеятельности в целом.

Рис.1. АС на судах рыбопрмыслового флота и на судах морского флота РФ в % к общему количеству АС за период 2003-2007 г.г.

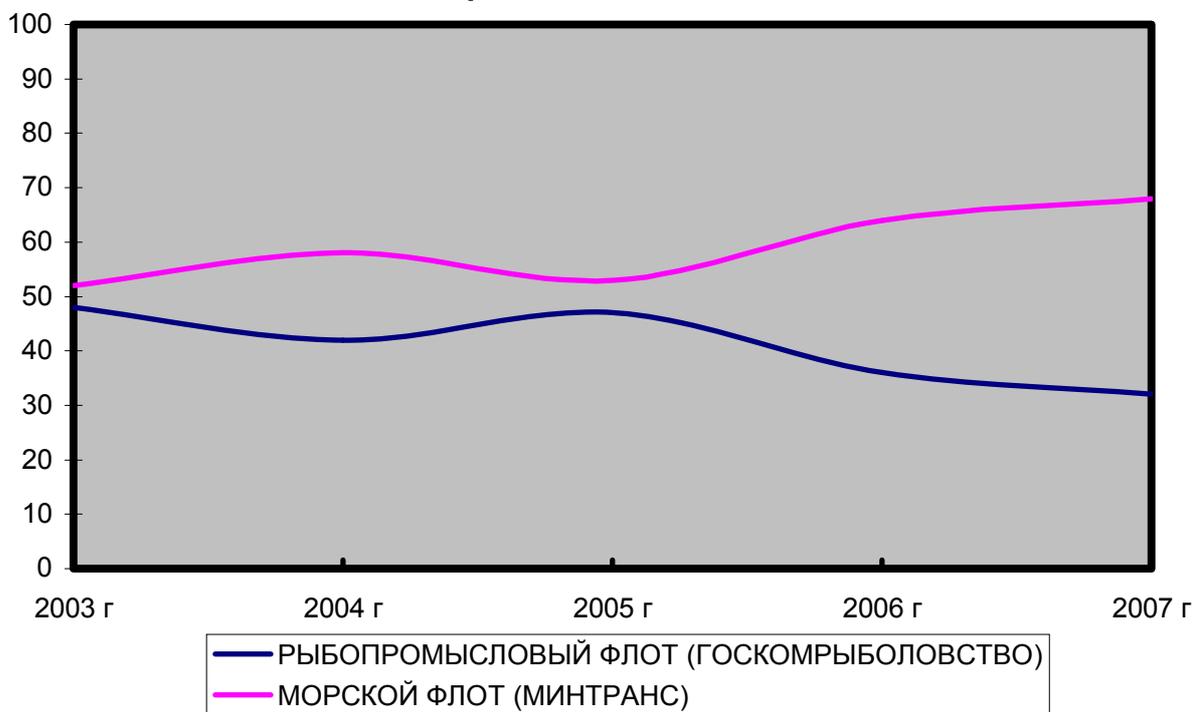
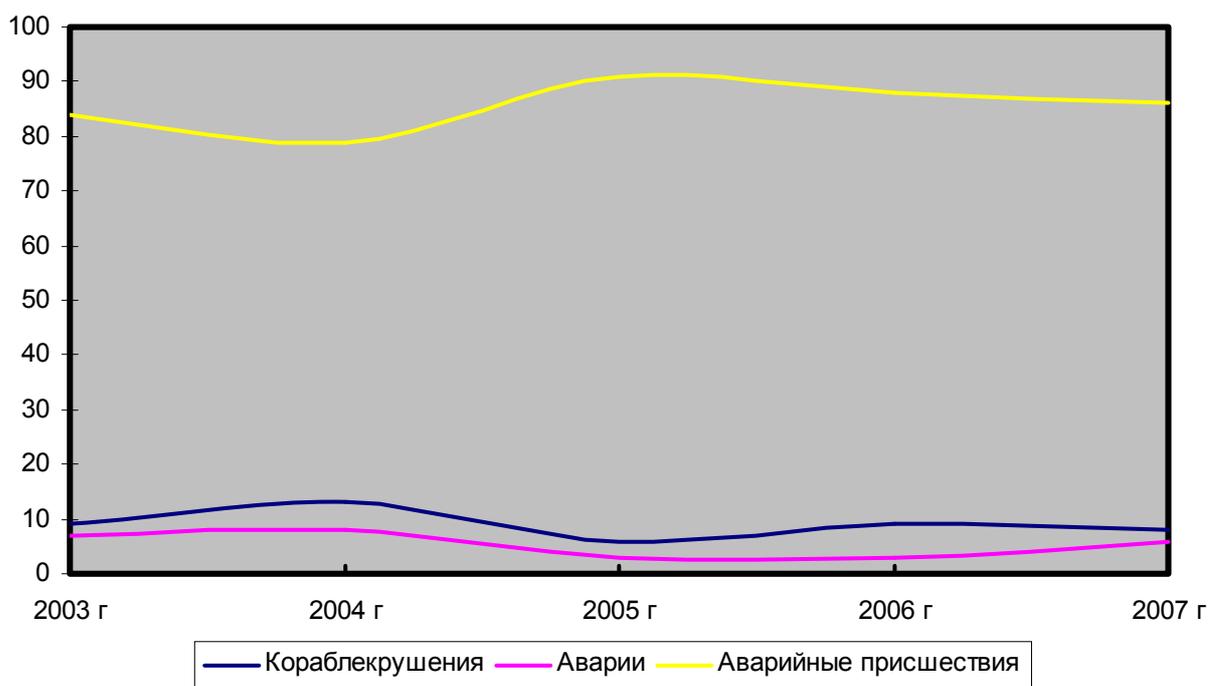


Рис.2. Процент кораблекрушений, аварий и аварийных происшествий к общему количеству АС на судах морского и рыбопрмыслового флотов РФ за период 2003-2007 г.г.



Опираясь на вышеизложенную статистику аварийности можно утверждать – порядка 70% всех АС произошли по вине человека («человеческий фактор») из-за невыполнения судовыми специалистами нормативно-технических требований, нарушения правил и инструкций, халатности и небрежности и т.д.

В узкозьях и портовых водах происходит практически 2/3 всех АС с морскими судами. Столь высокий процент аварийности на стесненных акваториях говорит о том, что в судоходных компаниях и в портах недостаточно уделяется внимания обеспечению безопасности судоходства. Причины возникновения АС в той или иной мере связаны с повторяющимися недостатками как в организации работы судовых экипажей и их профессиональной подготовки, так и в действиях многих береговых служб управления и обеспечения, технического обслуживания и судоремонта.

Из проведенного анализа аварийности за отчетный период ясно, что аварийность на морских судах РФ остается актуальной проблемой. Предлагается ряд мер, разработка и внедрение которых должны способствовать снижению количества аварийных случаев:

- разработка и совершенствование практических рекомендаций по прокладке пути судна при плавании в стеснённых водах;
- определение маневренных качеств судов после проведения капитального ремонта в соответствии с требованиями Резолюции А.751(18), а также судов в условиях эксплуатации и сравнение их с имеющимися;
- совершенствование программ и методик пятилетней переподготовки командного состава кадров в соответствии с требованиями МК ПДНВ-78/95 на ФПК;
- по результатам НИР выработка рекомендаций по совершенствованию систем управления движением судов в портах и узкозьях.

Список литературы:

- 1) Безопасность мореплавания и ведение промысла. Выпуск 118. Сборник материалов. - Санкт-Петербург, ФГУП «Гиперфлот» 2004.
- 2) Безопасность мореплавания и ведение промысла. Выпуск 121. Сборник материалов. - Санкт-Петербург, ФГУП «Гиперфлот» 2006.
- 3) Безопасность мореплавания и ведение промысла. Выпуск 122. Сборник материалов. - Санкт-Петербург, ФГУП «Гиперфлот» 2006.
- 4) Безопасность мореплавания и ведение промысла. Выпуск 124. Сборник материалов. - Санкт-Петербург, ФГУП «Гиперфлот» 2007.
- 5) Безопасность мореплавания и ведение промысла. Выпуск 126. Сборник материалов. - Санкт-Петербург, ФГУП «Гиперфлот» 2008.
- 6) Газета «Морские вести России». Выпуски с №1 2004 г – №24 2008 г.
- 7) <http://www.mintrans.ru/>
- 8) <http://www.rostransnadzor.ru/sea/regions/index.php?UNIT=0&REDIR=1>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАЛОВЫХ УЛОВОВ АТЛАНТИЧЕСКОЙ СЕЛЬДИ

Левченко С.В., Розенштейн М.М. (Калининград, КГТУ, кафедра промышленного рыболовства, rozenshtein@klgtu.ru, lion2912@mail.ru)

Abstract. In article the law of distribution trade catch a *herring* in area to Northeast Atlantic, received is resulted as a result of passage of trade practice.

Для совершенствования методов проектирования разноглубинных и донных тралов необходимо располагать математической моделью, связывающей случайную величину улова с поведенческими характеристиками объекта лова (плотностью облавливаемых косяков, скоростью их перемещения, дальностью реакции рыб на раздражители). Такая задача применительно к лову сардины и скумбрии Центрально-Восточной Атлантике (ЦВА) на основе использования статистических данных решена в работах Николаева В.В. [1,2]

Нами аналогичные исследования выполнены для сельди района Северо-Восточной Атлантики (СВА). Один из авторов статьи в период с июня по декабрь 2008 г. находился в указанном районе и собирал статистику уловов сельди, добываемых судами БАТМ «Арменак Бабаев» и «Старый Арбат». В результате удалось собрать данные об уловах в 261 тралении. На промысле использовался трал 186/6500 «Раптор», оснащенный траловыми досками «Thyboron», площадью 10 кв.м, подъемным щитком, площадью 7,2 кв.м, грузами углубителями массой 7000 кг., оснастка нижней подборы - цепь массой 300 кг. Скорость траления находилась в диапазоне от 2 м/с до 3 м/с, среднее значение скорости 2,49 м/с. Обработка собранного статистического материала заключалась в следующем. По величине уловов и времени траления определялось значения уловов, приходящиеся на 1 час траления. Весь диапазон значений уловов (от 0 до 360 центнеров) был разбит на 18 равных участков (по 20 центнеров). Для каждого участка определялась частота встречаемости соответствующих величин уловов. Полученные данные приведены в табл. 1

Табл. 1. Результаты обработки траловых уловов

i	$q_{(i)}$	$q_{(i+1)}$	q_i	n_i	p_i^*
1	0	20	10	38	0.1456
2	20	40	30	43	0.1648
3	40	60	50	51	0.1954
4	60	80	70	51	0.1954
5	80	100	90	21	0.0805
6	100	120	110	14	0.0536
7	120	140	130	9	0.0345
8	140	160	150	7	0.0268
9	160	180	170	4	0.0153
10	180	200	190	3	0.0115
11	200	220	210	5	0.0192
12	220	240	230	1	0.0038
13	240	260	250	4	0.0153
14	260	280	270	4	0.0153
15	280	300	290	1	0.0038
16	300	320	310	3	0.0115
17	320	340	330	2	0.0077
18	340	360	350	0	0.0000
	360			261	1.0000

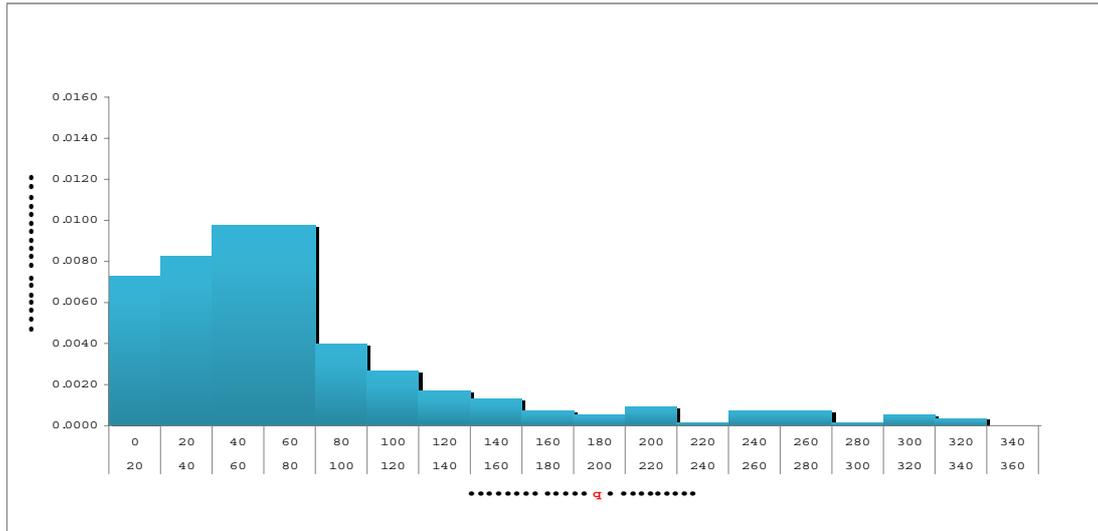


Рис. 1. Гистограмма траловых уловов сельди

В первом столбце табл. 1 указаны порядковые номера участков (рангов), во втором - минимальные значения улова в каждом ранге q_i , в третьем - максимальное значение улова в каждом ранге $q_{(i+1)}$, в четвертом - среднее значение уловов в каждом ранге q_i , в пятом - число уловов, соответствующих каждому из рангов n_i , в последнем столбце приведена частота встречаемости уловов каждого ранга p_i^* .

Частота встречаемости уловов определялась по формуле:

$$p_i^* = \frac{n_i}{N} \quad (1)$$

где n_i - количество уловов, попавших в каждый i - участок траления;

N - число тралений;

Данные табл. 1 представлены на рис. 1 в виде гистограммы.

Из анализа гистограммы следует, что, так же как и для сардины и скумбрии ЦВА, случайная величина траловых уловов атлантической сельди подчиняется логарифмически-нормальной плотности распределения, которая имеет вид:

$$f(q) = \frac{1}{q \sigma_{\ln q} \sqrt{2\pi}} \exp \left[\frac{(\ln q - \ln m)^2}{-2\sigma_{\ln q}^2} \right], q \geq 0 \quad (2)$$

где $\sigma_{\ln q}$ - параметр формы, среднее квадратичное отклонение случайной величины

$\sigma_{\ln q}$; m - параметр масштаба, медиана величины q , причем:

$$m = \exp \left(M_{\ln q} - \frac{\sigma_{\ln q}^2}{N} \right) \quad (3)$$

где $M_{\ln q}$ - математическое ожидание (МО) величины $\ln q$

На основании данных рис. 1 и формулы (2) построена кривая логарифмически-нормальной плотности распределения траловых уловов атлантической сельди (рис. 2).

Числовые характеристики полученной плотности распределения определялись по формулам:

$$M_{\ln q} = \sum_{i=1}^{k-1} \ln(q_i) p_i^* \quad (4)$$

где k - число рангов;

q_i – среднее значение i -го разряда, то есть:

$$q_i = \frac{q_i + q_{(i+1)}}{2} \quad (5)$$

$$\sigma_{\ln q} = \sqrt{D_{\ln q}} \quad (6)$$

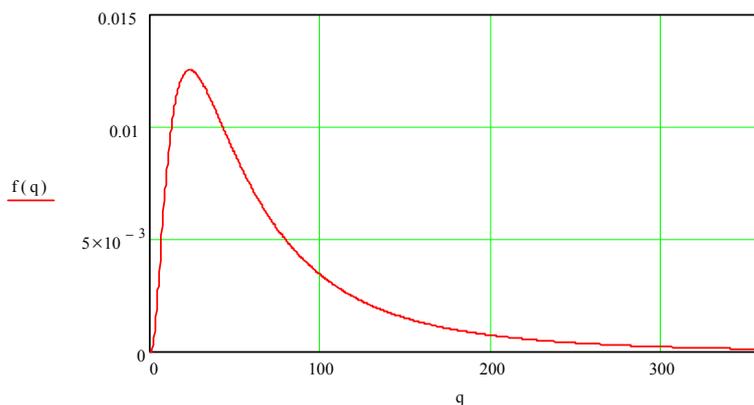


Рис. 2 . Эмпирическая кривая плотности распределения траловых уловов атлантической сельди.

где D_{lnq} - эмпирическая дисперсия величины lnq , которая определяется по формуле:

$$D_{lnq} = \sum_i^k [\ln(q_i) - M_{lnq}]^2 p_i^*$$

Вычисления численных значений плотности распределения траловых уловов приведены в таб. 2.

Числовые характеристики плотности распределения

Табл. 2

i	M_{lnq}	D_{lnq}	i	M_{lnq}	D_{lnq}
1	0,3352	0,3767	10	0,0603	0,0205
2	0,5604	0,0429	11	0,1024	0,0395
3	0,7644	0,0000	12	0,0208	0,0089
4	0,8302	0,0222	13	0,0846	0,0397
5	0,3621	0,0279	14	0,0585	0,0436
6	0,2521	0,0334	15	0,0217	0,0119
7	0,1678	0,0315	16	0,0659	0,0383
8	0,1344	0,0324	18	0,0444	0,0273
9	0,0787	0,0230	18	0,0000	0,0000

Числовые характеристики плотности распределения имеют следующие значения: $D_{lnq}=0,819$ и $M_{lnq}=3,9714$

Таким образом, на основе обработки собранного статистического материала установлено, что плотность распределения траловых уловов атлантической сельди в СВА определяется следующим выражением:

$$f(q) = \frac{1}{0,905q\sqrt{2\pi}} \exp \left[\frac{\ln\left(\frac{q}{32892}\right)^2}{-1,628} \right], q \geq 0 \quad (7)$$

Определение плотности распределения траловых уловов атлантической сельди позволяет уточнить математическую модель процесса лова этого объекта разноглубинным тралом, имеющую вид [3]:

$$q = \begin{cases} \rho \left[\xi l_{\mu}^2 v_{\mu} - l_{\mu} v_p (r_{max} + r_{min}) + \frac{4}{3} v_p (r_{max}^2 + r_{max} r_{min} + r_{min}^2) \right], v_{\mu} < v_p; \\ \rho v_{\mu} \left[\xi l_{\mu}^2 - l_{\mu} (r_{max} + r_{min}) + \frac{4}{3} (r_{max}^2 + r_{max} r_{min} + r_{min}^2) \right], v_{\mu} \leq v_p; \end{cases} \quad (8)$$

где: l_{μ} - линейный размер орудия лова (трала);
 v_{μ} - скорость буксировки трала;
 ρ - плотность облавливаемых косяков рыб;
 v_p - скорость ухода рыбы от трала;
 r_{min} и r_{max} - дальность реакции рыбы на трал;
 ξ - коэффициент, который находится по формуле:

$$\xi = \frac{F_y}{l^2} \quad (9)$$

где: F_y - площадь устья трала;
 l - горизонтальное раскрытие трала;

В этой модели по найденной плотности распределения траловых уловов находятся законы распределения случайных значений, скорости ухода рыбы от трала v_p , дальности реакции рыбы на трал r_{min} и r_{max} , плотности облавливаемых косяков рыб ρ , и их математические ожидания, что позволит прогнозировать величину уловов при работе с соответствующими конструкциями тралов.

Список литературы:

- 1) Николаев В.В. Моделирование законов распределения поведенческих характеристик объектов тралового лова // Актуальные проблемы современной науки: Сб. статей 4-ой Международной конференции молодых ученых и студентов. Естественные науки. Части 21-23.- Самара, 2003. – с. 98-99.
- 2) Николаев В.В. Определение закона распределения величин траловых уловов // Инновации в науке и образовании – 2003: Материалы Международной научной конференции, посвященной 90-летию высшего рыбохозяйственного образования в России.- Калининград, 2003, - с 110,
- 3) Розенштейн М.М. Проектирование орудий рыболовства. ч. 2. Проектирование тралов. – Калининград, 2001 – 135 с.

НАВИГАЦИЯ НА МАГНЕТИЗМЕ ЗЕМЛИ ДЛЯ СПАСАТЕЛЬНЫХ ШЛЮПОК И НАДУВНЫХ ПЛОТОВ В ОТКРЫТОМ МОРЕ

Санаев А.И.¹, Шутов В.В.² (Мурманск, МГТУ, ¹ кафедра судовождения, ² кафедра управления судном и промсудовождения)

Аннотация. Предлагается автономный способ определения места спасательных средств в открытом море. Анализируется магнитное поле Земли, которое существует, не зависимо от воли людей и технического прогресса. О котором учёные узнали после путешествия Колумба, во время его первого плавания к берегам Америки в 1492 -1493 году, где было установлено, что магнитная стрелка не показывает на Полярную звезду. Началось изучение данного явления. Появились приборы для измерения магнитных элементов Земли. Появились идеи, как использовать эти явления, в частности, для определения места судна в море.

Содержание. Даётся краткое описание планеты Земля. Открытие Америки. Основы земного магнетизма. Рассмотрены составляющие магнитного поля Земли. Полная составляющая магнитного поля Земли, в виде вектора T , а также горизонтальная составляющая H и вертикальная составляющая Z . Проанализированы изолинии магнитного наклона, склонения и другие изолинии, которые наносятся на магнитные морские карты. Под каким углом разные изолинии пересекаются на этих картах. Как использовать эти изолинии, которые пересекаются под углом близким к 90° , для определения своего места. Даны формулы, где указана связь между различными элементами земного магнетизма. Приводится проекция горизонтальной составляющей на истинный меридиан и на параллель, по которым можно определить своё место. Указаны современные измерители элементов земного магнетизма. Даётся самый простой способ графического определения своего места, где высокая точность определения не нужна, например, для спасательных средств. Указаны современные приборы для определения магнитных элементов Земли и других планет, которые применяются на космических аппаратах, которые запускаются вокруг Земли и к планетам солнечной системы.

1.1. Земля – одна из планет солнечной системы с площадью 510,1 миллиона квадратных километров, из которых 381,3 – площадь Мирового океана, 128,8- площадь поверхности суши. Планета окружена сплошной газовой оболочкой – газовым океаном. Космическими исследованиями установлено, что нашу Землю охватывает невидимая, неосязаемая материя магнитного океана. Магнитный океан проникает всюду, и его действия распространяются на десятки и сотни радиусов Земли от её поверхности. Как более полно и грамотно использовать этот магнитный океан, человечество пока не может. В данный момент с помощью магнитного поля Земли производится определение направления движения судов, самолётов, ИСЗ и кое-что другое. Это следует считать слишком мало уже для данной эпохи. Мы знаем, что изобретение магнитной стрелки и магнитного компаса имело огромное значение для развития цивилизации. Бурно стала развиваться навигация. Появились великие открытия в океанах. Стали изучаться открытые неведомые континенты, страны, острова и так далее. Не так много можно назвать изобретений человечества, которые помогли так сильно развитию цивилизации. Например, изобретение колеса, солнечных часов, водяных и ветряных мельниц и кое-что другое. Можно сказать, небольшой магнитный компас помог так быстро открыть Христофору Колумбу Америку, Магеллану совершить кругосветное путешествие вокруг Земли. Христофор Колумб, ведя свои

каравеллы по Атлантическому океану в 1492 году, через неделю многие члены экипажа заметили, что магнитная стрелка перестала показывать на Полярную звезду. Разница в направлении достигла более одного румба. Только великий исследователь мог убедить всех, что сама Полярная звезда ушла от обычного своего места в другую точку, и так было дважды за это плавание к неизвестной земле. Благодаря находчивости Колумба, экипаж судов не поднял мятеж и каравеллы, хотя с большими трудностями, но всё же дошли до страны чудес и богатства Индии, хотя достигли островов Америки.

Магнитный компас и в настоящее время обязательно устанавливается на все морские суда даже тогда, когда судно оснащено самыми современными электрорадионавигационными приборами. При правильной эксплуатации магнитного компаса, это один из самых автономных и надёжных приборов.

В последние годы учёные, инженеры практики обратили внимание на использование магнитного поля Земли, чтобы более точно измерять составляющие элементы земного магнетизма. Для создания более точных приборов для определения направления движения объектов и, частности, для определения своего места в пространстве.

1.2. Земной магнетизм.

В 1600 году вышло шесть книг англичанина Вильяма Гильберта, где он описывал о своих опытах на магнитах. Шестая книга была озаглавлена, « О великом магните на Земле». Как учёный он знал, что в Китае за 4 000 лет до этого были известны основные свойства магнита. Плавающая магнитная стрелка или свободно подвешенная на шелковой нитке, её один конец смотрит на юг. Вильям Гильберт знал, что английский мастер Роберт Норман уже в середине 16 века заметил, что свободно подвешенная магнитная стрелка, имеющая свободу по вертикальной плоскости, наклонена относительно истинного горизонта. Это явление было названо магнитным наклоном, и что это наклонение на разных широтах различно.

В 1724 году в России была учреждена Академия наук, где академиком Ломоносовым изучался земной магнетизм. В своих трудах он утверждал, что магнитное поле Земли есть результат сложения магнитных полей огромного числа малых магнитов, находящихся в недрах планеты. Если распилить магнитный стержень, то получим два магнита и так далее. В 1832 году К. Гаусс указал, как наиболее точно измерить составляющие магнитных сил Земли.

1.3. Начальные познания о земном магнетизме.

Наиболее известные величины земного магнетизма, это магнитное наклонение, склонение и полное значение индукции магнитного поля Земли. Надо уметь измерить полную величину индукции геомагнитного поля Земли в данной точке и её направление. Эта величина является вектором и обозначается буквой T . Как любой вектор его можно разложить на горизонтальную составляющую H , которая направлена на норд магнитный и на вертикальную составляющую Z , которая в северном магнитном полушарии Земли направлена вниз, а в южном вверх.

Ещё В. Гильберт утверждал, что на Земле есть две точки, где величина магнитного наклонения по абсолютной величине равна 90^0 . Эти точки будут на магнитных полюсах, где величина Z будет максимальна, а величина горизонтальной составляющей H будет равна нулю. Кроме того, должна быть линия на Земле, где величина H будет максимальна, величина Z равна нулю. В этих точках на данной линии, подвешенная магнитная стрелка будет горизонтальна. Эти магнитные полюса и линию (магнитный экватор) удалось найти с помощью соответствующих измерений в 19 веке.

В 1821 году русские шлюпы «Восток» и «Мирный» под руководством Ф.Ф. Беллинсгаузена произвели магнитные измерения в районе южного магнитного полюса, вблизи Антарктиды. По этим измерениям был указано положение южного магнитного полюса. В 1835 году русский магнитолог И.М. Симонов доказал, что магнитное поле земного шара, если его считать намагниченным однородно, подобно полю огромного магнита, ось которого проходит через центр Земли. В дальнейшем положение этого магнита было уточнено. Оказалось, что ось магнита должна быть смещена на 200 миль от центра Земли в сторону Тихого океана и повернута на угол $11,5^{\circ}$ от оси вращения Земли.

В 1831 году английским капитаном Джоном Россом был открыт северный магнитный полюс в районе Канадского архипелага, примерно в 900 милях от географического полюса Земли. Свободно подвешенная магнитная стрелка, имеющая свободу в вертикальной плоскости, встала вертикально. При исследовании был найден довольно обширный район, где стрелка была вертикально. Координаты средней точки исследованного района были приняты за точку магнитного полюса.

В 1841- 1853 годах Джеймс Росс на судне подошел довольно близко к Антарктиде и был примерно в 300 милях от южного магнитного полюса. Произведя магнитные наблюдения, вычислил координаты южного магнитного полюса.

В 1909 году английская антарктическая экспедиция под руководством Эрнста Шеклтона, непосредственно произвела поиск южного магнитного полюса и определила его координаты.

В самом начале 19 века натуралист Александр Гумбольдт, во время своего путешествия из Европы в Южную Америку, опытным путем установил магнитный экватор. Магнитная стрелка на магнитном экваторе Земли занимала горизонтальное положение по отношению к истинному горизонту.

В действительности магнитное поле Земли очень сложное и оно находится в динамике. Во время смены геологических эпох, магнитные полюса Земли меняли своё место и даже меняли свою намагниченность, на противоположную. Кроме того, на Земле имеются большие и малые магнитные аномалии. Но чем будет выше точка над поверхностью Земли, тем более однородным магнитное поле Земли в таких точках данного пространства.

Магнитное наклонение, склонение измеряется в градусной мере. Их изолинии наносятся на магнитные карты. Также могут наноситься изолинии T , H и Z . Эти величины измеряются в единицах индукции магнитного поля – теслах. Часто используют миллионную долю тесла – микротесла (мкТл). Магнитные карты переиздаются через 5-10 лет, так как магнитные параметры медленно изменяются. Координаты полюсов также изменяются и их координаты соответствуют только для определённой эпохи.

Магнитное поле Земли относится к слабым полям и его полная индуктивная сила T в среднем составляет 50 мкТл.(микротесла), то есть в миллионных долях тесла.). Она изменяется от магнитного экватора довольно в широких пределах. Наименьшее значение у берегов Южной Америки ($T=24$ мкТл.). Наибольшая индуктивная сила земного поля на побережье Антарктиды, где $T=70$ мкТл. Горизонтальная составляющая индукции H , от величины которой зависит надёжность работы магнитного компаса, достигает величины $H=41$ мкТл., у южной оконечности Азии и уменьшается сравнительно равномерно к магнитным полюсам. На магнитных полюсах величина H равняется нулю.

Вертикальная составляющая Z изменяется от 0, на магнитном экваторе до 60 мкТл., в районе северного магнитного полюса, а в районе южного магнитного полюса $Z=70$ мкТл.

Диапазон изменения магнитного склонения от $+180^0$ до -180^0 . Величина склонения 180^0 находится на меридиане магнитного полюса между географическим полюсом Земли и магнитным.

1.4. Краткая история измерения магнитных сил Земли.

Начало измерения магнитных сил можно считать 1492 год, когда к ужасу всех мореплавателей магнитная стрелка компаса отклонилась более чем на румб от направления на Полярную звезду. Появилась потребность объяснить это отклонение магнитной стрелки, которое наблюдал Колумб и его экипаж. Вскоре, в конце 16 века начали измерять склонение и наклонение земного магнетизма. В 1785 году Ш. Кулон нашел способ определения величины индукции магнитных полей. Руководствуясь законом взаимодействия магнитных масс, Ш. Кулон разработал способ определения силовых элементов магнитного поля Земли. Далее великий учёный Карл Гаусс усовершенствовал способ определения горизонтальной составляющей геомагнитного поля Земли. В начале 20 века был предложен новый способ измерения элементов магнитного поля Земли, который получил название «магнитные весы». В 1914 году русский учёный

Н.Д. Папалекси и крупнейший специалист по магнитным компасам

В.Я. Павлинов создали, феррозондовые, чувствительные приборы -тесламетры с феррозондовыми датчиками, которые стали широко использоваться в конце 1930 года. Эти тесламетры использовались для измерения составляющих геомагнитного поля Земли, в воздухе и в космическом пространстве. Дальнейшее развитие геомагнитные измерения получили после создания, так называемых, атомных преобразователей с оптической ориентацией электронов. Эти преобразователи получили в настоящее время широкое применение и устанавливаются на ИСЗ и других космических аппаратах.

В 1958 году на третьем советском ИСЗ был впервые применён магнитометрический прибор, который отличался высокой точностью и обеспечивал регистрацию исследуемого магнитного поля Земли в широком диапазоне измерений. Вскоре был запущен американский ИСЗ «Авангард-3», где был установлен протонный тесламетр, который при прямой видимости этого ИСЗ, передавал с высокой точностью данные об элементах земного магнетизма Земли. Эти данные на Земле обрабатывались. В дальнейшем автоматические межпланетные станции запускались Россией, Америкой и другими странами, которые пролетали рядом с Луной, Марсом, Венерой, Меркурием, Юпитером и измеряли магнитное поле этих планет. Работы в этом направлении продолжаются.

Имеются атомные, более совершенные протонные и квантовые тесламетры.

1.5. Навигация на магнетизме Земли для спасательных шлюпок и надувных плотов.

Настало время сделать маленький шаг и создать простой автономный быстрый и надёжный способ определения своего места в открытом море и океане. Учёные всего Мира пытаются понять и изучить, как ориентируются в пространстве перелётные птицы, почтовые голуби, а в океане, открытом море киты, касатки, дельфины, акулы, морские черепахи, рыбы и многие другие существа, когда делают океанские переходы.

Проблема точного определения места судна в море и на поверхности Земли в настоящее время решена с помощью спутниковых навигационных систем. Эти системы созданы учёными, но эти системы, могут быть ими же заблокированы, или они могут не выдавать информацию другим пользователям. При глобальных войнах между государствами, такие как во время всемирной войны между фашисткой Германией, Италией и Японией с одной стороны, а с другой СССР, США и Англией, пользование всемирными системами других стран, видимо, будет затруднено или не возможно.

Следовательно, при такой ситуации могут быть, что глобальные системы будут работать совершенно в другом режиме. Мы знаем, что астрономические определения с помощью звёзд, независимы, их не стоит забывать. Заблаговременно стоит подумать о другой системе, которая была бы независима, и которая не может быть уничтожена. Нужно подумать о простом, автономном и надёжном способе определения своего места в открытом море с помощью магнитного поля Земли, где высокая точность, в некоторых случаях, определения своих координат и не требуется. Магнитное поле Земли существует давно и его существование пока не зависит от технического прогресса человечества. Передовые страны, такие как Россия, США и другие изучают магнитное поле Земли с помощью ИСЗ. Магнитное поле Земли изучается быстро и глобально с высокой точностью измерения элементов земного магнетизма. Морские страны, могут выпускать через каждые 5-10 лет морские магнитные карты. Имея карты в масштабе порядка 1:2 000 000 - 1: 500 000, где будут нанесены изолинии наклонения, склонения, а также изолинии T , H и Z , можно определять своё место графическим способом. Сделаем небольшой шаг в определении своего места автономным, не зависимым и графическим способом.

Изолинии магнитных карт, полученные с помощью ИСЗ, должны быть увязаны с морскими магнитными съёмками, какие велись в своё время американской яхтой «Карнеги» и советской немагнитной шхуной «Заря». Морские магнитные карты меркаторской проекции охватывают пояс Земли от широты 80^0 северной до широты 80^0 южной.

Для спасательных средств, примем самый простой способ определения своего места – с помощью графического нанесения изолиний различных измеренных магнитных элементов на магнитную карту. Элементы земного магнетизма на карте должны быть приведены к году плавания. Довольно часто наклонение магнитной стрелки J - изоклина, пересекается под хорошим углом со склонением d - изогоны.

Изогоны- линия равных наклонений магнитной стрелки J и по ней неплохо можно определить географическую широту своего места.

Изоклины – линии равных углов склонения магнитной стрелки d . иногда по ним можно определить географическую долготу своего места. Изогоны и изоклины измеряются в градусах.

Изодинами – линии равных значений T , H и Z .

Для различных районов плавания необходимо, на магнитных картах, подбирать пару изолиний, которые пересекаются под углом близким к 90^0 , и чем подробнее будет масштаб карты, тем точнее будет определение своего места. Магнитные карты надо готовить, чтобы с помощью их быстро и надёжно определять своё место по измеренным элементам земного магнетизма.

Покажем с помощью рисунка связь между всеми магнитными элементами Земли T , H , Z , J , d , $H_{НИ}$ - проекция горизонтальной составляющей Земли H , на истинный меридиан и H_E – проекция на параллель. Эти изолинии будут совпадать с истинными меридианами и истинными параллелями морской магнитной карты, что обеспечит простое определение своего места штурманами, которые потерпели кораблекрушение. Напишем существующие формулы, указывающие эту связь между всеми магнитными элементами Земли и их проекциями.

Магнитные элементы Земли и их проекции.

$$\begin{array}{lll}
 1. T^2 = H^2 + Z^2, & 2. H^2 = T^2 - Z^2, & 3. Z^2 = T^2 - H^2, \\
 4. \operatorname{Tg}J = Z/H, & 5. \operatorname{Sin}J = Z/T, & 6. \operatorname{Cos}J = H/T, \\
 7. d = N_{и} - N_{м}, & 8. H_{НИ} = H \cdot \operatorname{Cos}d, & 9. H_E = H \cdot \operatorname{Sind}.
 \end{array}$$

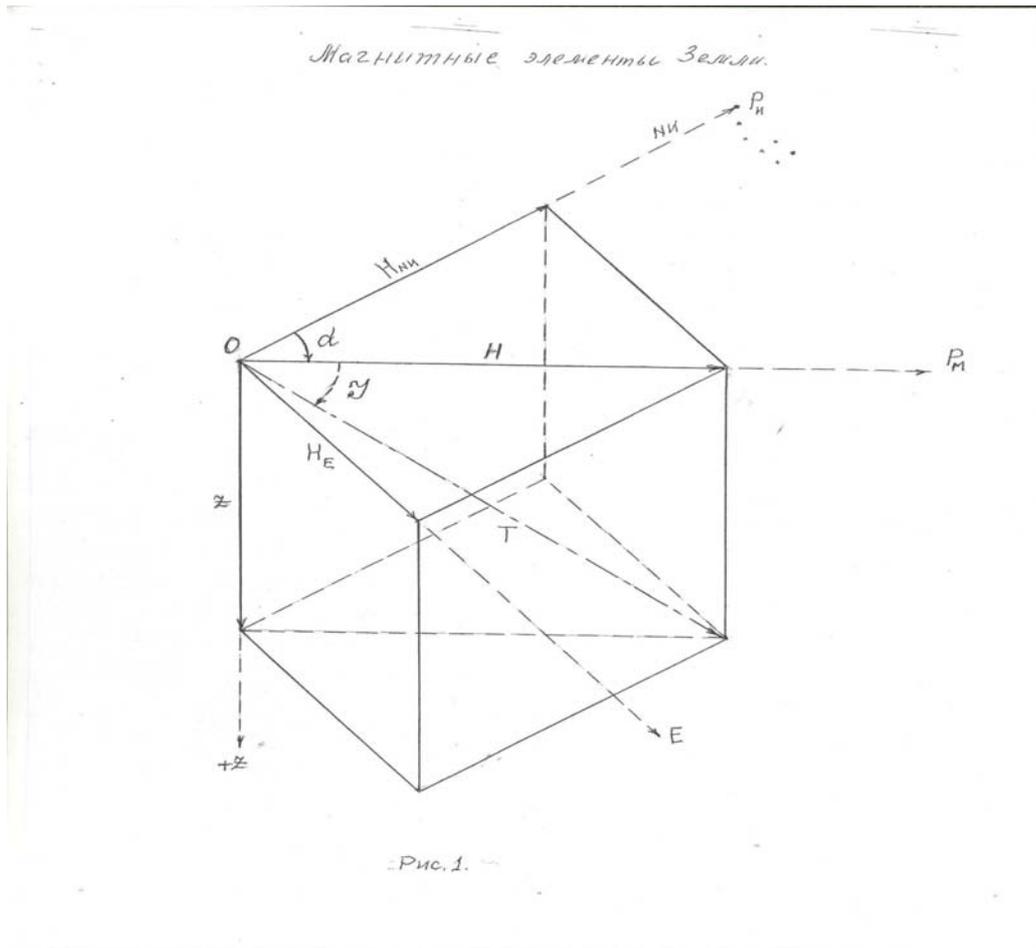


Рис. 1

Имея достоверные магнитные карты и высокоточный квантовый тесламетр, который не требует никакой ориентации, на спасательных средствах и проведя соответствующие измерения магнитных элементов Земли T , H , Z , J , d , можно подобрать два измеренных элемента и нанести их на карту и в пересечении определить своё место. Исторически, склонение определяли с помощью наклонной магнитной стрелки, а склонение с помощью формулы

$ИК = КК + d + \delta$. ($КК$ - компасный курс по магнитному компасу, $ИК$ - истинный курс судна, определялся с помощью гирокомпаса). Девияция δ выбирается из соответствующей таблицы девииции магнитного компаса и рассчитывается склонение. Даже по этому наклонению и склонению можно, приблизительно, найти своё место для некоторых районов океана на магнитной карте. Имея своё место можно выбрать направление движения, чтобы выйти в те места, где вероятность обнаружения выше. Анализируя атлас физико-географических данных Северного моря, магнитные изолинии, склонения, наклонения, горизонтальной составляющей и вертикальной составляющей, можно определить, что изолинии магнитного склонения для 1945 года и изолинии магнитного наклонения пересекаются под углом 72° - 83° . Имеется сетка изолиний склонения через один градус и сетка магнитного наклонения через два градуса всего Северного моря. Кроме того, для Северного моря, можно использовать изолинии склонения и изолинии горизонтальной составляющей H , которые также пересекаются под углом 71° - 84° . Измерив прибором изолинии склонения и наклонения Северного моря и нанеся их на магнитную карту, определяем широту и долготу спасательной шлюпки. Можно использовать и другие пары изолиний, в конкретном

районе Земли. Точность места будет зависеть от масштаба магнитной карты и от методики определения. Дано теоретическое обоснование определения своего места. Нужны практические исследования и соответствующий прибор.

Первые опыты можно проводить и на Земле, имея измерительный прибор для измерения элементов Земного магнетизма и подготовленные магнитные карты для данного района Земли. Если продолжить практические и теоретические работы, то можно надеяться на появление простого графического способа определения своего места по магнитным морским картам. Такой способ будет надёжным, автономным. Он не будет зависеть от навигационных спутниковых систем. Этот способ можно использовать в любое время суток днём и ночью. В дальнейшем можно надеяться на повышение точности определения своего места. Влияние будут оказывать магнитные бури, но они не так часты и не слишком продолжительны.

Список литературы:

- 1) Михлин Б.З., Селезнев В.П., Селезнев А.В. Геомагнитная навигация.- М.: Машиностроение, 1976. 280 с.
- 2) Михлин Б.З. Навигация в магнитном океане М.: Транспорт, 1986. 96 с.
- 3) Кожухов В.П., Воронов В.В., Григорьев В.В. Магнитные компасы.- М.: Транспорт, 1981. 212 с.
- 4) Лесков М.М., Баранов Ю.К. Гаврюк М.И. Навигация.- М.: Транспорт, 1986.
- 5) 360 с.
- 6) Хойнацкий М.Ю. Девиация магнитного компаса. Часть 1. Военно-морское изд. Военно – морского министерства Союза ССР. - М.: 1953.368 с.
- 7) Матусевич Н.Н. Справочник штурмана по математике. Выпуск 1. ГУВМС. 1948. 356 с.
- 8) Ушаков П.В. Атлас физико-географических данных Северного моря. (Приложение к лоции Северного моря изд. 1944 г.) ГУВМС. 1946. 66 с.

ОПТИМАЛЬНЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА СУДНА ПО НАВИГАЦИОННЫМ ИСКУССТВЕННЫМ СПУТНИКАМ ЗЕМЛИ (ИСЗ)

Санаев А.И. (Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения)

Аннотация: Дается частный случай оптимального определения места судна по двум навигационным спутникам, при одновременном измерении наклонной дальности или псевдодальности до двух ИСЗ. Рассмотрены две космические изолинии, одна из них широкого применения в навигации не имела. Также предлагается метод определения своего места по одному ИСЗ, при измерении двух дистанций до ИСЗ, при двух его положениях.

Содержание. Анализируются методы определения своего места по ИСЗ, с помощью измерения дистанций до навигационных спутников. Рассчитывается разность и сумма расстояний, между измеренными дистанциями до ИСЗ. Приводятся изолинии сферического двуполостного гиперboloида для космического пространства и изолинии сферического софокусного эллипсоида вращения также для космического пространства и их соответствующие формулы. Совместное решение для частного случая. Указывается, что эти изолинии пересекаются под углом 90^0 При этом, геометрический фактор точности спутниковой навигационной системы равен 1 .

Анализ методов определения места судна по ИСЗ.

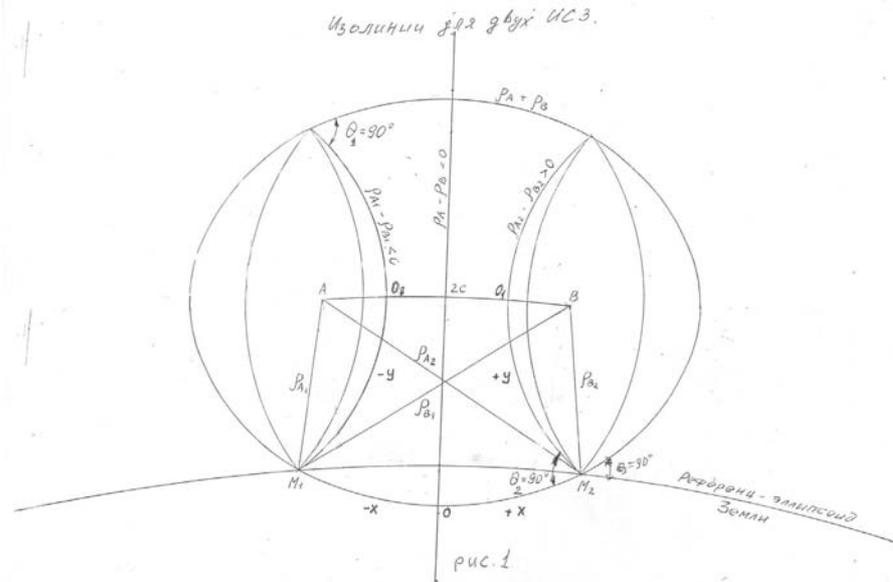
1. Дальномерный метод, пассивный и активный.
2. Радиально-скоростной метод.
3. Разностно-дальномерный метод.
4. Пассивный псевдодальномерный метод.

Во всех методах, для определения координат, используются пересечение сферических гипербол, где рассчитывается геометрический фактор, учитывая угол пересечений изолиний при определении точности обсервации судна. Все методы используют радиосигналы, излучаемые ИСЗ. В спутниковых навигационных системах «Навстар-GPS» и «Глонасс» используется псевдодальномерный метод определения места судна. Геометрическая трактовка данного метода подобна дальномерному методу в спутниковых навигационных системах. (Баранов Ю.К. Использование радиотехнических средств морской навигации. М.: Транспорт, 1988. С. 124—132). Ольховский В.Е. Среднеорбитальные спутниковые навигационные системы: Учеб. Пособие для спец. 240200 «Судовождение» и курсов повышения квалификации плавсостава.- Мурманск: Изд-во МГТУ, 1998. 13-16 с.)

С помощью многоканальной судовой спутниковой навигационной аппаратурой можно одновременно измерять не менее чем до трёх ИСЗ наклонных дальностей и соответственно псевдодальностей. Зная дальность до ИСЗ, предлагается оптимальный способ определения места судна. Для этого рассчитывается разность дистанций, для получения двуполостного сферического гиперboloида вращения космического пространства. Получив сумму дистанций, получаем софокусный эллипса вращения того пространства.. В этом случае используются две различные изолинии (поверхности), которые пересекаются под углом 90^0 , что даёт наиболее точные результаты.

На судне имеется многоканальная, современная спутниковая аппаратура (СНА) и в определённый физический момент могут быть измерены одновременно наклонные дальности или псевдодальности даже до трех и более ИСЗ. Имея дистанции до ИСЗ,

рассчитываются разность дистанций Δr_A и сумма дистанций Σr_B , до двух искусственных навигационных спутников Земли (ИСЗ). Для надёжности можно использовать одновременно три ИСЗ. Измерять до них дистанции и решить две системы, где будут для каждой пары ИСЗ использованы разность дистанций и сумма их. Это повысит надёжность и можно сравнивать между собой результаты. Для простоты будем рассматривать только два ИСЗ. Считаем, что спутники находятся в космическом пространстве в точках А и В и соответственно на данный момент координаты ИСЗ передаются на судно.



(Рис. 1).

Имея координаты, по соответствующей формуле сферической тригонометрии рассчитывается расстояние по ортодромии между ИСЗ. Это расстояние нужно для определения параметров уравнений, и отметим его как $2c$. (база двух ИСЗ). Из середины базы проводится перпендикуляр, который является нулевой осью системы. Имея две дистанции до навигационных спутников, определяем разность их и можем написать уравнение двуполого гиперboloида космического пространства.

Для простоты примем следующие условия: спутники движутся по круговым орбитам, движение ИСЗ постоянно, гравитационное возмущение не учитываем.

Можно рассматривать для определения своего места и один навигационный спутник Земли. Для этого нужен отрезок времени, чтобы была соответствующей длины база между измерениями дистанции до ИСЗ. Эту базу $2c$ можно определить дважды, по сферической формуле и по времени между измерениями дистанций. В этом случае необходимо привести измерения ко второму измерению дистанции до ИСЗ. Вторым способом, можно рассчитать поправки к широте и долготе. Для этого надо знать направление судна, его скорость относительно дна и время, прошедшее от первого измерения дистанции до второго.

Имея разность дистанций, запишем уравнение двуполостного гиперboloида в космическом пространстве.

$$\frac{tg^2 x}{tg^2 a} + \frac{tg^2 y}{tg^2 b} - \frac{tg^2 z}{tg^2 c} = -1 \quad (1),$$

Параметры сферической гиперболы,
где c – половина расстояния между ИСЗ,

$$\Delta\rho = \rho_A - \rho_B; \quad a = \frac{\Delta\rho}{2}; \quad , \quad b = \sqrt{c^2 - a^2};$$

x, y- прямоугольные сферические координаты для геоцентрической системы.

Имея же эти дистанции до двух спутников, определяем сумму их и запишем уравнение софокусного эллипса вращения космического пространства.

$$\frac{tg^2 x}{tg^2 a_1} + \frac{tg^2 y}{tg^2 b_1} + \frac{tg^2 z}{tg^2 c_1} = 1 \quad (2)$$

Параметра эллипсоида вращения,

$$\text{где } c = c_1, \quad \Sigma\rho = \rho_A + \rho_B; \quad \alpha_1 = \frac{\Sigma\rho}{2}; \quad v_1^2 = \alpha_1^2 - c^2.$$

Применим частное решение к системе уравнений (1) и (2), то есть, приравняем значение z равное нулю, получаем частное решение. При этом сферические прямоугольные координаты на поверхности референц-эллипсоида будут соответствовать.

$$tgx = \pm \sqrt{\frac{(tg^2 b_1 + tg^2 b) \cdot tg^2 a \cdot tg^2 a_1}{tg^2 a_1 \cdot tg^2 b - tg^2 a \cdot tg^2 b_1}}$$

$$\pm x = arctgx$$

$$tgy = \pm \sqrt{\frac{(tg^2 a_1 + tg^2 a) \cdot tg^2 b \cdot tg^2 b_1}{tg^2 a_1 \cdot tg^2 b - tg^2 a \cdot tg^2 b_1}}$$

$$\pm y = arctgy$$

Если у знаменателей в формулах tgx и tgy будет знак минус (-), то этот знак поменять на знак плюс (+).

Получили прямоугольные сферические координаты четырёх точек на поверхности эллипса вращения и на поверхности двуполостного гиперboloида. Рис.1. Для получения нужных координат служит приблизительное место судна по счислению.

Способ перехода от прямоугольных сферических координат к навигационным картам с приведёнными координатами данной страны имеется.

Следует указать, что это только частное теоретическое решение проблемы. Для окончательного вывода о данном способе нужны практические исследования. Подобно исследованиям, которые были проведены теоретически и практически при измерении двух расстояний до навигационных ориентиров в море.

Укажем нахождение некоторых центров тяжести различных систем, относительно центра тяжести ВГС- 72 и их отличие в метрах от данного центра тяжести.

Системы координат	ΔX	ΔY	ΔZ
1. ВГС- 72	0	0	0
2. ВГС- 84	0	0	4,5
3. Красовского	-28	135	89
4. Кларка 1	-22	157	176
5. Хейфорда	-84	-103	-127
6. Бесселя	-140	516	673

Если использовать формулу референц-эллипсоида данного государства, на основе которого издаются морские навигационные карты меркаторской проекции, и её

решить как третье уравнение системы, то получим приведённые координаты для морской карты данного государства. Подобно, как получают координаты в системе ВГС-72, ВГС-84.

В данных расчётах может быть использована геоцентрическая прямоугольная сферическая экваториальная система координат X, Y, Z или геоцентрическая прямоугольная сферическая Гринвичская система координат. Начало этих систем находится в центре масс Земли. В первой системе ось X направлена в точку весеннего равноденствия, ось Y – на восток, а ось Z параллельна оси вращения Земли. Во второй- ось X направлена в точку пересечения Гринвичского меридиана с экватором, остальные оси совпадают.

Алгоритмы перехода от прямоугольных координат к приведённым координатам данной навигационной карты страны имеются. В современной спутниковой навигационной аппаратуре заложены 52 геодезические системы, с помощью которых можно переходить к координатам любой национальной морской карты страны.

Список литературы:

- 1) Баранов Ю.К. Использование радиотехнических средств в морской навигации. М.: Транспорт. 1978. 224 с.
- 2) Лесков М. М., Баранов Ю.К., Гаврюк М.И. Навигация. М.: Транспорт. 1986. 360 с.
- 3) Ольховский В.Е. Среднеорбитальные спутниковые навигационные системы. Учеб. Пособие для спец. 240200 «Судовождение» и курсов повышения квалификации плавсостава.- Мурманск: Изд-во МГТУ, 1998. 57 с.
- 4) Матусевич Н.Н. Справочник штурмана по математике. Выпуск 1. Л.: ГУВМС. 356 с.
- 5) Санев А.И., Меньшиков В.И., Пасечников М.А. Аналитическое определение места судна в прибрежной зоне. Вестник МГТУ, том 5, №2, 2002 г. стр. 195-202.

КОНЦЕПЦИИ «СЛУЧАЙНОСТИ» И «НЕИЗБЕЖНОСТИ» ПРИ ОПИСАНИИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ С МОРСКИМИ СУДАМИ

Сарлаев В.Я.¹, Шутов В.В.², Тропин Б.Л.¹ (Мурманск, МГТУ, ¹ кафедра судовождения, ² кафедра управления судном и промсудовождения)

Проблема аварий морских судов является актуальной, несмотря на внедрение новейших технических средств судовождения, а так же совершенствование организации несения вахты и подготовки экипажей судов. Анализ аварийности на морском транспорте Российской Федерации за 2008 год показывает, что наиболее распространёнными являются навигационные происшествия 66,7% (посадка на грунт 60%, навалы 35%, столкновения 5%) от общего числа аварийных случаев, на технические приходится 26,7% и 6,6% - пожары. Поэтому представляется целесообразным рассмотреть существующие возможности описания перехода состояния судна из эксплуатационного состояния в аварийное состояние, используя концепции «случайности» и «неизбежности».

Пусть в процессе наблюдения за текущей обстановкой судоводитель фиксирует своё внимание на конечном множестве ее параметров

$$S = (S_1, \dots, S_e), \quad i=1, \dots, e$$

которые по его мнению могут подлежать целенаправленному изменению для предупреждения аварии судна. Тогда, объединяя эти множества, составим пространство ситуаций $\{S\}$, включающее как область безопасных ситуаций, так и область потенциально опасных ситуаций

$$\begin{aligned} \{S\} &= \{S\}_B \cup \{S\}_O, \\ \{S\}_B \cap \{S\}_O &= \emptyset \end{aligned}$$

где $\{S\}_B$ – область безопасных ситуаций, а $\{S\}_O$ – область потенциально опасных ситуаций.

В пространстве ситуаций любая точка этого пространства вида $s \in \{S\}$ отражает конкретную ситуацию, складывающуюся вокруг судна. В свою очередь неизбежная эволюция текущей обстановки, может привести к дрейфу ситуации $s \in \{S\}$ и соответственному смещению точки s вдоль траектории $s(t)$, принадлежащей пространству $\{S\}$. Поэтому в рамках составленной задачи предупреждение развития аварийной ситуации с судном следует связывать с процессом удержания точки s в области безопасных ситуаций пространства $\{S\}_B \subset \{S\}$. Процесс удержания ситуации в $\{S\}_B$ следует связывать с наличием в ней предельной точки, которая определена целевыми понятиями. Эти целевые понятия можно описать вектором $Z = (z_1, \dots, z_k)$, в котором каждая его координата z_i связана с текущей ситуацией s так

$$z_i = \psi(s)$$

где ψ – функция, определяющая зависимость текущей ситуации от координаты целевого вектора.

Если $\{S\}_B$ область безопасных ситуаций, то логичен вопрос о том, что способен ли судоводитель с помощью управлений $u(r) \in U(R)$, где $r \in R$ – ресурсы, затрачиваемые на управление, реализовать цель управления $Z = (z_1, \dots, z_k)$. В том случае, когда траектория дрейфа ситуации $s(t)$ проходит или находится вблизи предельной точки области $\{S\}_B$, судоводителю не нужны управления, а ему достаточно лишь наблюдать за ситуацией и ее дрейфом. Подобное поведение судоводителя возможно только при

таком планировании и реализации плана, когда учтены все возможные риски, характерные для эксплуатации судна. При возможных существенных отклонениях ситуации от предельной точки, судоводитель должен уже управлять ситуацией, т.е. целенаправленно ее изменять, выбирая $u(r) \in U(R)$ и обеспечивая условие $s(t) \in \{S\}_B$. Поэтому, управление $u(r) \in U(R)$ ситуацией $s(t)$ следует рассматривать, во-первых, как средство достижения поставленных целей $Z = (z_1, \dots, z_k)$, а, во-вторых как средство компенсации неблагоприятных внешних направленных возмущений (дрейфа), нарушающих устойчивость условия $s(t) \in \{S\}_B$. Однако непосредственные воздействия на s в виде технических отказов, организационных сбоев, ошибок «человеческого элемента» или не преодолимых сил природы могут быть теми причинами, которые способны, безусловно, обеспечить переход ситуации из области $\{S\}_B$ в область $\{S\}_O$. Такой переход, отражая концепцию «случайности», можно описать, например, опираясь на элементарную теорию катастроф Тома – Зимана. Более того, в рамках этой теории прослеживается связь между отображением катастроф χ и адаптируемостью условия $s(t) \in \{S\}_B$. Так чем ближе к особой точке χ расположено начальное значение вектора S_b , тем меньше степень адаптируемости условия $s(t) \in \{S\}_B$ к случайным изменениям.

Область опасных ситуаций $\{S\}_O$, аналогично $\{S\}_B$, имеет предельную точку, к которой неизбежно стремиться траектория $s(t)$. Однако в данном случае концепция «неизбежности» в отличие от концепции «случайности» носит условный характер. Движение $s(t) \in \{S\}_O$ и выход траектории в предельную точку области $\{S\}_O$ возможны, если судоводитель не способен решить задачу структурной идентификации ситуации в целом, или выбранные им управления $u(r) \in U(R)$ не подкреплены ресурсом и практически не реализуемы. В тоже время концепция «неизбежности» не лишает судоводителя возможности управления аварийной ситуацией, хотя в этом случае должны быть изменены целевые понятия, стоящие за вектором $Z = (z_1, \dots, z_k)$. К таким целевым понятиям следует отнести требование, направленное на минимизацию потерь при достижении траекторией $s(t) \in \{S\}_O$ предельной точки (аварии).

Приведенное описание перехода аварийной ситуации в аварию судна показывает, что существует реальная возможность рассматривать этот переход, как результат взаимодействия концепции безусловного случайного и концепции условного неизбежного.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАЦИОНАРНОГО РЕЖИМА ДВИЖЕНИЯ СИСТЕМЫ СУДНО-ТРАЛ

Суднин В.М. (Воронеж, Международный институт компьютерной техники, кафедра естественнонаучных дисциплин)

Abstract. The established rectilinear movement of system a ship-trawl by means of computer program Matcad is investigated. The interrelation between an inclination corners conducting rope in a vertical plane is as a result received: in the length conducting rope, speed of a ship, a tension conducting rope and a screw emphasis.

Аннотация. Исследовано установившееся прямолинейное движение системы судно-трал с помощью компьютерной программы Matcad. В результате получена взаимосвязь между углом наклона ваеров в вертикальной плоскости и: длиной ваеров, скоростью судна, натяжением ваеров и упором винта.

Под стационарным режимом движения системы судно-трал понимают процесс движения трала на постоянной глубине с постоянной длиной ваеров, когда судно следует с постоянной скоростью. Исследованию стационарного режима движения системы судно-трал посвящено достаточно много работ, в частности [1], [2], [3]. Все отмеченные работы отличаются тем, что численные методы исследования уравнений движения механической системы судно-трал недостаточно точны. Поэтому в предлагаемой статье приводится анализ уравнений стационарного движения с помощью компьютерных технологий, в частности с использованием системы , [4].

Силы, действующие на траловую систему, приведены на рисунке 1:

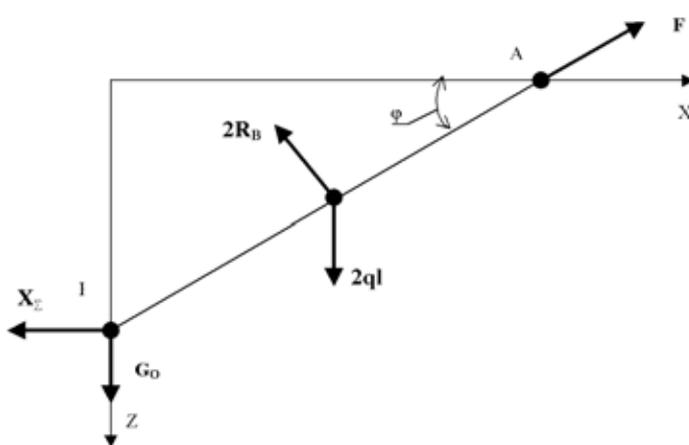


Рисунок 1.

F - сила натяжения ваеров;
 $2R_B$ - гидродинамическое сопротивление двух ваеров;
 $2ql$ - сила тяжести в воде двух ваеров;
 X_{Σ} - гидродинамическое сопротивление оснастки трала и траловых досок;
 $G_O = G_{осн} + 2 G_D$ - сила тяжести в воде оснастки трала и траловых досок;
 φ - угол наклона ваеров к горизонту (угол атаки);
 $AB=l$ - длина ваеров.

Движение траловой системы описывается уравнениями:

$$\sum M_A(F) = 2R_B l/2 + X_{\Sigma} l \sin \varphi - G_O l \cos \varphi - 2ql l/2 \cos \varphi = 0; \quad (1)$$

$$\sum F_{kAB} = F - (G_O + 2ql) \sin \varphi - X_{\Sigma} \cos \varphi = 0 \quad (2)$$

Из уравнения (1) найдём угол наклона ваеров к горизонту:

$$R_B + X_{\Sigma} \sin \varphi = (G_O + ql) \cos \varphi. \quad (3)$$

$R_B = c_x \rho v^2 / 2d l \sin^2 \varphi = k_B l v^2 \sin^2 \varphi$ - нормальная сила гидродинамического сопротивления движению ваера.

$c_x = 1,2$ - коэффициент сопротивления бесконечно длинного цилиндра при поперечном обтекании;

v -скорость потока;

d -диаметр ваера;

k_B -коэффициент гидродинамического сопротивления одного пог.м ваера.

$$(G_O + ql) = (G_{осн} + 2G_D + ql)$$

$$X_{\Sigma} = k_T v^2 + 2 k_D v^2,$$

K_T —коэффициент гидродинамического сопротивления движению трала;

K_D - коэффициент гидродинамического сопротивления движению траловой доски.

С учетом этих выражений, уравнение (3) получит вид:

$$k_B l v^2 \sin^2 \varphi + (k_T + 2 k_D) v^2 \sin \varphi = (G_{осн} + 2G_D + ql) \cos \varphi. \quad (4)$$

Как следует из уравнения (4), угол наклона ваеров к горизонту (угол атаки) зависит от длины ваеров. Сколь велика эта зависимость, можно оценить с помощью численного примера.

Рассмотрим пример из статьи [2]: гидродинамическое сопротивление канатно-сетной части разноглубинного трала с оснасткой при скорости судна $v=5$ узл= $2,575$ м/с

$$X_T = k_T v^2 = 100 \text{ кН}.$$

$$\text{Отсюда: } k_T = 100 / 2,575^2 = 15,08 \text{ кН с}^2/\text{м}^2.$$

Трал оснащен крыловидными распорными досками конструкции Зюберкрюба. Лобовое сопротивление доски

$$X_D = k_D v^2 = 10,6 \text{ кН}.$$

$$\text{Следовательно: } k_D = 10,6 / 2,575^2 = 1,60 \text{ кН с}^2/\text{м}^2.$$

$$k_B = c_x \rho / 2d = 1,2 * 10^3 * 26 * 10^{-3} / 2 = 15,594 * 10^{-3} \text{ кН с}^2/\text{м}^3$$

Силы тяжести оснастки трала, траловых досок и ваеров в воде:

$$(G_O + ql) = (G_{осн} + 2G_D + ql) = (8,49 + 2 * 12,4 + 21,6 * 10^{-3} * l),$$

где: диаметр ваера $d=26,0 * 10^{-3}$ м ; сила тяжести в воде 1 пог.м ваера $21,6 * 10^{-3}$ кН.

При $v=5$ узл= $2,575$ м/с и длине ваеров $l=250$ м, после подстановки числовых значений и элементарных преобразований, получим следующее уравнение:

$$0,446 \sin^4 \varphi + 4,189 \sin^3 \varphi + 10,814 \sin^2 \varphi - 1 = 0 \quad (5).$$

Для нахождения корней полинома используем функцию polyroots(V), которая определяет все корни полинома одновременно. Корни могут быть как вещественными, так и мнимыми. Из вещественных корней физическому смыслу задачи соответствует положительный корень.

$$a4 := 0.446 \quad a3 := 4.189 \quad a2 := 10.814 \quad a1 := 0 \quad a0 := -1$$

$$F(x) := a4 \cdot x^4 + a3 \cdot x^3 + a2 \cdot x^2 + a1 \cdot x + a0$$

$$V_0 := a0 \quad V_1 := a1 \quad V_2 := a2 \quad V_3 := a3 \quad V_4 := a4$$

$$\text{polyroots}(V) = \begin{pmatrix} -4.678 & -1.455i \\ -4.678 & +1.455i \\ -0.324 \\ 0.288 \end{pmatrix}$$

В зависимости от длины ваеров меняются коэффициенты полинома. Результаты вычислений угла атаки ваеров в функции их длины при $v=5$ узл= $2,575$ м/с сведены в следующую таблицу:

Таблица 1.

i	1	2	3	4	5	6	7	8
$l, м$	300	400	500	600	700	800	900	1000
$\sin \varphi$	0,292	0,300	0,306	0,313	0,319	0,324	0,326	0,333

При $v=5$ узл= $2,575$ м/с и длине ваеров $l=250$ м, $\sin \varphi=0,288$. Это значение несколько отличается от полученного в работе [2], что можно объяснить неточностью графоаналитического метода, используемого автором [2]. По этой же причине не верен вывод о том, что “на величину угла атаки длина ваера не влияет”. Если пренебречь сопротивлением ваеров (принять, что судно связано с тралом невесомым жестким стержнем), то из уравнения (1) получим:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{G_0}{X_{\Sigma}}. \quad (6)$$

Для рассматриваемого примера: $\operatorname{tg} \varphi = \frac{33,290}{121,208} = 0,275$; что при $v=5$ узл= $2,575$ м/с и длине ваеров $l=250$ м, погрешность составляет 4,5%, а при той же скорости и $l=1000$ м- 17,4%.

Таким образом, учет сопротивления ваеров необходим в большинстве практических случаев, что и показано в работе [3].

Для обработки таблицы 1, представим совокупность полученных значений некоторой функцией $f(i)$. Аппроксимирующая функция $f(i)$ должна сглаживать вычисленные значения. Как известно, такой способ аппроксимации называется регрессией.

Используем линейную регрессию, при которой функция $f(i)=a+bi$, рисунок 2.

Из уравнения (2) найдем натяжение ваеров:

$$F = (G_0 + 2ql) \sin \varphi + X_{\Sigma} \cos \varphi \quad (7)$$

Удобство и эффективность расчетов в *Matcad* прежде всего определяются возможностью создания функции пользователя. Подставив числовые значения в (7), получим функцию пользователя:

$$f(i) := \left[33.29 + 43.2 \cdot 10^{-3} \cdot [300 + 100 \cdot (i-1)] \right] \cdot (0.289 + i \cdot 5.689 \times 10^{-3}) + 121.208 \cdot \sqrt{1 - (0.289 + i \cdot 5.689 \cdot 10^{-3})^2}$$

Здесь: $f(i)=F$

$$VX := \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \end{pmatrix} \quad VY := \begin{pmatrix} 0.292 \\ 0.300 \\ 0.306 \\ 0.313 \\ 0.3199 \\ 0.324 \\ 0.326 \\ 0.333 \end{pmatrix}$$

```

ORIGIN := 1
i := 1..8

a := intercept(VX, VY)    b := slope(VX, VY)

f(i) := a + b·i
a = 0.289                b = 5.689 × 10-3
    
```

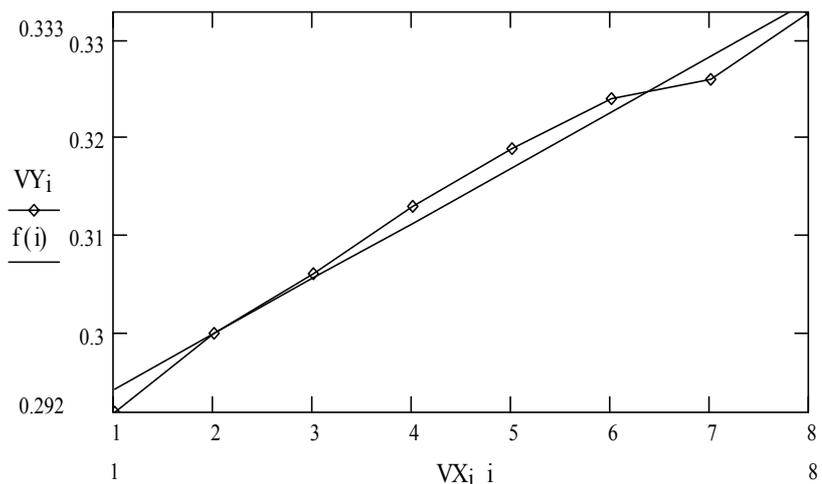


Рисунок 2.

Расчетная зависимость натяжения ваеров в функции длины представлена на рисунке 3.

Значения длины ваеров при $i=1\dots 8$ даны в таблице 1. Числовые значения F, K_n приводятся в таблице 2:

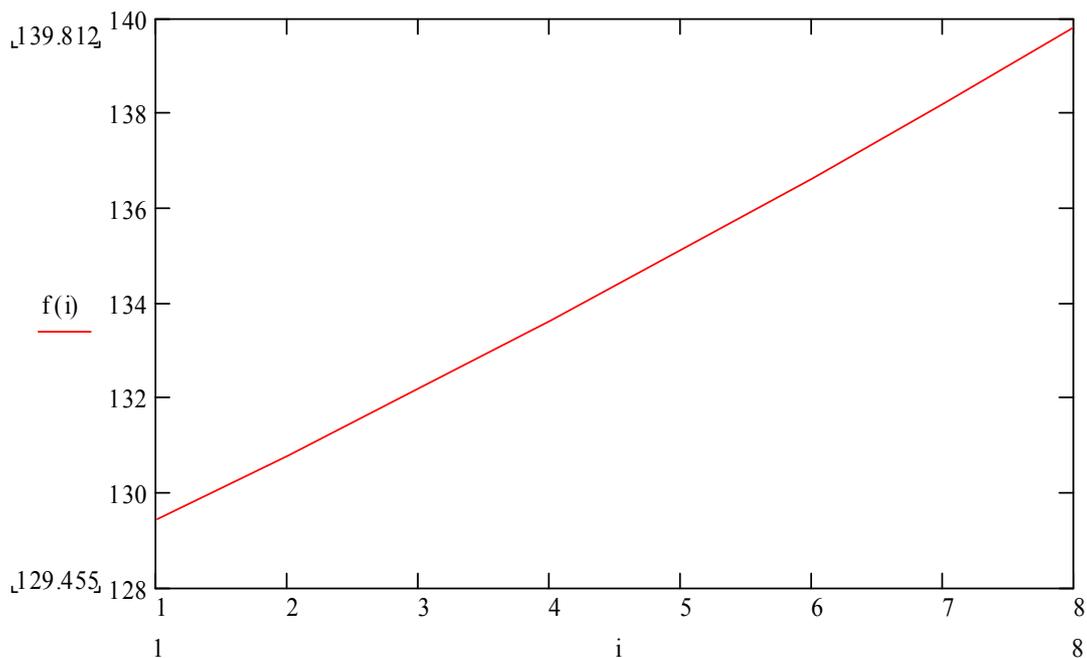


Рисунок 3.

Таблица 2

<i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>l, м</i>	300	400	500	600	700	800	900	1000
<i>F, КН</i>	129,455	130,801	132,191	133,626	135,106	136,630	138,199	139,8123

Как видно из рисунка 3 зависимость натяжения ваеров от их длины - линейная.

Исследуем влияние скорости траления на величину угла атаки ваеров φ . Для нахождения корней полинома вновь используем функцию `polyroots(V)`. К примеру вычислим значение $\sin \varphi$ при $v=5$ узл= $2,575$ м/с и длине ваеров $l=250$ м.

$$a_4 \quad 0.01 \quad 2.575^4 \quad a_3 \quad 0.095 \quad 2.575^4 \quad a_2 \quad 1 \quad 0.223 \quad 2.575^4 \quad a_1 \quad 0 \quad a_0 \quad 1$$

$$F(x) \quad a_4 x^4 \quad a_3 x^3 \quad a_2 x^2 \quad a_1 x \quad a_0$$

$$V_0 \quad a_0 \quad V_1 \quad a_1 \quad V_2 \quad a_2 \quad V_3 \quad a_3 \quad V_4 \quad a_4$$

$$4.732 \quad 1.391i$$

$$4.732 \quad 1.391i$$

`polyroots(V)`

$$0.325$$

$$0.288$$

В зависимости от скорости траления меняются коэффициенты полинома. Результаты вычислений угла атаки ваеров в функции скорости при $l=250$ м приведены в таблице 3.

Таблица 3

<i>v, м/с</i>	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
$\sin \varphi$	0,783	0,686	0,592	0,508	0,436	0,375	0,325	0,283

График зависимости $\sin \varphi = f(v)$ при $l=250$ м представлен на рисунке 4. Как видно из этого рисунка зависимость эта не является линейной. Применяя функцию `linfit(VX, VY, F)`, получим:

$$\sin \varphi_1 = 0,127 v^2 - 0,841 v + 1,611 \quad (8)$$

Используя выражение (7) в качестве функции пользователя, после вычислений придем к следующим значениям (таблица 4):

Таблица 4

<i>v, м/с</i>	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
$\sin \varphi$	0,783	0,686	0,592	0,508	0,436	0,375	0,325	0,283
$\sin \varphi_1$	0,785	0,683	0,591	0,509	0,437	0,375	0,324	0,283

Для сравнения в этой же таблице результаты вычислений корней полинома

$\sin \varphi = f(v)$ при $l=250$ м с помощью функции `polyroots(V)`, формула (8).

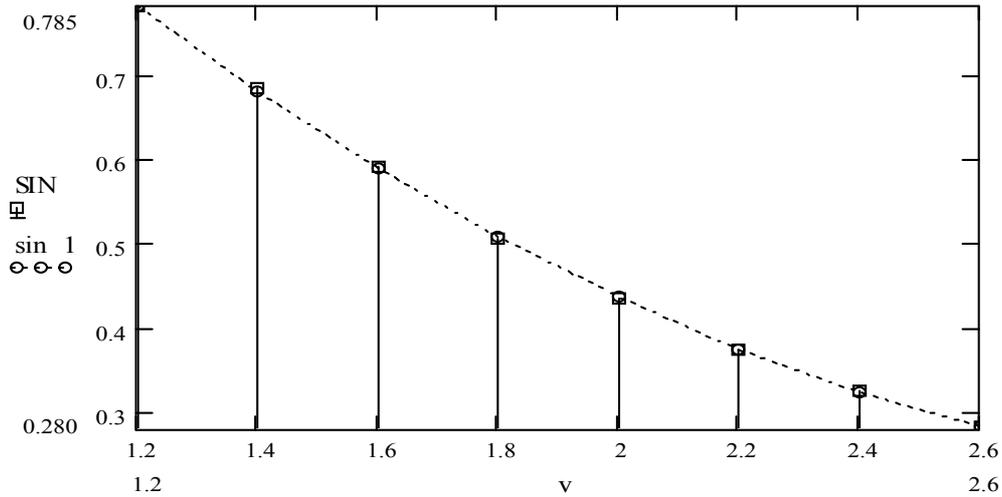


Рисунок 4.

Зависимость натяжения ваеров в функции скорости траления приведена на рисунке 5:

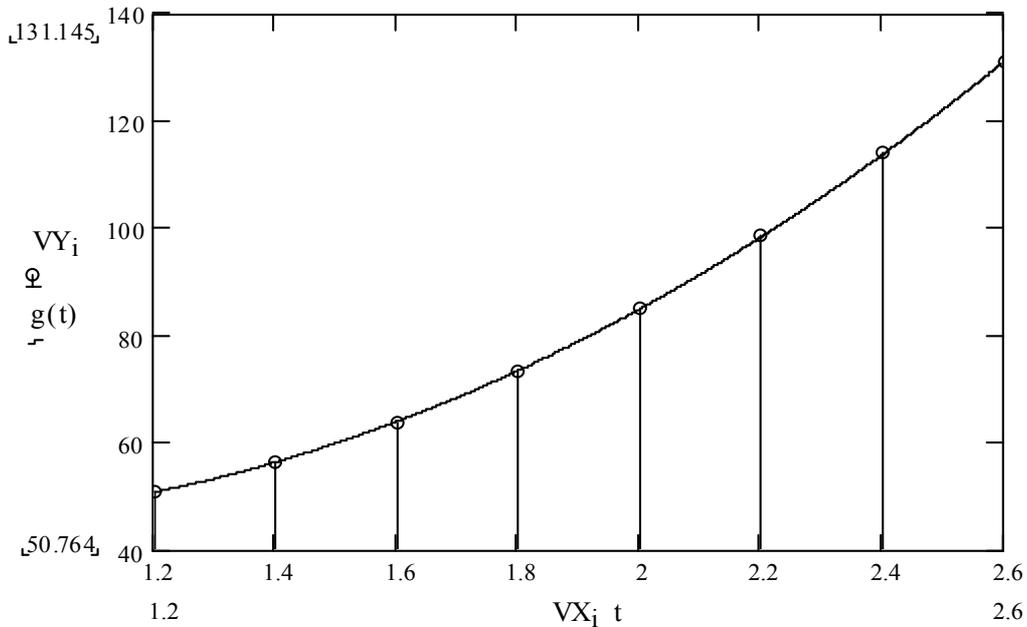


Рисунок 5.

На этом рисунке обозначено:
 $VX=v$, $VY=F$, $g(t)=F(v)$.

$$g(t) = F(v) = 24,436 v^2 - 35,44 v + 58,105 \quad (9)$$

Функция $g(t)=F(v)$ получена с помощью функции `linfit(VX,VY,F)`. Функция пользователя найдена из (6) подстановкой числовых значений и формулы (8):

$$F(v) = 44,09 \cdot (0,127 \cdot v^2 - 0,841 \cdot v + 1,611) + 18,28 \cdot v^2 \cdot \sqrt{1 - (0,127 \cdot v^2 - 0,841 \cdot v + 1,611)^2}. \quad (10)$$

Значения $g(t)=F(v)$ при $l=250$ м приведены в таблице 5.

Таблица 5

$v, м/с$	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
$g(t)=F(v)$	50,914	56,278	63,802	73,420	85,036	98,556	113,899	130,998

Если длина ваеров будет другой, то изменятся коэффициенты в формуле (10), а, следовательно, и в формуле (9).

Рассмотрим установившееся движение судна (рисунок 6):

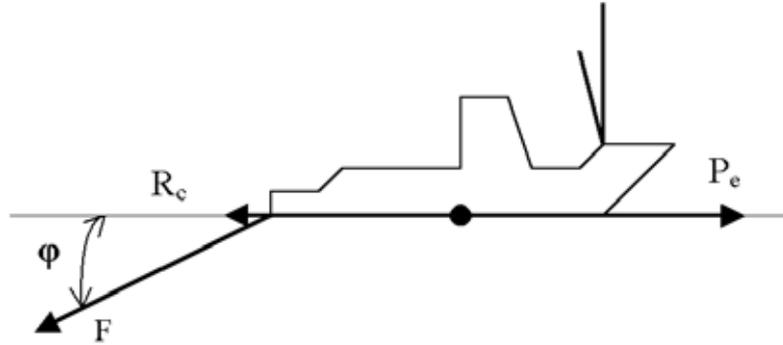


Рисунок 6.

Уравнение движения судна при $v=\text{const}$ имеет вид:

$$P_e = R_c + F \cos \varphi, \quad (11)$$

где P_e - сила тяги гребного винта;

$R_c = k_c v^2$ - сила гидродинамического сопротивления движению судна;

F - сила натяжения ваеров.

k_c - коэффициент сопротивления движению судна

Для БМРТ типа "Лесков" примем по данным проф. Кулагина В.Д. [5]:

$$k_c = 2,757 \text{ кН с}^2/\text{м}^2$$

Подставляя формулы (8) и (9) в выражение (11), получим:

$$P_e = 2,757 \cdot v^2 + (24,436 \cdot v^2 - 35,44 \cdot v + 58,105) \cdot \sqrt{1 - (0,127 \cdot v^2 - 0,841 \cdot v + 1,611)^2} \quad (12)$$

Вычисленные значения тяги винта в зависимости от скорости траления при $l=250 \text{ м}=\text{const}$ сведены в таблицу 6.

Таблица 6

$v, м/с$	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
$P_e, кН$	55,355	62,518	71,822	83,276	96,896	112,678	130,627	150,745

С помощью функции $\text{linfit}(VX, VY, F)$ получаем формулу потребной тяги гребного винта в зависимости от скорости траления:

$$P_e = 27,007 v^2 - 34,503 v + 57,879 \quad (13)$$

Графики функций $P_e(v)$, рассчитанные по формулам (12) и (13) приводятся на рисунке 7.

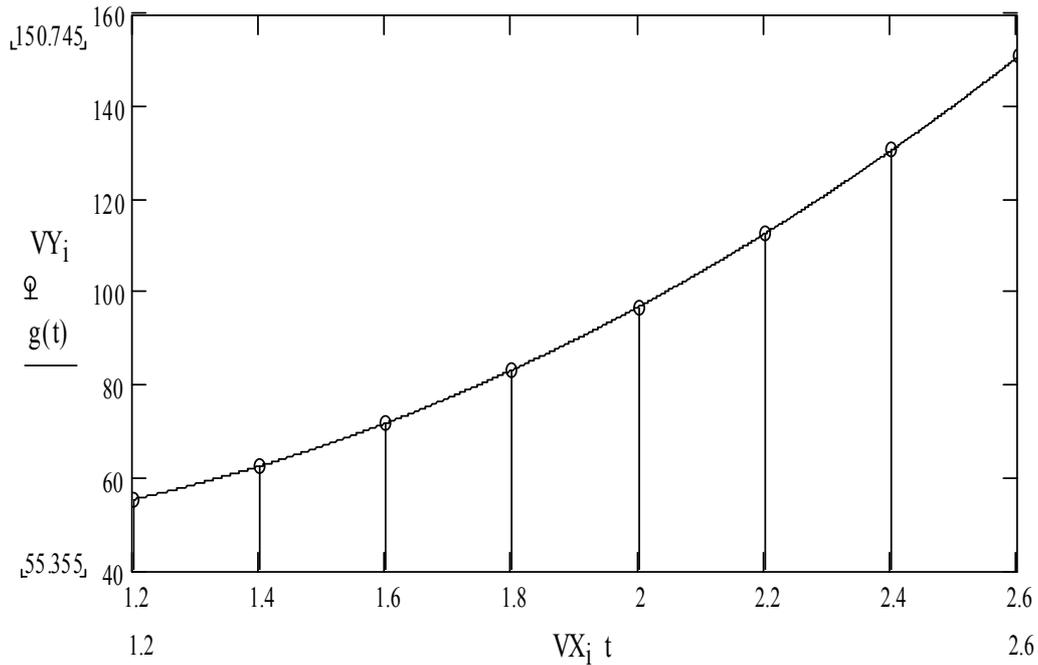


Рисунок 7

Список литературы:

- 1) Ольховский В.Е. и др. Маневрирование промыслового судна: расчеты.- М.:Агропромиздат, 1989.-111с.
- 2) Фонарев А.Л. Исследование равновесия прямого ваера. Сборник научных трудов КГТУ «Гидромеханика орудий лова», 1998, с.64-70
- 3) Суднин В.М. Стационарное прямолинейное движение системы судно-трал.-§2.1 диссертации на соискание уч. ст. докт. техн. наук. Рукопись, 2000,257с.
- 4) Кулагин В.Д., Герман Б.И., Маков Ю.Л. Практические расчеты остойчивости, непотопляемости и ходкости промысловых судов.-Л.: Судостроение, 1982, 197с.

ПОВЫШЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ МОРСКИХ НАВИГАЦИОННЫХ РАДИОЛОКАТОРОВ ПРОТИВ ПОМЕХ, ВЫЗВАННЫХ ОТРАЖЕНИЯМИ ЗОНДИРУЮЩИХ ИМПУЛЬСОВ ОТ ПРОСТРАНСТВЕННО РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ЦЕЛЕЙ

Суслов А.Н. (Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения, mtafpk@mstu.edu.ru)

Abstract. In the report features of performance of modern radar protection systems against the influence of spatially distributed objects are considered, their deficiencies are specified, methods of increase of radars obstacle resistance in these conditions are offered, efficiency of proposed decisions is appreciated.

В процессе радиолокационного наблюдения возможны ситуации, когда на приёмник радиолокационной станции (РЛС) действуют мощные помехи, которые могут вызвать перегрузку приёмного устройства. Наиболее опасными из таких помех являются сигналы, отраженные от распределённых целей – облаков, снежных зарядов, волнений водной поверхности и т.д. Перегрузка приёмника радиолокатора может повлечь потерю полезных сигналов в течение длительного промежутка времени. Для устранения указанного недостатка в современных морских навигационных радиолокаторах применяется ряд мер, в том числе широко используется быстрая автоматическая регулировка усиления (БАРУ) приёмника РЛС.

Принцип действия БАРУ основан на различии длительностей полезных сигналов, отражённых от точечных объектов и помех, вызванными отражениями импульсов радиолокатора от распределённых целей. В приёмнике РЛС предусмотрены два типа детекторов: один из них безынерционный относительно полезных сигналов (детектор сигнала) – выделяет огибающую суммы сигнала и помехи; второй детектор инерционный относительно сигнала (детектор помехи) формирует на своём выходе напряжение, пропорциональное амплитуде только помехи. Напряжение с выхода инерционного детектора поступает на устройство, управляющее усилением приёмника РЛС (электронный регулятор усиления). Этот прибор преобразует входное напряжение таким образом, что коэффициент усиления приёмника радиолокатора оказывается обратно пропорциональным величине помехи на входе РЛС.

Описанная выше система способна защитить приёмник радиолокатора от перегрузки, т.е. в пределе сохранить неизменным соотношение сигнал – помеха на его выходе по сравнению с аналогичным параметром на входе устройства. Однако БАРУ, используемая в навигационных радиолокаторах, оказывается не способной подавить помехи от распределённых целей. Этот недостаток обусловлен особенностью работы амплитудных детекторов при приёме импульсных сигналов.

Видеоимпульс состоит из фронта, вершины и среза (рис.1 а). Для прямоугольного импульса фронт и срез имеют очень малую длительность по сравнению с длительностью вершины. При приёме радиолокатором радиоимпульса, отражённого от какого-либо объекта, амплитудный детектор приёмника РЛС оказывается инерционным по отношению к срезу принятого импульса (рис.1 б). Если же детектор имеет малую постоянную времени, то в этом случае сильно искажается вершина импульса. Таким образом, этот прибор не способен эффективно определять момент окончания принимаемого сигнала на фоне длительной помехи.

Для устранения указанных недостатков можно предложить следующую функциональную схему системы БАРУ (рис.2). Принятый антенной на фоне помехи от

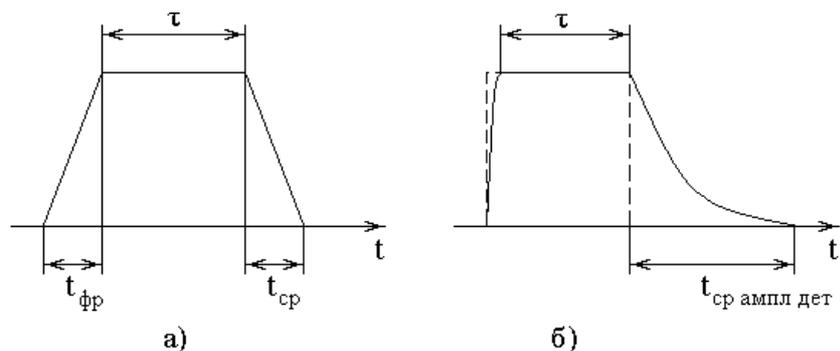


Рис.1. Структура видеоимпульса (а) и реакция амплитудного детектора радиолокатора на прямоугольный радиоимпульс (б)

распределённой цели полезный сигнал поступает на усилитель с регулируемым коэффициентом усиления. После усиления выходное напряжение поступает одновременно на детекторы сигнала и помехи. С выходов детекторов напряжения поступают на вычитающее устройство (ВУ), в котором выделяется напряжение, соответствующее огибающей радиоимпульса, отраженного от точечной цели. Для устранения искажений фронта и среза видеоимпульса, обусловленных действием амплитудного детектора, с выхода вычитающего устройства напряжение поступает на дифференцирующую цепь (ДЦ). Выходной сигнал дифференцирующей цепи пропорционален скорости изменения её входного сигнала. С выхода ДЦ сигнал поступает на первый вход устройства сравнения (УС). На второй вход устройства подаётся пороговый сигнал фронта, а на третий вход – пороговый сигнал среза видеоимпульса. При превышении выходным сигналом ДЦ порогового сигнала фронта, устройство сравнения принимает решение о наступлении момента времени приёма радиолокатором импульса отражённого от точечного объекта. В случае, когда сигнал на выходе ДЦ становится меньше порогового уровня среза, УС принимает решение об окончании импульса полезного сигнала. С выхода УС сигнал поступает на вход триггерной схемы (ТС), которая фиксирует уровень выходного сигнала в течение времени, соответствующее длительности вершины импульса. Засчёт использования цепи ДЦ – УС – ТС выходной импульс ТС имеет очень малые длительности фронта и среза по сравнению с выходным импульсом детектора сигнала. При этом амплитуда импульса ТС равна единице. С выхода триггерной схемы сигнал поступает на первый вход умножителя, на второй вход которого поступает сигнал с выхода ВУ. В этом случае выходное напряжение умножителя соответствует принимаемому импульсу полезного сигнала, при этом его фронт и срез имеют очень малые длительности. Выходной сигнал умножителя вычитается из напряжения на выходе детектора помехи во втором вычитающем устройстве (ВУ2). Таким образом, напряжение на выходе ВУ2 действует в течение длительности помехи, создаваемой распределённой целью, а его амплитуда пропорциональна величине этой помехи. При этом в моменты времени, когда на фоне помехи появляется сигнал, отражённый точечным объектом, происходит быстрое снижение уровня выходного напряжения ВУ2 на величину, равную амплитуде принимаемого полезного сигнала. Следовательно напряжение с выхода ВУ2 можно использовать в качестве сигнала, управляющего коэффициентом усиления приёмника радиолокатора. При такой схеме включения система БАРУ будет не только предотвращать перегрузку приёмника РЛС от помех, вызванных отражениями радиолокационного сигнала от распределённых целей, но и подавлять эти помехи, не оказывая существенного воздействия на полезные сигналы, отражённые от точечных объектов.

На рис.3 – 4 показаны результаты имитационного моделирования воздействия мощной помехи на приёмник РЛС, не охваченный петлёй БАРУ. Из рис. 4 следует, что под воздействием сигналов, отражённых от распределённых целей, происходит

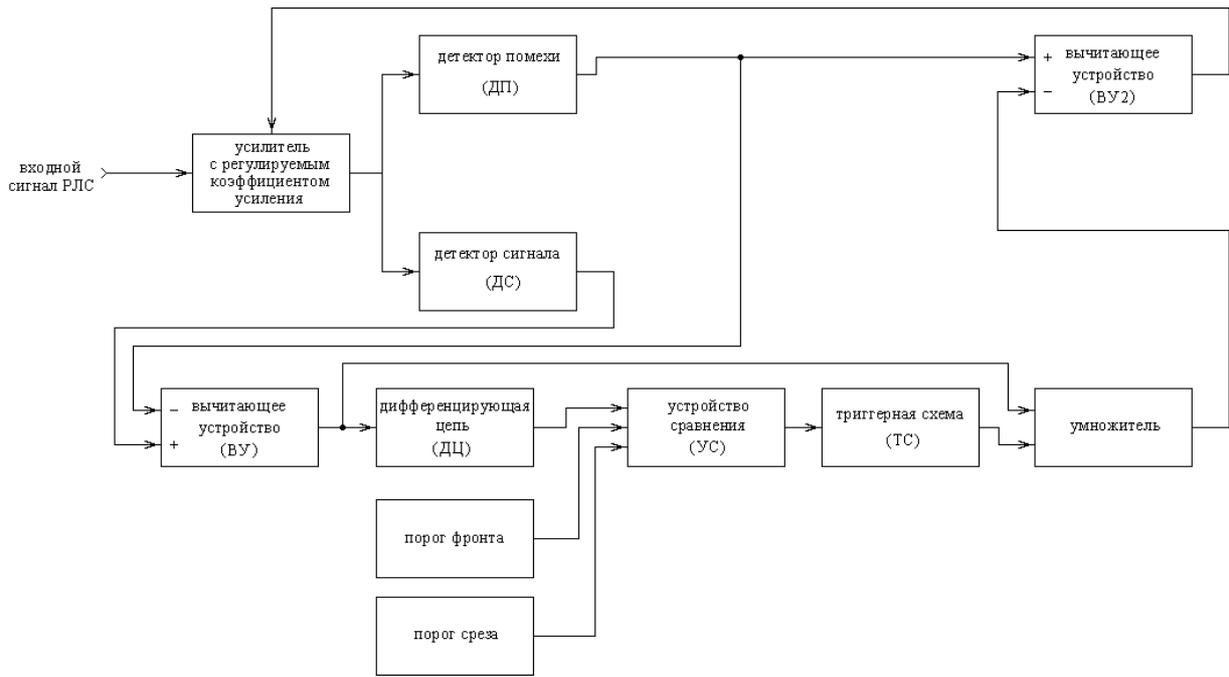


Рис.2. Функциональная схема БАРУ

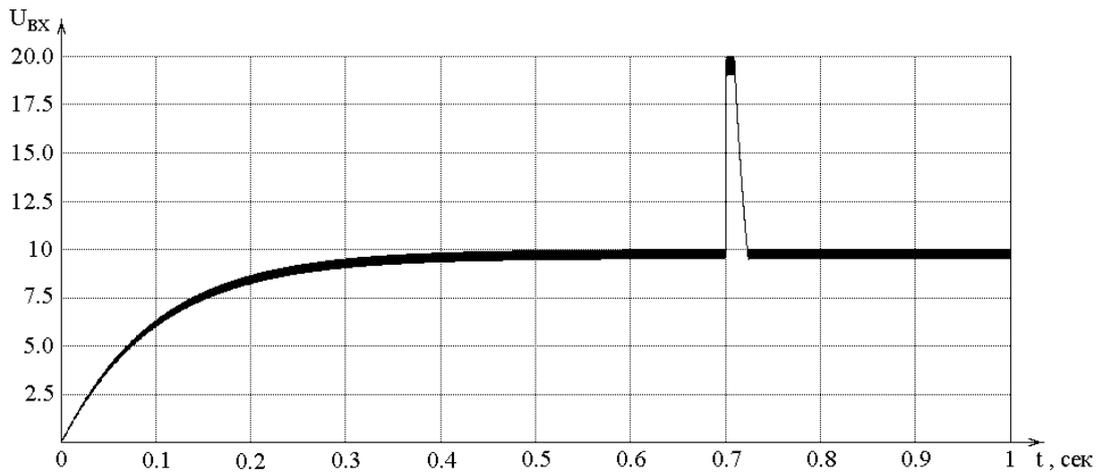


Рис.3. Огибающая напряжения входного сигнала навигационной РЛС

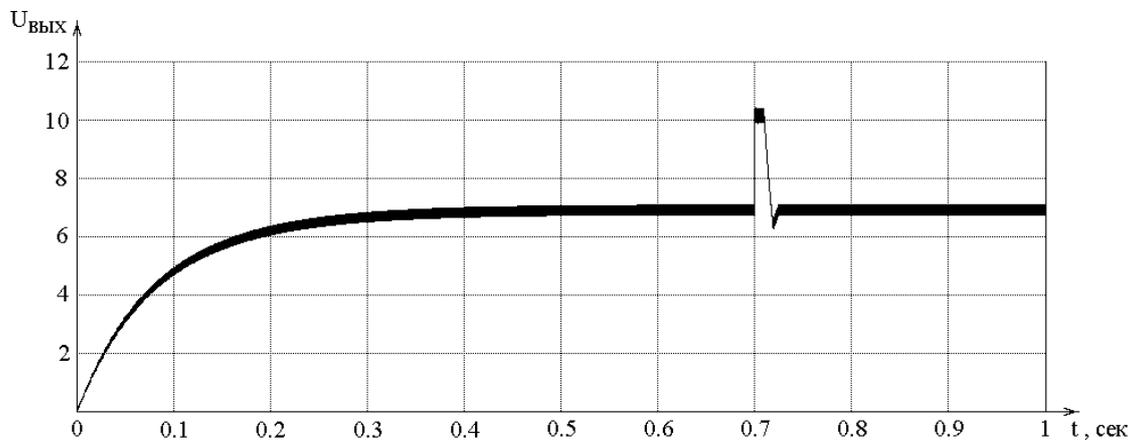


Рис.4. Выходной сигнал навигационной РЛС без использования системы БАРУ

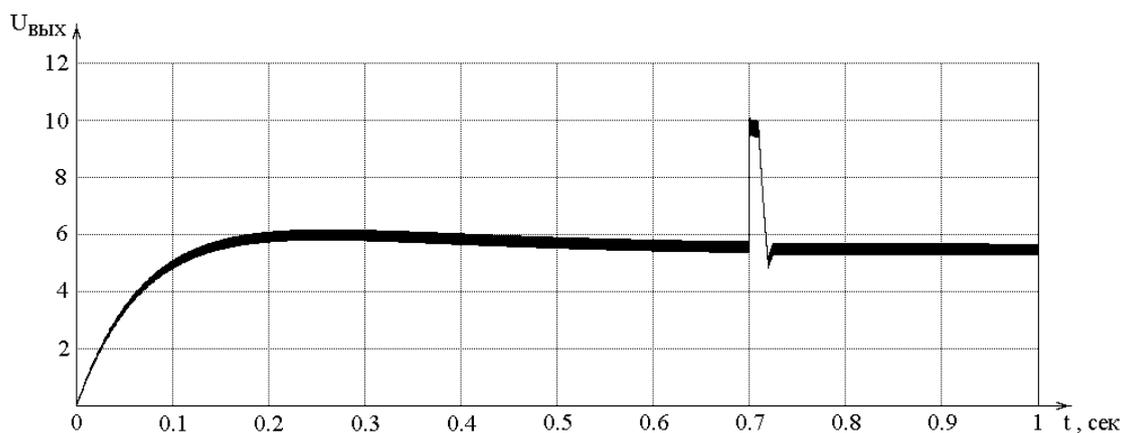


Рис.5. Выходной сигнал навигационной РЛС при использовании традиционной системы БАРУ

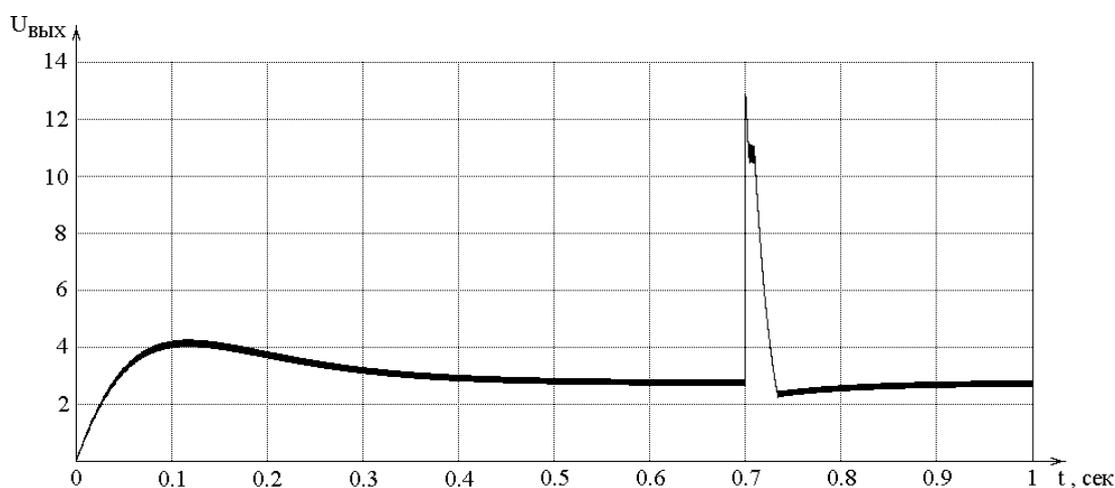


Рис.6. Выходной сигнал навигационной РЛС при использовании системы БАРУ, содержащей ДЦ, УС и ТС

снижение соотношения сигнал – помеха до уровня 0,43 (при единичном значении этого отношения на входе приёмника). Включение системы БАРУ (рис.5) позволяет в этих условиях достичь соотношения сигнал – помеха равного 0,67. При использовании описанной выше системы БАРУ (рис.6) выходное соотношение сигнал – помеха достигает уровня 1,6, что более чем в 2,5 раза превышает аналогичный параметр современных систем БАРУ.

Выводы:

- 1) современные системы защиты навигационных РЛС против помех, создаваемых распределёнными объектами, имеют низкую эффективность при малых отношениях сигнал – помеха на входе приёмника радиолокатора;
- 2) фактором, ограничивающим повышение помехоустойчивости радиолокатора в условиях воздействия на него пространственно распределённых помех, является инерционность детектора сигнала приёмника;
- 3) применение в приёмнике навигационных РЛС системы БАРУ с включёнными в её состав дифференцирующим звеном и триггерной схемой фиксации фронта и среза импульсов полезных сигналов увеличивает соотношение сигнал – помеха на выходе устройства более чем в два с половиной раза по сравнению с современными системами защиты радиолокаторов.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ СИГНАЛОВ ОСОБОЙ ВАЖНОСТИ НА МОРСКОМ ФЛОТЕ

Суханов А.И. (Мурманск, МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем)

Abstract. This thesis shows the role of signals of special importance in providing safety of navigation sine their introduction till present time.

Радио настолько прочно вошло в науку, производство, сельское хозяйство, в наш быт, что порой кажется, что так было всегда.

Но так было не всегда. Что стоит каких то 100-114 лет для замены цивилизации - пушинка, секунда миг. Все верно, верно и то, что еще 114 лет назад слово «радио» вообще не существовало, как не существовало и самого «радио». Но ученая мысль уже над этим работала. А пока суда, корабли уходили в многолетние плаванья и их судьба оставалась неизвестной. Правда существовала «бутылочная почта» Английская королева Елизавета даже учредила должность «откупорщика» океанских бутылок. Только этому важному лицу разрешалось вскрывать « конверты» морских сообщений.

Но сами понимаете, что подобная почта редко доходила до адресата, а если и доходила, то с большим опозданием.

Вот почему мы до сих пор не знаем судьбу некоторых морских плаваний, экспедиции, штурмовавших Северный и Южный полюс. И вот наш соотечественник, преподаватель Минной школы и Минного офицерского класса в Кронштадте Александр Степанович Попов (1850-1906 г.) в месте со своим помощником Петром Николаевичем Рыбкиным в саду Минного офицерского класса на открытом воздухе провели первый в мире сеанс беспроводной связи всего на расстоянии 60 метров. Об этом и было доложено на заседание физического отделения Русского физико-химического общества 7 мая 1895г. Эта дата считается профессиональным праздником – днем Радио.

Труды А.С. Попова по изобретению беспроводного телеграфа были опубликованы в некоторых зарубежных журналах. Международный электротехнический конгресс в Париже в 1900г. единогласно признал приоритет Попова в создание радио и в том же году на международной выставке в Париже приемник А.С. Попова был удостоен большой золотой медали.

Опыты продолжались, аппаратура совершенствовалась, в 1897 г. расстояние достигло 5 км, а в 1899г. прием на слух кодом Морзе достиг 50 км.

По достоинству оценил изобретение А.С. Попова. Вот что писал по этому выдающийся флотоводец и конструктор кораблей Степан Осипович Макаров : «От имени всех кронштадских моряков сердечно приветствую вас с блестящим успехом вашего изобретения», правда потом он с негодованием говорил: «Радио изобретено в России, а аппаратуру мы покупаем за границей»

И тут возникает ряд вопросов: почему Маркони знает весь мир, а А.С. Попова знают не все даже в России?

Попробуем разобраться

Гульельмо Маркони родился в 1874г. (умер 1937). Не имея систематического образования, сведения об электромагнитных волнах он получил от итальянского физика А.Риги, с которым занимался в юношеские годы.

Спустя год, т.е. в 1896 г. он скопировал RX А.С. Попова и не найдя поддержки у властей Италии переехал в Великобританию, где и заинтересовал своим «Черным

ящиком» Почтовое ведомство и Адмиралтейство. В июле 1896 г. он подал заявку на патент «усовершенствования в передаче электрических импульсов и сигналов и в аппаратуре для этого». Английский патент Маркони получил в 1897г.

Но главное в том, что Маркони организовал большое акционерное общество «Маркони и Ко», где работали многие видные ученые и инженеры Великобритании, Италии и Франции. Он распорядился миллионными средствами. Все это позволило Маркони уже в 1901 г осуществить радиосвязь через Атлантический океан. Правда, эта радиосвязь носила больше рекламный характер, нежели практический. И, тем не менее, радиостанция Великобритании передала три буквы и в Галифаксе (Канада) их приняли.

Фирма Маркони процветала. За успехи в области радио Маркони в 1909г получил Нобелевскую премию, прожил долгую жизнь и скончался в 1937г.

Ну а что же А.С. Попов? Он проводил опыты на море. Зимой на Черном море, летом на Балтике. Оборудовал корабли радиоустановками. Но прозябал в нищете.

На ходатайстве А.С. Попова о выделении ему 300руб. на опыты беспроволочного телеграфа, морской министр написал: «На такую химеру денег отпускать не разрешаю».

И тем не менее А. Попову удалось создать фирму «Дюкрете – Попов» (русско-французская)

Фирма выпускала 10-12 радиоустановок в год, всего их было выпущено 25, но в 1906г А.С. Попов скончался и фирмы как таковой не стало.

Акционерное общество «Маркони и Ко» процветало. Оно пользовалось приоритетом на поставку радиоаппаратуры на корабли и суда Великобритании и Италии.

Судовые радиостанции поддерживали связь с землей, и если судам случалось терпеть бедствие, в эфир шли призывы о помощи. Вначале специального сигнала бедствия не было. Радист взывал о помощи, как умел. Ввиду неразберихи в эфире и хаоса, который царил во взаимоотношениях государства в области радио, назрела необходимость установить определенный порядок. С этой целью в 1903г в Берлине была созвана международная радиоконференция.

На конференции в качестве специального сигнала для судов, терпящих бедствие, был рекомендован S S S D D D, который должен передаваться судами в случае призыва о помощи. Ранее применяемый для этой цели сигнал CQ (Come Quick)-" идите скорее" стал использоваться как сигнал общего вызова, таковым он и остается до сих пор. Но твердого решения поданному вопросу принято не было, поэтому фирма "Маркони" с 1904г. Ввела для судов, оборудованных радио-аппаратами ее системы, сигнал бедствия CQD «Come Quick Danger» -идите скорее. Бедствие. Такой сигнал бедствия впервые был послан американским пароходом "Республика". Радист этого парохода проснулся от сильного толчка. Ему казалось сначала, что он еще видит сон: одной стены радиорубки нет и виднеется бушующее море. Судно уже начинало погружаться в воду. Бинс, радист "Республики", на свою ответственность послал CQD. Сигнал был принят пароходом "Балтик" который поспешил к месту катастрофы и спас пассажиров и команду (расстояние было 100 км). Сигнал CQD стал с тех пор все чаще встречаться в эфире.

Однако практика показала, что необходим более простой и разборчивый сигнал.

Этому вопросу была посвящена 2-я Берлинская международная радиоконференция (28 стран и Россия). Предложение фирмы "Маркони" утвердить сигнал CQD в качестве международного сигнала бедствия на море конференция отвергла, поскольку этот сигнал можно было легко спутать с сигналом общего вызова SQ.

Представитель германской фирмы «Сляби-Арко» предложил сигнал SOE. При обсуждении и этот сигнал был отвергнут, так как буква E по коду Морзе, как одна точка при слабом приеме и в условиях помех могла выпасть. Поэтому было принято предложение заменить букву E на букву S. Получился симметричный сигнал SOS (... _ _ :..)-, который и был утвержден конференцией 3 ноября 1906 года, как единый сигнал бедствия на море.

Однако, после подписания этой конвенции некоторые судовые радисты еще несколько лет продолжали применять сигнал CQD. Этой же конвенцией для нужд бедствия была выделена частота бедствия 500 кГц (600м.).

После гибели "Титаника" сигнал SOS стал единственным радиотелеграфным сигналом бедствия на море. Это чисто условное сочетание, но мореплаватели вскоре стали расшифровывать этот сигнал как начальные буквы английской фразы "Save Our Souls"- спасите наши души.

А теперь рассмотрим катастрофу века - гибель «непотопляемого» Титаника. Вот некоторые выдержки из исторической повести Уолтера Лорда «Последняя ночь «Титаника»:

– Какой сигнал Вы посылаете?- спросил капитан Смит.

– CQD, – не вдаваясь в подробности, ответил старший телеграфист Филипп.

У Брайда (второго радиста) возникла блестящая идея. Хотя CQD являлся традиционным сигналом бедствия, на одной международной конференции не так давно было решено вместо CQD использовать сигнал SOS, его легко мог принять даже некудышный радист. И вот Брайд предлагает: «Пошли SOS, это новый сигнал, а то тебе может быть, больше не придется посылать его.

Филлипп посмеялся над этой шуткой и сменил сигнал. Часы показывали 00 час. 45 мин, когда с «Титаника» был послан первый в истории SOS. Это было 15 апреля 1912 г.

Последний сигнал Филлиппа был принят в 02:17, за три минуты до того, как «Титаник» исчез с поверхности океана.

Гибель "Титаника" показал, что одному радиооператору работать на морских судах нельзя. Необходима круглосуточная вахта в радиорубке, но интересы судовладельцев взяли вверх и очередная радиоконференция отклонила предложение даже об обязательности радиоустановок на всех судах. Положительным было лишь то, что после длительных прений и дебатов было вынесено положение рекомендовать всем пароходным компаниям и судовладельцам иметь двух радистов на судне.

Конференция 1912 г. (Лондон) обязала судовладельцев иметь запасную радиостанцию с автономными источниками питания. Был введен код - Q.

В 1927 г. Международная радиоконференция (Лондон) ввела сигнал тревоги, сигнал срочности и безопасности.

Тревога 12 тире длительностью каждая в 4 сек с паузами между тире 1 сек.

Телефон F 2182 кгц. модулируется двумя тонами с $f_1 = 2200$ Гц. И $f_2 = 1300$ Гц. По переменно по 250 миллисекунд не больше 1 мин.

Бедствие SOS Mayday (Мэдэ)

Срочность XXX – троекратное повторение

Радиотелефонии PAN PAN – три раза

Безопасность TTT – три раза

Безопасность SECURUTE (секюрите)

Чуть позже был принят сигнал «медицинский транспорт»

Телеграф: XXX XXX XXX YYY

Телефон: (PAN PAN) – три раза плюс слово MAYDAEECAL (Медикаль)

Каирская международная радиоконференция 1938 г. постановила: «Если на судне нет автоматического податчика сигналов тревоги, то в распоряжении радиооператора должны быть часы с секундной стрелкой для подачи сигналов тревоги ручным способом.

Международная конференция в Атлантик-Сити (1947 г.) обязывала судовладельцев иметь на борту запасную радиоустановку. К Регламенту прилагались рекомендации об исследовании эффективности сигналов Mayday и PAN, а также о слуховом наблюдении на частоте бедствия 2182 кГц.

В Международная радиотелеграфная конференция (Женева. 1959 г.) утвердила телефонный сигнал тревоги. Вводились периоды молчания. В диапазоне УКВ частота 156,8 мГц выделялась для передачи сигналов тревоги, бедствия, срочности и безопасности в телефонном режиме. С 1959 г. решения Женевской конференции в части сигналов особой важности не пересматривались.

Дублирование сигналов тревоги и бедствия за другое судно (радиостанцию) осуществлялось по следующей формуле.

Телеграф DOD SOS DDI

Телефон Mayday Relay

В огромном зале страхового общества Ллойда в Лондоне висит небольшой колокол, снятый с затонувшего в 1799 г. фрегата "Лютни". Два удара его скорбного погребального звона раздаются при гибели очередного судна.

Несмотря на успехи судостроения и навигации, колокол не умолкает.

По данным того же Ллойда в мировом океане каждые 90 минут терпит бедствие судно и каждые 24 часа – гибнет.

А это значит, что звучат в эфире страшные сигналы тревоги и бедствия, взывая благодаря радио о помощи.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРЕХОДНОЙ АСТРОНОМИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ В НАЧАЛЕ ТРЕТЬЕГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Фогилев В.А. (*Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения*)

Abstract. Using all possible ways to provide safety navigation in the beginning of the third millennium it is one of the most important problems in now days. The work is devoted to the problem of abolition of the “line of position” (LOP) method and its substitution by the analytical modes of working up while the astronomical ships’ fixing. Three modes of it are considered: iteration mode, formulas’ mode, and the modified Gauss’ mode. The great attention is paid to the simplicity and accuracy estimation of the ship’s fix due to this substitution. The author has proposed perspective ways in the research of the Celestial Fixes.

Основной задачей судовождения, направленной на обеспечение безопасности мореплавания и сокращение времени перехода между портами, является надежное определение места судна в море. Широкое использование в современной навигационной практике новейших спутниковых систем обсервации никак не снимает актуальности методов астрономических. Астрономические способы определения имеют существенные преимущества, а именно – небесные светила являются природными “датчиками” навигационной информации, причем этих «датчиков» достаточно много, что позволяет одновременно вести измерения для расчета элементов нескольких изостадий. Небесные светила обеспечивают возможность определения координат судна в любой части Мирового океана. Астрономические способы определения места судна являются автономными; практически нет средств, позволяющих лишить судно возможности астрономических обсерваций при выводе из строя электрооборудования.

В морском плавании основным является штурманский метод судовождения, который состоит в непрерывном ведении счисления и в регулярных определениях места судна. Результаты определений показывают положение судна относительно опасностей, служат для контроля и коррекции счисления. Если определения места выполняются достаточно часто, то счисление может рассматриваться как резервное. Во всех случаях навигационная безопасность зависит прежде всего от частоты и точности определений места, вследствие чего определения места судна относят к основным задачам навигации. Среди многих и разнообразных мероприятий, направленных на повышение безопасности мореплавания, заметная роль принадлежит усовершенствованию теории и практики определения места судна. Теория определения места судна с помощью астрономических обсерваций создавалась и развивалась усилиями многих поколений моряков и ученых разных стран.

Отмеченное снижение интереса к мореходной астрономии не снимает вопроса об её актуальности. Согласно главе II разделов А-II/1, А-II/2 международной конвенции ПДМНВ-78, разработанной и утвержденной ИМО, в состав обязательных минимальных требований для дипломирования вахтенных помощников капитана судов валовой вместимостью 500 регистровых тонн и более, а также обязательных минимальных требований для дипломирования капитанов и старших помощников капитана судов валовой вместимостью 500 регистровых тонн и более, включено умение использовать небесные тела для определения местоположения судна. Критерием для оценки компетентности этого умения является местоположение, полученное с

помощью астрономических методов, которое находится в пределах допустимых уровней точности.

Как показали наши экспериментальные астрономические наблюдения по звездам, привязанные к GPS-наблюдениям, их точность приближенно можно характеризовать кругами с радиусами до 3,0 – 3,4 морских миль ($P = 95 \%$). Во время плавания в условиях открытого моря при критических обстоятельствах этого вполне достаточно. Поэтому основная роль мореходной астрономии в современных реалиях – это оставаться автономной резервной системой определения места судна, которая способна обеспечить безопасность мореплавания в условиях открытого моря.

Полагаем, что прогресс в мореходной астрономии в области повышения точности наблюдений по звездам и другим светилам возможен лишь в пересмотре способов обработки измеренных высот. На первой стадии – это отход от нахождения среднеарифметического значения в серии измерений и замена его весовым значением. Известно, что за точечную оценку его математического ожидания принимается их среднее значение. Состоятельность и эффективность выражения обусловлены требованием большого числа наблюдений, в принципе $n \rightarrow \infty$. В тех случаях, когда число наблюдений мало, т. е. находится в пределах от 3 до 9 (что соответствует практике судовождения), ненадежность данной оценки становится очевидной. В последние годы интерес к обработке малого числа наблюдений неуклонно возрастает. Поскольку в практике судовождения ряд наблюдений, как правило, является результатом прямых измерений, то сомневаться в нормальном характере закона и плотности распределения не приходится. Поэтому при обработке упор следует делать на определении математического ожидания $M(x)$ и среднего квадратического отклонения $\sigma(x)$ [3]. Вторым этапом является применение одного из трех аналитических способов вместо метода линий положения: метода итераций, метода алгебраических формул и модифицированного метода Гаусса. Метод итераций – наиболее удобен при определении места судна по высотам двух звёзд (или звезды и планеты). Система уравнений двух изолиний решается методом последовательных приближений к искомым обсервованным координатам (ϕ_0 ; λ_0). При использовании простейшего программируемого калькулятора эта процедура занимает считанные секунды.

Еще раз подчеркнем актуальность начатой работы. Система методов мореходной астрономии, после внедрения новаций, которые повысят точность и упростят получение обсервованных координат судна, должна стать резервной навигационной системой. Действительно, пока нет никакой альтернативы GPS. Использование радиомаяков невозможно. Во-первых, они выведены из эксплуатации, во-вторых, на судах отсутствуют радиопеленгаторы, так как согласно требованиям РМРС их наличие необязательно. Подобная же ситуация с РНС – цепочки не действуют, приемоиндикаторы сняты. Если говорить о спутниковых навигационных системах, то спутниковый сегмент ГЛОНАСС только недавно начал содержать необходимое количество спутников для бесперебойной работы, однако до сих пор нет серийного производства приемоиндикаторов для гражданских пользователей. Для решения этих проблем требуются большие финансовые вложения, а учитывая текущую обстановку – это весьма не близкая перспектива. Новая европейская СНС «Galileo» пока находится на самом раннем этапе формирования. Да и не стоит ожидать, что владельцы GPS, так просто пустят конкурентов на этот высокодоходный рынок.

Изложенные выше факты ориентируют на рассмотрение и форсирование теоретических и экспериментальных работ по мореходной астрономии, так как речь идет, ни много ни мало, о безопасности мореплавания. Последнее особенно значимо в условиях возможного умышленного вывода из строя энергокомплексов судна.

Результаты исследования должны внедряться прежде всего в учебный процесс морских академий России с тем, чтобы их выпускники на штурманских вахтах использовали аналитические методики на практике. И конечно, полученные результаты в доступной форме должны найти своё отражение в учебниках, учебных пособиях и заданиях по мореходной астрономии, а затем уже в официальных инструкциях и пособиях для судов и кораблей российских флотов.

Список литературы:

- 1) Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 г. (ПДМНВ-78). – СПб, ЦНИИМФ, 1993.
- 2) Вульфович Б.А. Реальная оценка точности места судна, определенного астрономическими методами // Записки по гидрографии. – 1989. – № 223. – С. 25 – 31.
- 3) Вульфович Б.А. Оценка параметров малых рядов наблюдений // Записки по гидрографии. – 1994. – № 230. – С. 20 – 24.
- 4) В. Vulfovich. The elements of celestial navigation // В. Vulfovich. – San Francisco, 1998. – 304 p.
- 5) Вульфович Б.А. Основы судовождения.. – Мурманск, МГТУ, 2007. – 147 с.
- 6) Вульфович Б.А., Фогилев В.А. К вопросу о применении современных информационных технологий при астронавигационном определении места судна // Вестник МГТУ. – 2008. – № 3. – С. 446 – 450.
- 7) Фогилев В.А. Астрономические наблюдения по двум звездам: реальная точность выполняемых вычислений // Эксплуатация морского транспорта. – 2008. – № 2 (52). – С. 29 – 34.
- 8) Фогилев В.А. Возможности альтернативных методов обработки астрономических наблюдений по звездам в море // Эксплуатация морского транспорта. – 2008. – № 3 (53). – С. 41 – 43.

СИНОПТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ, КАК ОСНОВА УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫСЛОМ

Шатохин Б.М. (Мурманск, Мурманский филиал ФГУП «Наурыбресурс»,
nio@mrcm.ru)

Abstract. Courses to studying short-period features of variability of the hydrometeorological and thermodynamic processes influencing on long-term variability of a condition of biological-trade processes in marine ecosystem. It is judged that that a scientific basis of studying of these mechanisms and processes is synoptic monitoring.

Доклад посвящен краткому интегрированному обзору состояния разработки современных информационных технологий обеспечения выработки и принятия научно-обоснованных управленческих решений на промысле. Основой приводимых в докладе результатов является многолетний (более 15 лет) практический опыт разработки, использования и развития современных информационных технологий, исследований автора и его сотрудников применительно к сопряженным (идущим параллельно) промыслам Северо-Восточной Атлантики (окунь моря Ирмингера, путассу, скумбрия, сельдь и окунь Норвежского моря, мойва, треска и пикша Баренцева моря).

В докладе на единой методологической основе рассматриваются результаты исследований и их практические приложения по следующим направлениям:

1) исследование иерархии задач управления флотом с учетом характерных масштабов пространственно-временной изменчивости на сопряженных промыслах, проблематика планирования и принятия решений;

2) изучение роли синоптической изменчивости термодинамических процессов и механизмы их влияния на формирование зон повышенной биологической и рыбопромысловой продуктивности;

3) практический опыт разработки и использования современных компьютерных информационных технологий синоптического мониторинга для обеспечения принятия эффективных, научно-обоснованных решений по управлению промыслом.

По каждому из перечисленных направлений приводится изложение теоретических основ и практических результатов прогнозирования рыбопромысловой обстановки и методологии принятия решений, с учетом ситуационных «природо-производственных» ограничений.

Приводятся результаты исследования физических механизмов скачкообразных изменений промысловой обстановки, нестационарные модели их описания, а также результаты практического прогнозирования сроков и районов промысла. Рассматривается опыт использования (бортовых, судовых) компьютерных систем выработки и принятия решений по управлению промыслом.

Состояние разработок, практический опыт их использования, компьютерная (программная) реализация позволяют ставить задачу создания и проведения спецкурсов теоретической и практической подготовки современных специалистов-судоводителей навыкам выработки научно-обоснованных и эффективных управленческих решений на промысле, а также разработки не имеющих аналогов интеллектуальных тренажеров судоводителей-промысловиков поиска рыбы и принятию решений в условиях, приближенных к реальному промыслу.

СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ЛОВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Шеховцев Л.Н. (*Калининград, Калининградский государственный технический университет, кафедра промышленного рыболовства, shehovcev47@mail.ru*)

Abstract. Classification of ways of managing influences on objects fishing is offered. On concrete examples characteristic features of such influences are considered.

Любое орудие лова не может эффективно работать без управления со стороны человека – оператора, осуществляющего воздействие на это орудие с помощью необходимого набора средств управления в процессе лова. Управление – это организация и реализация такого целенаправленного воздействия на объект, в результате которого он переходит в требуемое (целевое) состояние. К объекту управления при использовании источников света относится ловащая система, которая включает в себя следующие элементы: судно-орудие лова - источник света - объект лова. Управляющие воздействия относятся к ловащей системе в целом, а также ее отдельным элементам. Их целью является получение улова через общее воздействие на объект лова. В основном, промысел основан на управлении орудием лова, которое влияет на параметры объекта лова, что отражается на его поведении.

Современные способы лова, к которым можно отнести промысел рыбы и головоногих моллюсков, используют непосредственное воздействие на объект лова, в чем и состоит их недостаточно изученная специфика.

Под процессом в общем случае понимается совокупность последовательных действий для достижения поставленной задачи, а в нашем случае – получения улова рыбы или других морепродуктов.

Процессный подход получил развитие и описывается различными авторами в теории управления системами (1). В промышленном рыболовстве он применялся в работах Ю.А. Изнанкина, В.А. Шутова, В.Н. Мельникова и других (2,3,4). Но этот инструментарий как методология исследования в теории и практике промышленного рыболовства используется недостаточно.

В процессе лова рыбы и других морепродуктов могут использоваться специальные ловащие системы, т. е. такие системы, которые применяют активные методы воздействия на объекты лова. В них используются физические (световые, акустические, электрические) и другие поля, которые могут использоваться как в составе орудия лова – лов каспийской кильки и черноморской ставриды конусными подхватами на свет, так и отдельно от них – лов макрелешуки в Атлантике, лов кальмаров вертикальными ярусами с использованием источников света, расположенных на борту судна.

Среди специальных ловащих систем наибольшее развитие получили те, которые используют в качестве физического раздражителя надводные и подводные источники света.

Характер и возможности управления с использованием надводного источника света определяются наличием информации об объекте лова и имеют адаптивный и неадаптивный характер. Воздействия выбираются на основании оперативной информации об изменении поведения объекта лова в результате воздействия световых полей.

По признаку управляемости процессы с использованием световых полей делятся на две группы: адаптивно управляемые процессы и процессы с априори заданной технологией.

К первой группе относится, например, лов макрелешуки бортовым подхватом. Для этого вида лова характерно то, что ловящая система регулируется (настраивается) в ходе процесса добычи рыбы

Ко второй группе можно отнести промысел кальмара вертикальными ярусами с использованием надводных источников искусственного света, а также лов каспийской кильки конусными подхватами с применением подводного света. Для этой группы характерна неизменность параметров источников искусственного света, т. е. постоянство освещенности поверхности и толщи воды.

По способам управления ловящей системой можно выделить следующие виды управляющих воздействий: изменение состояния освещенности, изменение положения орудий лова и их настройки, внесение изменений в устройство промысловых механизмов и другие.

Рассмотрим один из относительно новых способов управления – воздействие на объект лова путем изменений параметров световых полей.

В качестве адаптивного процесса рассмотрим пример лова макрелешуки в Северо-Западной Атлантике. В процессе лова макрелешуки бортовой ловушкой изменение параметров световых полей происходит следующим образом. На первом этапе привлечения объекта к нерабочему борту судна и его концентрирования вне зоны действия ловушки параметры светового поля остаются неизменными. Этот процесс продолжается до тех пор, пока к борту судна будет привлечено достаточное количество макрелешуки, необходимое для наполнения ловушки, что оценивается визуальным путем. Этот объем определяется параметрами (емкостью) ловушки и возможностью грузовых устройств.

На следующем этапе осуществляется перевод объекта в зону действия орудия лова путем уменьшения освещенности при помощи последовательного отключения по определенной схеме источников надводного света.

Далее для обеспечения нужной концентрации макрелешуки в зоне действия орудия лова выключают все источники, используемые для привлечения и перевода объекта лова в зону действия ловушки, и включают источник красного света. После уплотнения концентрации макрелешуки производят подъем ловушки с уловом на палубу.

Для неадаптивного процесса с априори заданной технологией можно рассмотреть процесс лова кальмаров вертикальными ярусами с использованием надводных источников искусственного света.

В этом процессе параметры светового поля весь период лова остаются постоянными. Результативность промысла в этом случае зависит от мощности светильников, которая определяет дистанцию привлечения кальмаров в зону облова. Управление ловом осуществляется изменением глубины погружения ярусов в зависимости от горизонта концентрации объекта лова. Глубина погружения ярусов (горизонт лова) может изменяться в течение темного времени суток.

Таким образом, предлагается классификация способов управляющих воздействий на объекты лова. На конкретных примерах рассматриваются характерные черты таких воздействий.

Список литературы:

- 1) Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении.– М.: Финансы и статистика, 2002.– 368 с.

- 2) Мельников В.Н. Биотехнические основы промышленного рыболовства.– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983,– 216 с.
- 3) Изнанкин Ю.А., Шутов В.А. Поведение рыб и технология лова. – М.: Колос, 1994, – 191 с.
- 4) Шеховцев Л.Н. Процессный подход к управлению ловом рыбы Сб тезисов V международной научной конференции "Инновации в науке и образовании – 2007" /КГТУ, Калининград, 2007.– С. 278-282.

СЕКЦИЯ
«РАДИОТЕХНИКА И
РАДИОСВЯЗЬ»

Секция «Радиотехника и радиосвязь»

- Борисова Л.Ф.** К вопросу построения конвергированной системы управления движением судов морского порта 1015
- Гурин А.В., Пятси А.Х.** Исследование характеристик излучения плоскости, к двум точкам которой подключен источник вспомогательного напряжения..... 1020
- Калитёнков Н.В., Калитёнкова М.И., Иванюгин М.С., Черноус С.А.** Синоптические карты овала полярных сияний и решение навигационных задач в Арктике 1024
- Калитёнков Н.В., Калитёнков А.Н., Черноус С.А., Иванюгин М.С., Фогилев В.А.** Особенности вариаций PDOP-фактора в Арктике..... 1026
- Калитёнков Н.В., Калитёнков А.Н., Черноус С.А., Милкин В.И.** Влияние геомагнитных возмущений на GPS позиционирование 1028
- Калитёнков Н.В., Калитёнкова М.И., Милкин В.И., Черноус С.А.** Результаты GPS позиционирования в высоких широтах в летнее время 1030
- Калитёнков Н.В., Калитёнков А.Н., Милкин В.И., Гурин А.В., Кучура А.Н.** Взаимодействие КВ с неоднородностями высокоширотной ионосферы - ионосферная антенна 1033
- Коробко А.Н., Милкин В.И.** Электропроводность морской воды. практическое использование..... 1036
- Милкин В.И., Калитёнков Н.В.** Перспективы развития судовых антенн на базе синтеза Z -элементов..... 1038
- Милкин В.И., Калитёнков Н.В.** Гидрорадиосвязь. Новые подходы..... 1040
- Калитёнков Н.В., Сазанов В.А., Милкин В.И.** Исследование распространения КВ на авроральной радиотрассе..... 1043
- Суслов А.Н.** Исследование шумовых характеристик прецизионных выпрямителей 1046
- Калитёнков Н.В., Калитёнков А.Н., Черноус С.А., Милкин В.И.** Полярные сияния и работа GPS 1050

К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ КОНВЕРГИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СУДОВ МОРСКОГО ПОРТА

Борисова Л.Ф. (Мурманск, МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем; lfborisova@mail.ru)

Аннотация. Предлагается концептуальная модель построения конвергированной системы управления движением судов в районе морского поста на базе совместного использования традиционных СУДС и специальных территориально локализованных и распределенных мобильных систем управления движением судов. Целью создания системы является расширение функциональных возможностей современных СУДС и повышение безопасности движения плавательных средств.

Развитие морского судоходства и связанный с ним рост интенсивности движения судов в портовой зоне ведет к обострению вопросов, связанных с обеспечением безопасности мореплавания. Эта проблема особенно актуальна для северных районов, где опасность столкновения судов с последующим их разрушением и затоплением сопряжена с серьезными проблемами выживания пассажиров и личного состава судна в условиях низких температур. Ситуация усугубляется в случае перевозки опасных грузов, когда разрушение корпуса судна может привести к трудно устранимым в условиях пониженных температур экологическим загрязнениям морской среды и прибрежной зоны. Учащающиеся аварийные случаи на морском транспорте, ведущие к катастрофическим последствиям, гибели людей, экологическим катастрофам, а также возросшая угроза террористических актов выдвигают проблему обеспечения безопасности на морском транспорте в ранг общенациональной безопасности.

Наиболее эффективным средством обеспечения безопасности при плавании вблизи берегов являются системы управления движением судов (СУДС / VTS – Vessel Traffic Services), осуществляющие контроль над их нахождением и соблюдением экипажами судов правил мореплавания, а также помогающие при возникновении аварийных ситуаций и затруднениях в определении местоположения.

СУДС представляет собой сложный комплекс стационарных технических сооружений вблизи береговых служб. К основным недостаткам современных СУДС относятся стационарность размещения (местоположения), "привязка" к береговым службам конкретного района, громоздкость, сложность применяемых процедур управления, которые требуют дорогостоящего специализированного оборудования и развитой инфраструктуры энергоснабжения. Основные мероприятия по повышению безопасности судоходства в береговых и прибрежных районах, отличающихся повышенной интенсивностью движения, направлены на совершенствование технической оснащенности СУДС, что делает эти системы еще более дорогостоящими и громоздкими. В результате использование современных СУДС является эффективным и целесообразным только в экономически развитых районах с достаточно мощной транспортной инфраструктурой порта и направлено в основном на обслуживание крупнотоннажных судов. В традиционной схеме выработки управляющих решений ключевая функция принадлежит операторам Центра СУДС, что сопряжено с чрезмерным негативным влиянием человеческого фактора.

Альтернативой технической модернизации является совершенствование информационной инфраструктуры морского порта. Однако на современном этапе развития морских транспортных систем информационным технологиям уделяется

недостаточно внимания. Информационная инфраструктура морской транспортной системы, основанная на использовании достижений современных информационных технологий, в настоящее время становится ключевым элементом в решении проблемы обеспечения эффективного управления безопасностью морских транспортных процессов. Релевантная информация о транспортных процессах для морских систем является фактором, обеспечивающим создание эффективных и экономичных систем, а также выработку оптимальной стратегии управления в них.

В настоящее время существует ряд характерных проблем в области судоходства, которые не попадают в сферу деятельности современных СУДС и создают реальную проблему безопасности мореплавания. Одну из таких проблем в области безопасности судоходства в портовых зонах создают маломерные суда – яхты, малые рыболовецкие суда, лодки, катера и другие плавательные средства, сосредоточенные в районах порта. В последние года эта проблема становится все более актуальной в связи с увеличением количества малых судов в портовой зоне.

Решение данной проблемы может быть выполнено с помощью использования специальных территориально локализованных мобильных систем управления движением судов (МСУДС / MVTS – Mobile Vessel Traffic Services, по аналогии с СУДС / VTS), разработанных и исследованных в работе [1]. МСУДС отличаются локальностью дислокации, задаваемая площадью акватории, оперативность, быстрота развертывания и прекращения действия, формализуемость процедур управления, существенно снижающая долю человеческого фактора в принятии решения, простота реализации, мобильность. МСУДС способны обеспечить безопасное мореплавание в любом районе с интенсивным судоходством, включая морские акватории, на которые не распространяется действие стационарных СУДС. Использование МСУДС в районе морского порта может стать экономичным способом для реализации управления движением маломерных судов и повышения безопасности судоходства.

При этом возможно совместное (ассоциативное) функционирование нескольких МСУДС, если они имеют ограниченные размеры обслуживаемой площади, которые не позволяют покрыть всю подконтрольную акваторию, или имеют различную ведомственную или корпоративную принадлежность, или находятся в разных формах собственности, или различаются специализацией, учитывающей различия обслуживаемых судов по тоннажу, размерам и целевому назначению (маломерные суда, танкеры, прогулочные, рыболовные, транспортные) и т.д.

Территориальная локализованность и функциональная ограниченность делают МСУДС экономичными, а высокая степень формализации процедур выработки управляющих решений обеспечивают глубокое внедрение вычислительной техники. Ориентация на информационную технологичность, простота и экономичность процедур управления, возможность использования доступных стандартных технических средств навигации и телекоммуникации, а также современных малых вычислительных средств (КПК, смартфоны, коммуникаторы, терминальные адаптеры и т.д.) обеспечивают этим системам высокую степень живучести и мобильности, гибкость, компактность, экономичность, возможность неограниченного расширения, развития и «мягкой» модернизации.

Использование классических сред разработки программных продуктов, нетребовательность к объему памяти позволяют без труда встраивать МСУДС в другие системы, совмещая их программное обеспечение.

Конвергенция традиционных стационарных и мобильных систем управления движением судов создает предпосылки для получения дополнительных возможностей по обеспечению безопасности мореплавания. Кроме того, совместное использование СУДС и МСУДС ведет к снижению эксплуатационных затрат за счет совместного

использования единых ресурсов, таких как средства навигации и телекоммуникации, единые системы эксплуатации, администрации, менеджмента и прочие ресурсы, которые не зависят от применяемых информационных технологий, методов доступа к средствам связи и навигации.

Конвергенция по сути разнородных систем МСУДС и СУДС не обязательно предполагает физическую конвергенцию и полное слияние этих систем. В предлагаемой концептуальной модели конвергированной системы управления движением судов каждая из систем сохраняет свою автономность и возможность самостоятельно функционировать и определять стратегию своего развития. Вместе с тем эти системы могут при необходимости взаимодействовать, как единое целое, дополняя функционально друг друга.

Конвергенция означает развитие конвергируемых возможностей на основе использования преимуществ обоих типов систем, взаимной компенсации ограничений в их применении и дополнении друг друга доступными услугами для получения максимального эффекта. Применение согласованных и единых стандартов и протоколов может быть использовано для выработки ряда непротиворечивых услуг, предоставляемых судам средствами стационарных и мобильных СУДС.

Обобщенная инфраструктура конвергированной системы управления движением судов морского порта на базе интеллектуальной платформы представлена на рис. 1. Здесь приняты следующие обозначения: РЛС – радиолокационная станция; САРП – система автоматической радиолокационной прокладки; АИС – автоматическая информационная (идентификационная) система; СНС – спутниковая навигационная система; ГМССБ – глобальная морская система связи при бедствии.

Общая для обоих типов систем, СУДС и МСУДС, интеллектуальная платформа позволяет обеспечить следующие основные свойства:

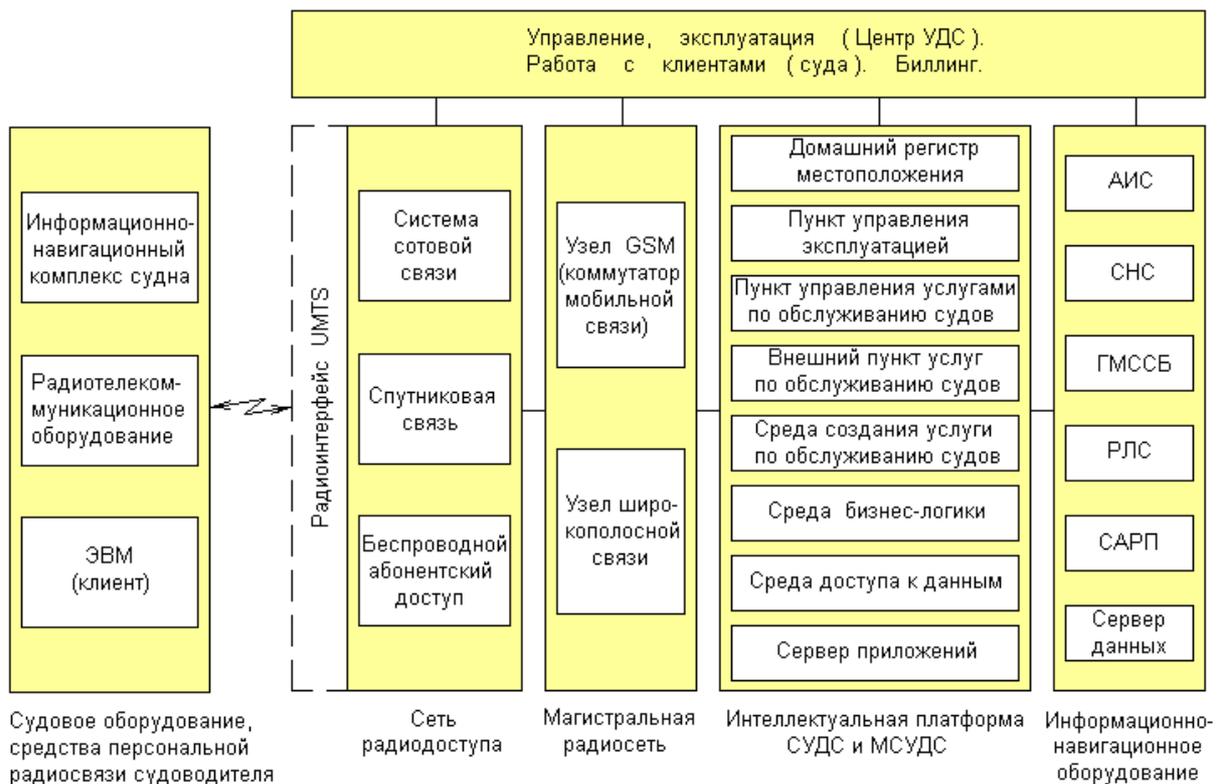


Рис. 1. Инфраструктура конвергированной системы управления движением судов морского порта.

- единый подход к управлению услугами по обслуживанию судов на акватории порта,
- поддержку новых технологий,
- реализацию гибких и эффективных решений в условиях множества поставщиков оборудования,
- создание и ведение счетов для гибкого и простого биллинга,
- снижение затрат благодаря совместному использованию инфраструктур обеих систем.

Интеллектуальная платформа разработана с учетом особенностей реализации экспертных систем обеспечения безопасности мореплавания. Логическая архитектура конвергированной системы управления движением судов базируется на семиуровневой эталонной модели взаимодействия открытых систем (OSI) Международной организации по стандартизации (ISO). Благодаря этому система доступна для взаимодействия с другими системами в соответствии с действующими стандартами.

Серверы данных и приложений входят в состав судового информационно-навигационного комплекса флагманского судна – морского Центра МСУДС и (или) расположены в помещении береговой диспетчерской службы – Центра стационарной СУДС (наземный Центр МСУДС).

Архитектура прикладной системы, в соответствии с функциональными границами включает три части: логику (алгоритмы) представления, бизнес-логику (расчетные алгоритмы и правила) и логику (алгоритмы) доступа к данным. Такое разделение минимизирует взаимодействие между составными элементами, уменьшая объем передаваемой информации и упрощая алгоритмы, отвечающие за связь между процессами, и потому служит основой для выделения компонентов, которые могут быть распределены на нескольких компьютерах. Сервер приложений поддерживает пул ограниченного числа открытых подключений к базам данных от АИС, РЛС, САРП и других навигационных систем контроля обстановки на акватории.

В предлагаемой архитектуре компонентов конвергированной системы управления движением судов предусмотрена возможность использования радиоинтерфейса UMTS. Система UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) является системой мобильной связи третьего поколения и предоставляет возможности для успешной конвергенции стационарных и мобильных СУДС. Гибкая сетевая архитектура системы UMTS создает базу для создания и телекоммуникационной (информационной) поддержки систем УДС разной конфигурации и размеров при экономии использования радиоресурсов. Радиоинтерфейс UMTS предоставляет возможность глобального роуминга, независимо от метода радиодоступа, в любом географическом регионе.

Комбинированное использование в конвергированной системе управления движением судов морского порта возможностей стационарных и мобильных СУДС и перспективных телекоммуникационных и навигационных технологий дает возможность при сохранении функций традиционных СУДС практически снять территориальные ограничения, повысить гибкость, мобильность и маневренность и расширить спектр предоставляемых услуг по обеспечению проводки различных плавательных средств. Глубокая формализация процедур выработки управляющих решений, позволяющая более полно использовать возможности и мощности вычислительной техники и современных информационных технологий для организации движения судов, снижает негативное влияние человеческого фактора. Благодаря этому такая система способна существенно повысить безопасность судоходства.

Конвергенция традиционных СУДС и МСУДС в районе морского порта представляется перспективным средством получения дополнительных возможностей предоставления новых и традиционных услуг по обеспечению безопасности движения плавательных средств.

Список литературы:

- 1) Борисова, Л.Ф. Мобильная система управления движением судов для обеспечения безопасности мореплавания на акватории с интенсивным судоходством: дис. ... к-та техн. наук / Л. Ф. Борисова. - Мурманск, 2005.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗЛУЧЕНИЯ ПЛОСКОСТИ, К ДВУМ ТОЧКАМ КОТОРОЙ ПОДКЛЮЧЕН ИСТОЧНИК ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Гурин А.В., Пятси А.Х. (Мурманск, МГТУ, кафедра радиотехники и телекоммуникационных систем)

Abstract. The results of researching radiation pattern of the surface antenna are given.

Требуется определить поле в дальней зоне, создаваемое излучателем в виде проводящей плоскости размером $a \times a$, сторонние токи на которой создаются путем подключения к двум точкам этой поверхности источника вспомогательного напряжения [3].

В [1] дано общее решение задачи нахождения напряженности электромагнитного поля, создаваемого произвольной антенной в заданной точке наблюдения, с таким предположением, что токи и заряды в каждой точке излучающей системы известны. Если вычислять поля в точках, достаточно удаленных от источника, то выражения для определения поперечных составляющих электрического и магнитного поля имеют вид:

$$E_{\theta} \approx \frac{i\omega\mu}{4\pi R} e^{ikR} \int_v \left\{ (\vec{I}, \vec{i}_{\theta}) + \sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu}} (\vec{I}_m, \vec{i}_{\varphi}) \right\} e^{-ik(\vec{\rho}, \vec{R}_1)} dv, \quad (1)$$

$$E_{\varphi} \approx \frac{i\omega\mu}{4\pi R} e^{ikR} \int_v \left\{ (\vec{I}, \vec{i}_{\varphi}) - \sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu}} (\vec{I}_m, \vec{i}_{\theta}) \right\} e^{-ik(\vec{\rho}, \vec{R}_1)} dv, \quad (2)$$

$$H_{\theta} \approx \frac{i\omega\varepsilon}{4\pi R} e^{ikR} \int_v \left\{ (\vec{I}_m, \vec{i}_{\theta}) - \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} (\vec{I}, \vec{i}_{\varphi}) \right\} e^{-ik(\vec{\rho}, \vec{R}_1)} dv, \quad (3)$$

$$H_{\varphi} \approx \frac{i\omega\varepsilon}{4\pi R} e^{ikR} \int_v \left\{ (\vec{I}_m, \vec{i}_{\varphi}) + \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} (\vec{I}, \vec{i}_{\theta}) \right\} e^{-ik(\vec{\rho}, \vec{R}_1)} dv. \quad (4)$$

Где \vec{E} и \vec{H} - векторы напряженностей электрического и магнитного полей, $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ - волновое число, где λ - длина волны; ω - частота, ε и μ - абсолютные диэлектрическая и магнитная проницаемость, R - расстояние от начала координат до точки наблюдения, (см. рис.1) I - ток проводимости, I_m - «магнитный ток проводимости», проекции векторов обозначены через скалярные произведения, \vec{i}_{φ} и \vec{i}_{θ} - орты сферической системы координат, ρ - расстояние от точки начала координат до произвольной точки на излучающем теле, R_1 - расстояние от произвольной точки на излучающей поверхности до точки наблюдения. Таким образом, поле в дальней зоне определяется интегрированием вклада токов, распределенных по поверхности излучателя, с учетом их направления.

Тогда задача отыскания поля в дальней зоне, излучаемого проводящей плоскостью, запитанной в двух очках сводится к отысканию тока, создаваемого источниками и расчет полей по формулам (1-4).

Ток на поверхности является суперпозицией токов, наводимых каждым из источников. Ток, наводимый каждым из источников, является током проводимости, и определяется из соотношения

$$\vec{I}(t) = \sigma \vec{E}_I(t) \quad (5)$$

где $\vec{E}_I(t)$ - это суммарное электрическое поле, создаваемое источниками над проводящей поверхностью. С учетом принципа суперпозиции, $\vec{E}_I(t) = \vec{E}_{I1}(t) + \vec{E}_{I2}(t)$, где $\vec{E}_{I1,2}(t)$ - поля, создаваемые каждым из источников.

Поле, создаваемое каждым из источников можно определить как

$$\vec{A}_{I1}(t) = \frac{q_{\dot{E}}(t) e^{-ik|\vec{r}|}}{4\pi\epsilon_0 \vec{r}}, \quad \vec{A}_{I2}(t) = \frac{-q_{\dot{E}}(t) e^{-ik|\vec{r}|}}{4\pi\epsilon_0 \vec{r}} \quad (6)$$

где \vec{r} - вектор, длина которого равна расстоянию от точки подключения источника до произвольной точки на плоскости, а направление совпадает с направлением от источника к произвольной точке на плоскости (см. рис. 1). $q_{\dot{E}}(t)$ - параметр, характеризующий источник напряжения, подключенного к излучателю.

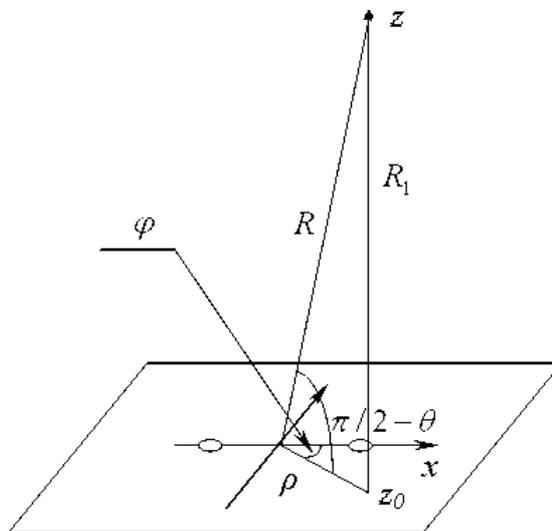


Рис. 1. К определению диаграммы направленности антенны на проводящей поверхности объекта.

С использованием Matlab, была составлена численная модель для отыскания тока на поверхности и поля в дальней зоне. При решении данной задачи пришлось наложить ограничение - длина волны существенно больше размера проводящей поверхности.

Нормированная амплитуда плотности поверхностного тока антенны показана на рис. 2. По осям x и y - координаты точки на поверхности, по оси z - плотность тока, максимальное значение которой принимается равным 1.

Плотность тока наибольшая в точках подключения источника, уменьшается по мере удаления от них за счет растекания тока. Полярность сигнала в точках подключения противоположная, следовательно, ток направлен от одной точки подключения к другой.

На рис. 3, 4 приведены диаграммы направленности антенны на проводящей поверхности объекта, рассчитанные для верхней полуплоскости при различной ориентации излучающей поверхности. Показана зависимость модуля напряженности электрического поля от угла, показывающего отклонение точки наблюдения от нормали к поверхности, при разных положениях антенны.

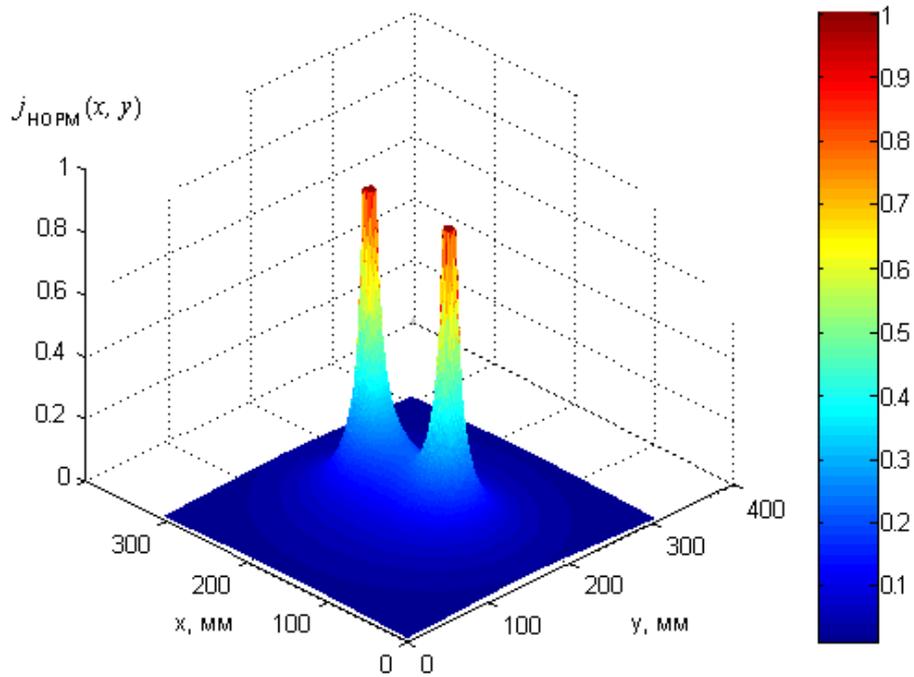


Рис 2. Распределение амплитуды плотности тока по поверхности объекта.

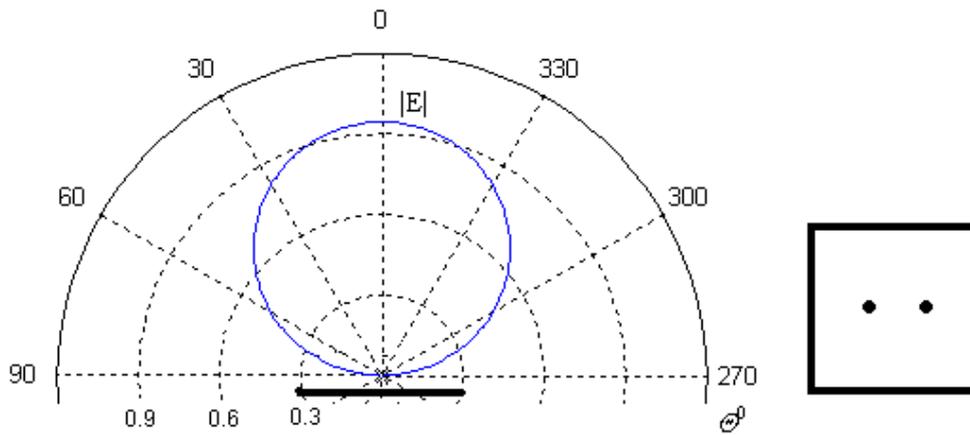


Рис. 3. Диаграмма направленности излучающей поверхности в плоскости, проходящей через точки питания и нормаль к поверхности.

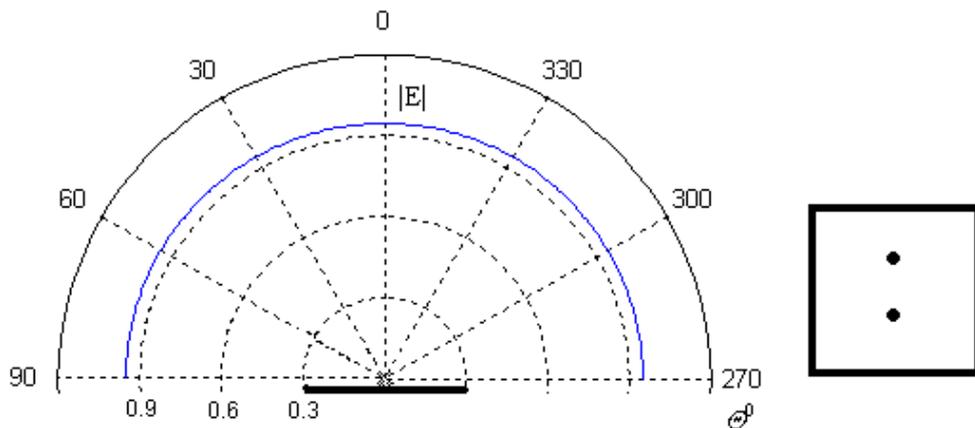


Рис. 4. Диаграмма направленности излучающей поверхности в плоскости, проходящей перпендикулярно линии, на которой расположены точки питания и нормаль к поверхности.

Исходя из результатов расчета, можно сказать, что диаграмма направленности проводящей поверхности, запитанной в двух точках противофазно, при условии, что длина излучаемой волны много больше размеров поверхности, имеет тороидальную форму. Похожую форму диаграммы направленности имеет штыревая антенна. Из рис.2 видно, что основной вклад в излучение вносит область, находящаяся рядом с точками подключения источника, так как там плотность тока максимальна.

Проверка формы ДН в пакете Ansoft HFSS [2] подтвердила правильность расчета. На рис. 5. Показана диаграмма проводящей поверхности, запитанной в двух точках противофазно. Четко видна тороидальная форма диаграммы направленности исследуемой антенны.

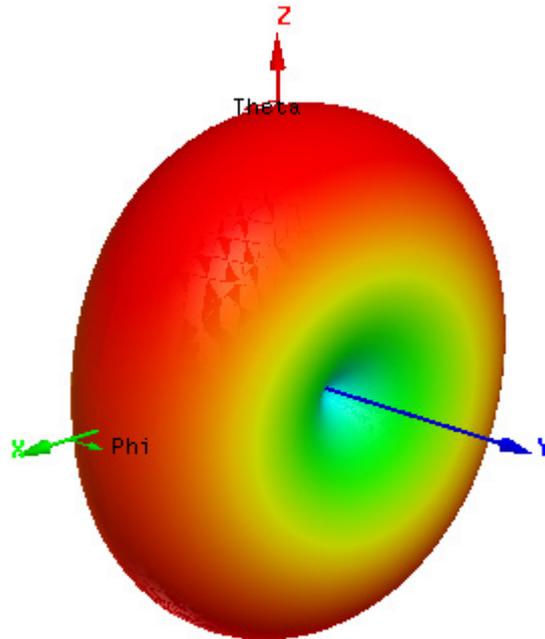


Рис. 5. ДН проводящей плоскости, запитанной в двух точках, полученная с использованием HFSS.

Список литературы:

- 1) А.А. Семенов. Теория электромагнитных волн. – М., изд-во МГУ, 1968, изд 2-е, доп.
- 2) Банков С.Е., Курушин А.А., Разевиг В.Д. Анализ и оптимизация трехмерных СВЧ-структур с помощью HFSS / Под ред. д.т.н. Банкова С.Е. Изд 2-е, дополненное. - М. Солон-пресс, - 216 с., ил.
- 3) Патент РФ RU 2042237 Автор: Пятси А.Х. С1 6Н01О1/28 Невыступающая антенна на проводящей поверхности корпуса объекта.

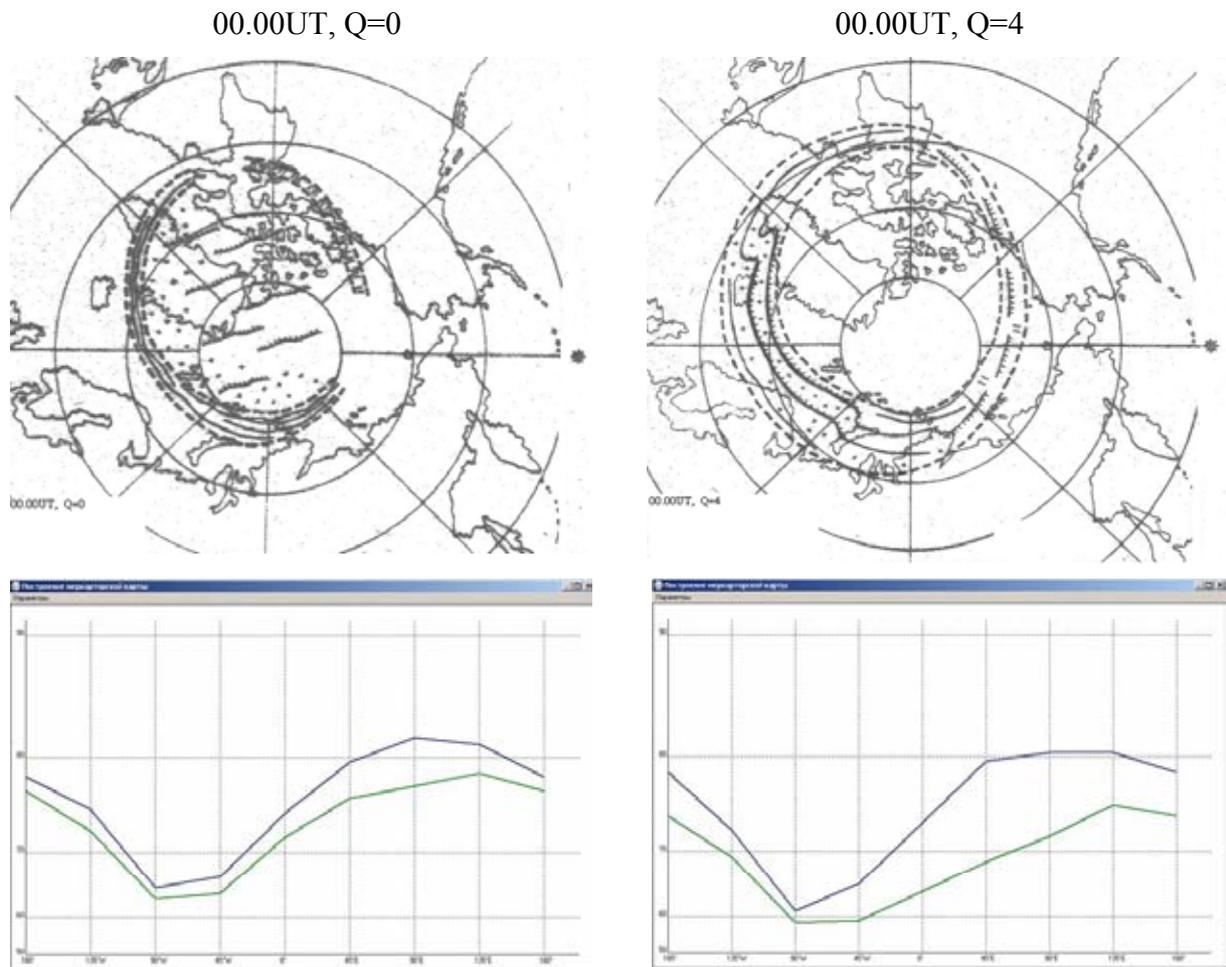
СИНОПТИЧЕСКИЕ КАРТЫ ОВАЛА ПОЛЯРНЫХ СИЯНИЙ И РЕШЕНИЕ НАВИГАЦИОННЫХ ЗАДАЧ В АРКТИКЕ

Калитёнков Н.В., Калитёнкова М.И., Иванюгин М.С., Черноус С.А.
(Мурманск, МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем, KalitenkovNV@mstu.edu.ru; Полярный геофизический институт КНЦ РАН, chernouss@pgia.ru)

Abstract. The paper presents the synoptic maps of auroral oval. The possibility of using these maps for purposes of safe navigation when sailing in high latitudes is discussed.

При плавании в высоких широтах, для определения районов, в которых возможны нарушения работы GPS (сбои, уменьшение точности позиционирования), а также времени суток, когда такие нарушения будут отмечаться, использование только одной H - компоненты геомагнитного поля не является достаточным и необходимо искать пути создания модельных представлений безопасного навигационного процесса. В работе, опираясь на известную связь между величиной отклонения горизонтальной компоненты геомагнитного поля (по модулю) от невозмущенного уровня и индексом геомагнитной активности Q , представлены синоптические карты овала полярных сияний как индикатора возмущения среды распространения для различных гелио-геофизических условий и разных моментов мирового (UT) времени. Изменение параметров аврорального овала (широта северной границы, широта южной границы) для конкретного интервала времени определяется динамикой Q -индекса и может носить взрывной характер. Динамика параметров аврорального овала для фиксированного значения Q -индекса определяется временем суток и характеризуется как медленная. В практике мореплавания для графического решения навигационных задач на карте в основном используется нормальная равноугольная цилиндрическая проекция Меркатора. При использовании данной проекции линия пути (локсодромия) изображается в виде прямой и отсутствует искажение углов. Эти свойства максимально упрощают процедуру решения навигационных задач. Предложена программа представления синоптических карт овала полярных сияний именно в этой проекции с дальнейшей возможностью их совмещения с морской навигационной картой. Программа содержит следующие разделы: построение карты, рабочая программа, коды. В первом находится сама программа (т.е. запускаемый файл `exe`) и папка `files`, в которой содержатся текстовые документы с данными для построения графика. В эти файлы можно вносить изменения координат, но не добавлять новых строчек с координатами. Именование файлов происходит по следующему принципу, например, `Q0T02` -- т.е. $Q=0$ $T=02$. Для правильной работы программы требуется `carta.exe + Files`, т.е. всегда необходимо копировать все содержимое папки "Построение карты Рабочая программа" в одну директорию. Папка "Исходные коды" содержит листинг программы построения карты. Просмотреть файлы можно с помощью блокнота или среды программирования `C++Builder`. При запуске программы открывается чистая форма с координатами. В левом верхнем углу имеется надпись "Параметры". Нажав на нее, появится форма "Запрос параметров". Здесь необходимо ввести параметры Q и T . После необходимо нажать на кнопку построить. Если параметры были введены верно, то график строится без проблем. Если параметры введены не корректно, то программа всплывающим окном оповещает пользователя об этом. Кнопка "Отмена" на форме "Запрос параметров" возвращает пользователя к графику, построенному на предыдущем шаге. В качестве примера ниже представлены положения овалов

полярных сияний для спокойных геомагнитных условий $Q = 0$ и времени суток 00.00UT, а также для умеренно возмущенных геомагнитных условий $Q = 4$ и времени суток 00.00UT как в географических координатах так и в меркаторской проекции



Синоптические карты удобны для различного рода сопоставлений при решении навигационных задач и задач динамического позиционирования. Эти карты позволяют для конкретных моментов времени и конкретных величин геомагнитного возмущения привязать области среды распространения информационно-навигационных радиосигналов, пораженные неоднородностями электронной плотности к маршруту плавания или месту проведения специальных работ, что, в свою очередь, позволяет спланировать упреждающие действия по дублированию систем радиосвязи и радионавигации. Синоптические карты овала могут храниться на борту судна в электронном виде и использоваться по мере возникновения необходимости путем совмещения их с навигационной картой.

ОСОБЕННОСТИ ВАРИАЦИЙ PDOP - ФАКТОРА В АРКТИКЕ

Калитёнков Н.В., Калитёнков А.Н., Черноус С.А., Иванюгин М.С., Фогилев В.А. (Мурманск, МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем, KalitenkovNV@mstu.edu.ru; Полярный геофизический институт КНЦ РАН, chernouss@pgia.ru)

Abstract. The paper presents an experimental equipment for study of the effect of auroral disturbances on the accuracy (PDOP) positioning. We show that the positioning accuracy drops (PDOP increases) during geomagnetic disturbances.

Тема, связанная с выявлением факторов, влияющих на точность позиционирования с использованием СНС – крайне актуальная тема и особенно для полярных районов. Цель данной работы – исследование особенностей вариаций так называемого геометрического фактора позиционирования. Известно, что при оценке точности определения места с использованием СНС, погрешность представляется как произведение двух сомножителей: среднеквадратической погрешности измерений навигационного параметра и некоторого коэффициента, характеризующего геометрические условия измерений, так называемого геометрического фактора. Среднеквадратическая погрешность измерения навигационного параметра СНС включает в себя ряд составляющих, обусловленных различными факторами:

1. Погрешности, связанные с распространением радиоволн в ионосфере.
2. Погрешности, связанные с распространением радиоволн в тропосфере возникают при прохождении радиоволн через нижние слои атмосферы.
3. Многолучевость распространения сигнала появляется в результате вторичных отражений сигнала спутника от крупных препятствий, расположенных в непосредственной близости от приемника.

Понятие геометрического фактора означает то, как навигационные спутники расположены относительно друг друга и приемника потребителя. Если, например, приемник «видит» четыре спутника и все четыре расположены в северном направлении, то триангуляция будет плохой, область пересечения построенных прямых будет довольно большой (т.е. область вероятного положения будет занимать значительное пространство) и точно указать координаты невозможно.

В рамках проведенного эксперимента были получены данные о PDOP и анализировалась зависимость этого параметра от степени геомагнитной возмущенности. Геомагнитная возмущенность определялась с помощью магнитовариационных станций норвежской цепи. Данные представлены на рис. 1.

Анализ данных показал, что точность позиционирования существенно падает (PDOP растёт) с ростом величины отрицательного возмущения. Сделана попытка локализовать область ионосферы, ответственную за такое изменение. Однако, как следует из рис. 2, можно лишь констатировать наличие пространственно – ограниченного фактора возмущенности. Вместе с тем, ответ на вопрос о локализации представляется принципиально важным и требует дополнительной проработки.

Таким образом, в работе показано, что точность позиционирования падает (PDOP растёт) во время геомагнитных возмущений. Указано на наличие пространственной детерминированности возмущений среды распространения информационно-навигационных радиосигналов, отвечающей за геометрический фактор.

Секция "Радиотехника и радиосвязь"

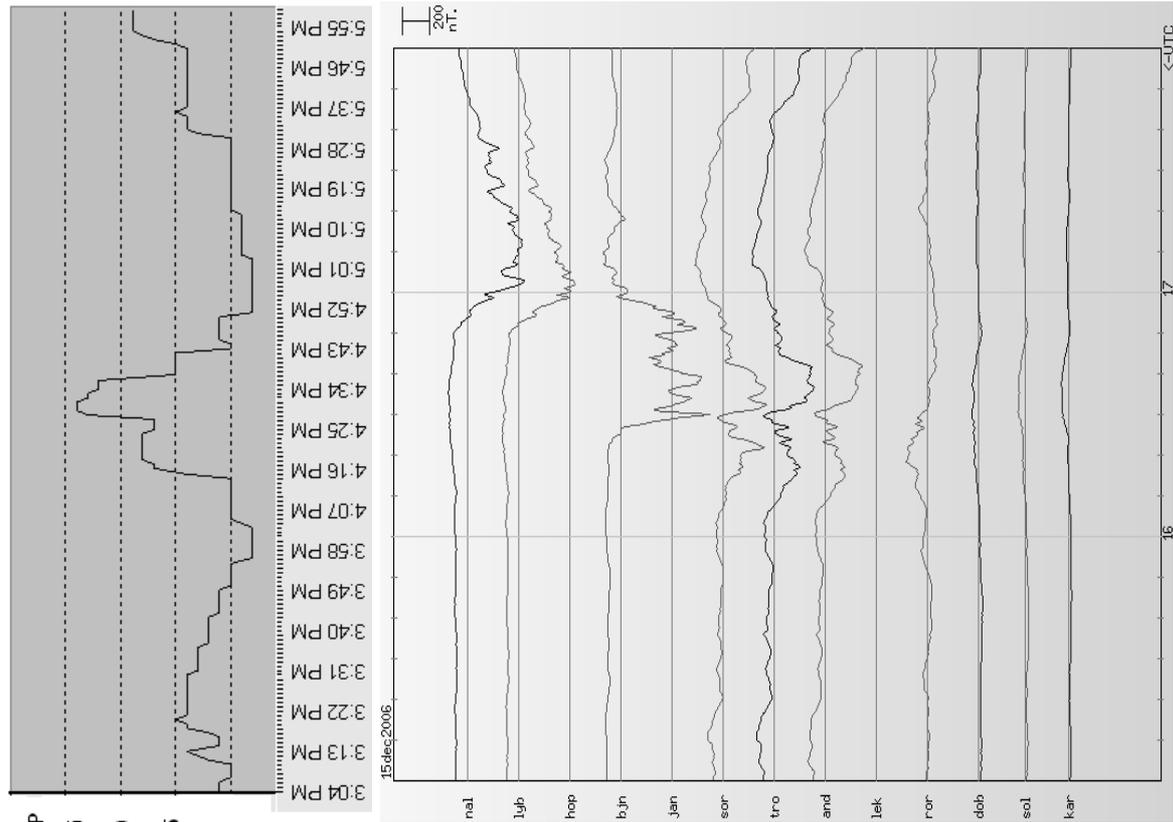


Рис. 1

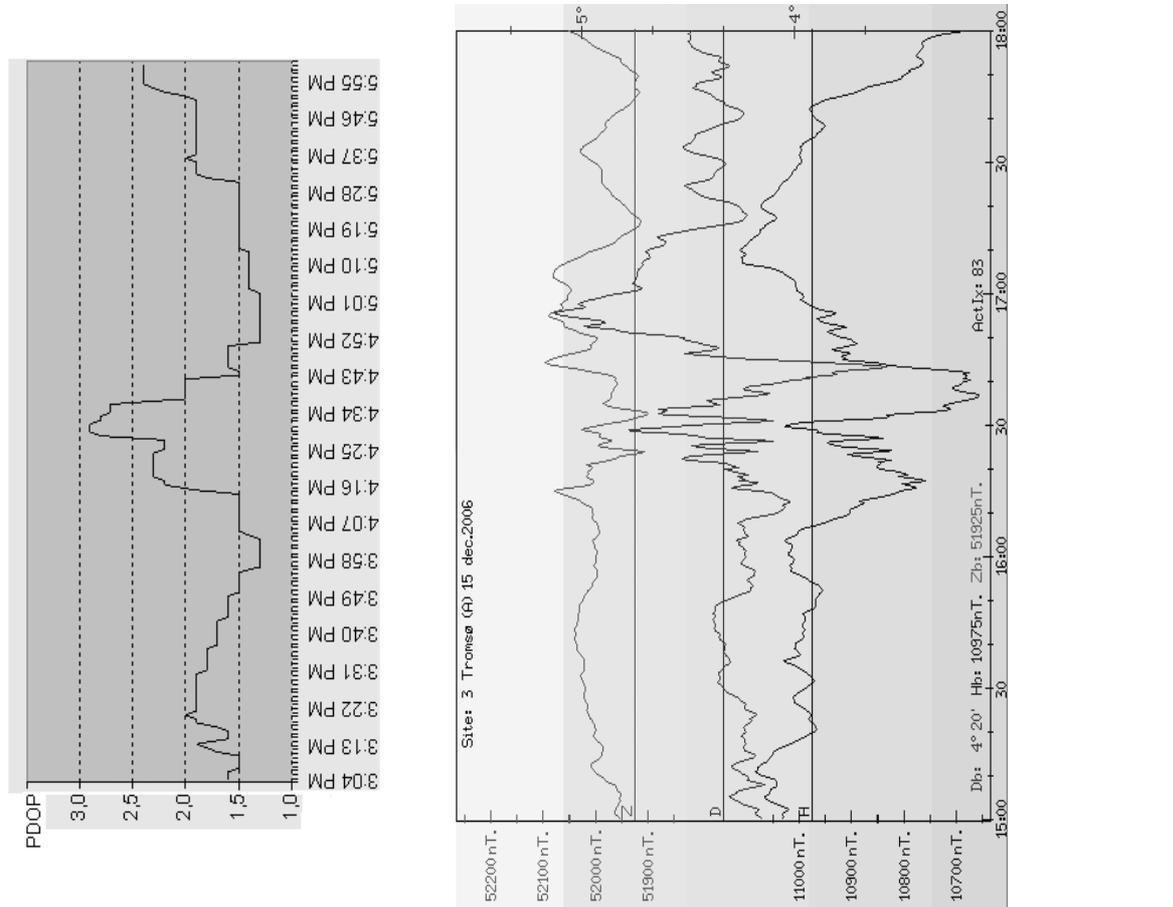


Рис. 2

ВЛИЯНИЕ ГЕОМАГНИТНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НА GPS ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ

Калитёнков Н.В., Калитёнков А.Н., Черноус С.А., Милкин В.И.

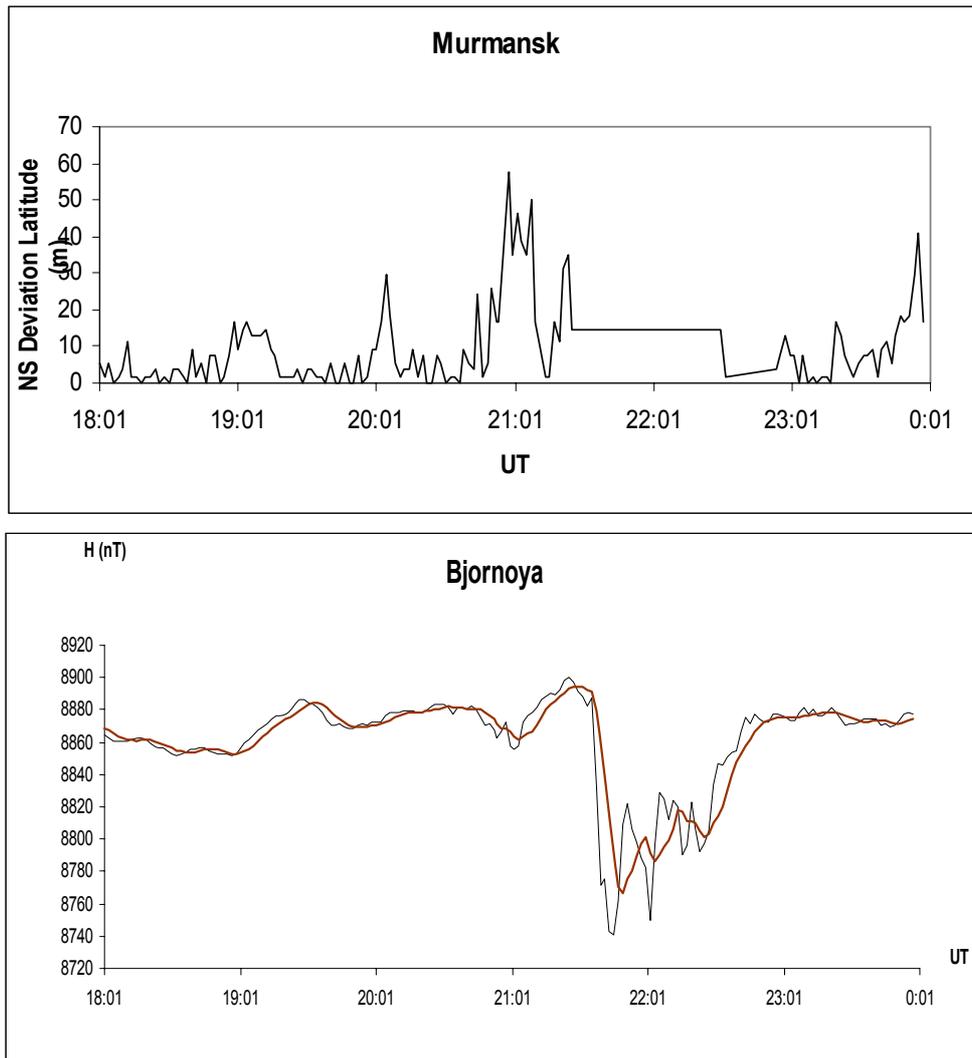
(Мурманск, МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем, KalitenkovNV@mstu.edu.ru; Полярный геофизический институт КНЦ РАН, chernouss@pgia.ru)

Abstract. The influence of geomagnetic disturbances on the accuracy of GPS positioning has been investigated. During this experiment the signal of navigation satellites from the southern part of the sky artificially blocked. The results of the experiment are discussed.

В Арктике эффективное решение навигационных задач, крайне важных как для практики народного хозяйства так и для целей обороны страны, сталкивается с целым рядом трудностей, порой непреодолимых. Одна из таких трудностей, вероятно основных, обусловлена тем, что ионосфера авроральной зоны и полярной шапки как среда распространения информационно-навигационных сигналов, в том числе и спутниковых навигационных систем, практически постоянно находится в возмущенном состоянии, меняется лишь степень ее возмущенности. Поэтому тема работы, связанная с исследованием влияния среды распространения радиосигналов СНС на точность позиционирования, представляется актуальной. Цель работы – выявить особенности позиционирования с помощью СНС во время геомагнитных возмущений. Для достижения цели проведены две серии экспериментальных исследований изменения точности GPS позиционирования во время развития авроральных возмущений. В первой серии экспериментов навигационный приемник работал в режиме полного обзора неба и принимал навигационную информацию от достаточно большого (избыточного) количества (как правило, от двенадцати) навигационных спутников, что давало возможность выбирать для обработки оптимальное созвездие. За время экспериментов были отмечены относительно спокойные периоды, а также регистрировались резкие и глубокие вариации горизонтальной компоненты напряженности геомагнитного поля на сети обсерваторий Баренцрегиона. Из анализа временных вариаций погрешности GPS и геомагнитных вариаций следует, что значительные выбросы погрешностей позиционирования регистрируются одновременно со значительными по величине вариациями H - компоненты геомагнитного поля. Однако полного соответствия схемы развития этих двух процессов в ходе экспериментов не было выявлено.

Во второй серии экспериментов, проведенных в марте 2007 года, искусственно блокировалась радиовидимость южной части небосвода и навигационный приемник работал с сигналами ограниченного, но достаточного для навигационных целей количества спутников, находившихся в зоне его видимости, то есть со спутниками северной части небосвода. Радиосигналы этих спутников распространялись через ионосферу авроральной зоны и полярной шапки, которая практически постоянно возмущена и меняется лишь степень ее возмущенности.

Ниже представлены результаты измерений, полученные по уже апробированной в первой экспериментальной серии схеме. Верхняя панель отображает изменение точности позиционирования в направлении С-Ю с помощью GPS в интервале времени с 18 по 24 UT 25 марта. На нижней панели рисунка приведены вариации H - компоненты напряженности геомагнитного поля, зарегистрированные на норвежской обсерватории Vjognoya за тот же интервал времени.



Видно, что в отдельные моменты точность позиционирования в меридиональном направлении снижалась. В период времени с 21:26 UT до 22:54 UT навигационный приёмник перестал нормально функционировать, что совпало во времени с резкой отрицательной бухтой в Н – компоненте поля на станции Bjornoa.

Сопоставление записей измерений погрешности позиционирования с вариациями геомагнитного поля на меридиональной цепочке станций указывает на хорошее временное совпадение явлений роста погрешностей с отрицательными возмущениями Н-компоненты магнитного поля Земли.

Практическое применение полученных результатов заключается в возможности использования прогноза гелиогеофизической активности для целей навигации.

РЕЗУЛЬТАТЫ GPS ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ В ЛЕТНЕЕ ВРЕМЯ

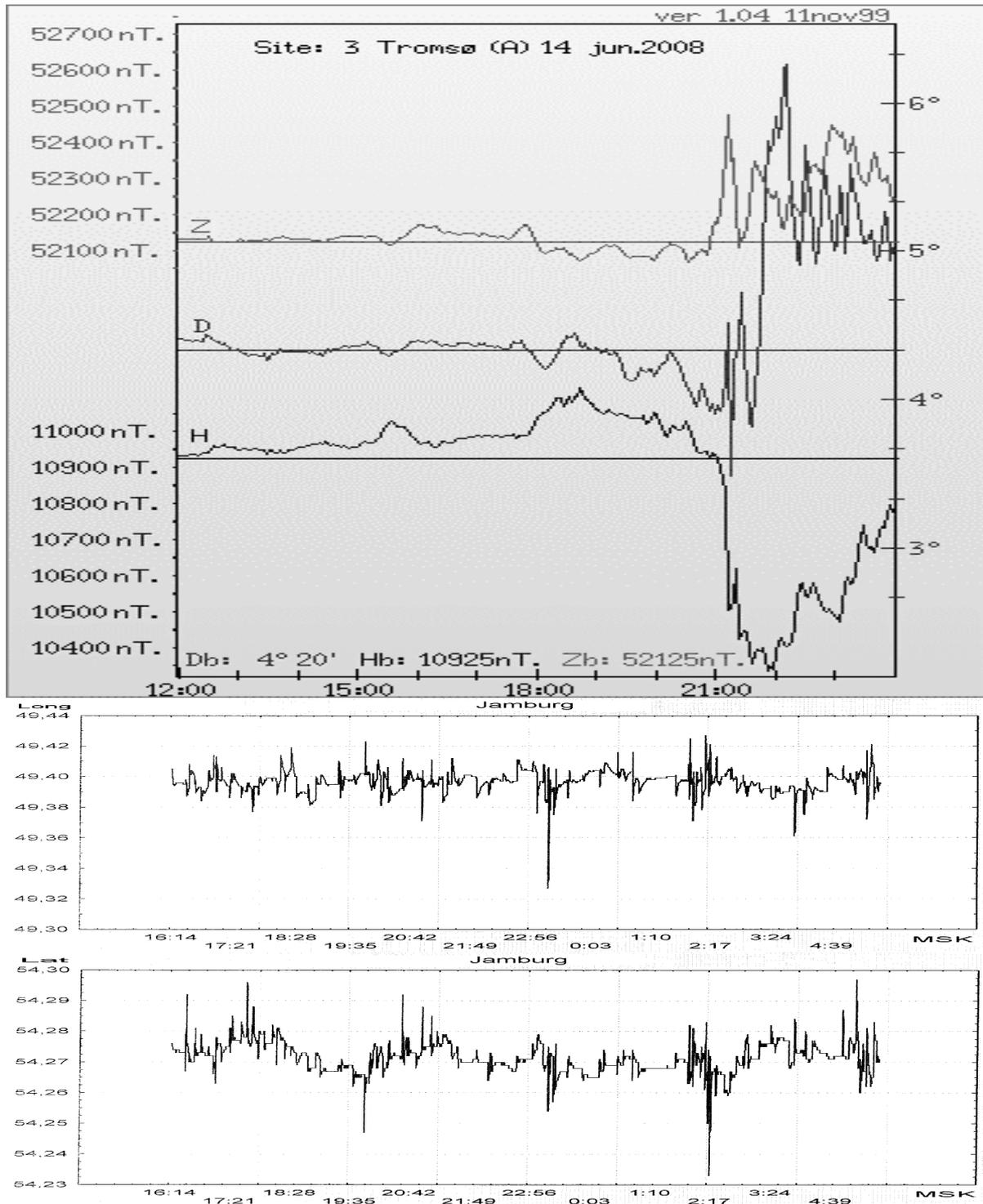
Калитёнков Н.В., Калитёнкова М.И., Милкин В.И., Черноус С.А.
(Мурманск, МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем, KalitenkovNV@mstu.edu.ru; Полярный геофизический институт КНЦ РАН, chernouss@pgia.ru)

Abstract. The article shows that the geomagnetic disturbances in the summer months, also leads to an increased GPS positioning errors.

Важнейшей частью инфраструктуры экономического комплекса Крайнего Севера и связующим звеном между российским Дальним Востоком и западными районами страны является Северный морской путь (СМП). Для некоторых районов арктической зоны России морские суда, используемые на СМП в установленных Международными морскими конвенциями рамках безопасной эксплуатации, – единственный способ решения проблемы жизнеобеспечения населения этой зоны. Доминирующую роль в процессе освоения акваторий играет навигационная информация, получаемая от спутниковых навигационных систем (СНС). В работе представлены результаты анализа эксперимента по GPS позиционированию, который проводился в летнее время, в период с 5.06.2008г. по 10.07.2008г. В этот период ионосфера как среда распространения информационно-навигационных сигналов подвержена и волновому и корпускулярному воздействию. Сравнивались вариации погрешностей GPS позиционирования, измеренных в п. Ямбург, Ямало-Ненецкого Автономного Округа, в Обской губе с возмущениями геомагнитного поля, регистрируемыми в обсерваториях Баренцева региона. В эксперименте использовался одночастотный 12 канальный приемник Garmin-172. Спутниковые навигационные радиосигналы с приемника Garmin-172 через СОМ-порт поступали в компьютер. При обработке принятой навигационной информации использовалась программа VisualGPSXP, которая позволяла также получать данные о местоположении спутников, точности позиционирования. Далее на рисунках приведены некоторые результаты позиционирования в зависимости от геофизических условий – возмущенности магнитного поля Земли, отражающей состояние ионосферы. Информация о геофизических условиях (верхняя панель) получена из норвежской обсерватории г.Тромсе (время UT). Результаты позиционирования представлены как временная (время МСК) зависимость точности позиционирования по широте(нижняя панель) и точности позиционирования по долготе(средняя панель).

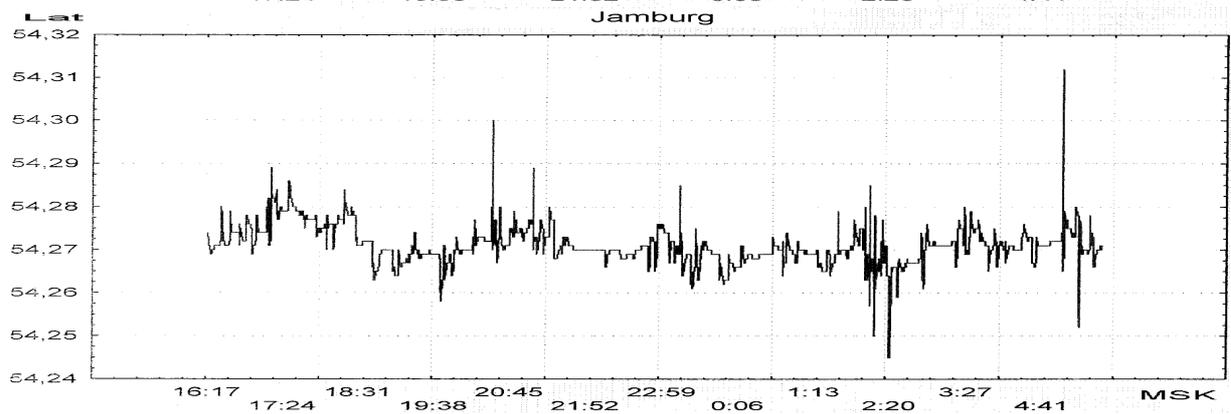
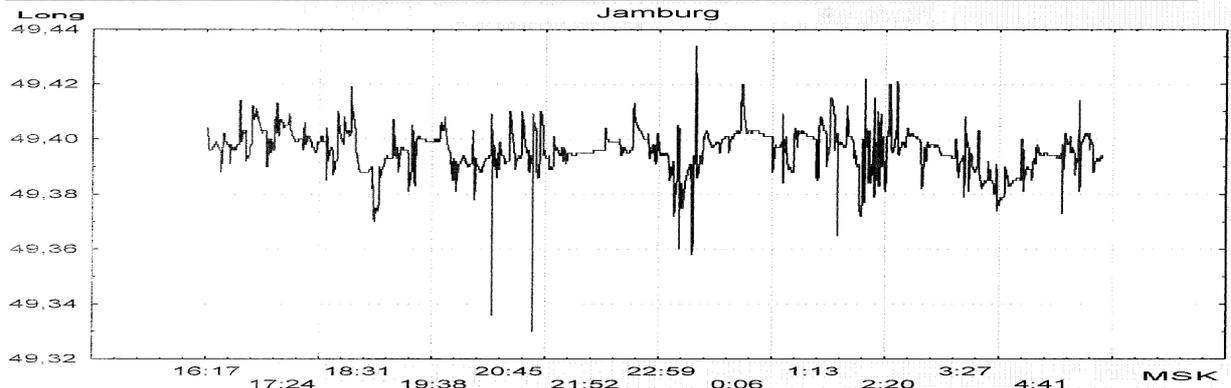
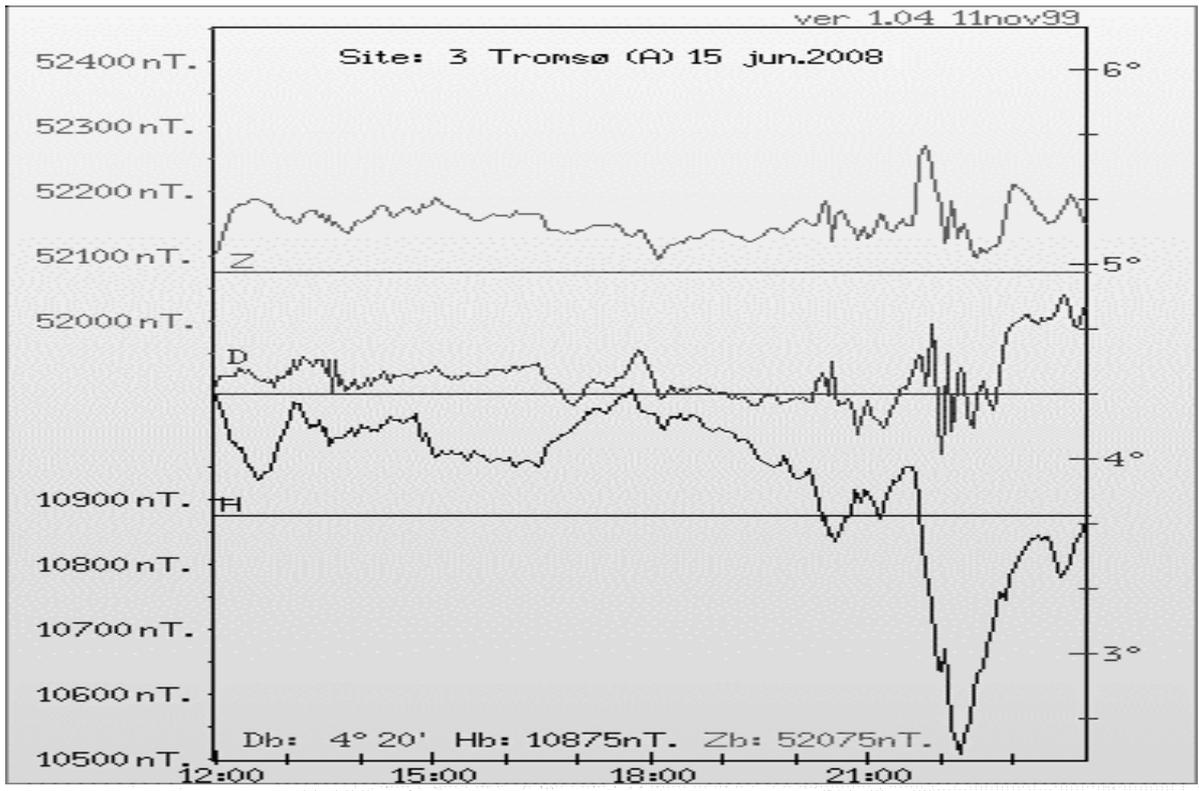
В течение анализируемых периодов отмечались резкие и глубокие вариации горизонтальной компоненты геомагнитного поля.

Видно, что геомагнитные возмущения, как и в зимнее время, приводят к возрастанию погрешности позиционирования. На примере измерений в июне-июле 2008 года, сделанных в Ямбурге, показано, что моменты возрастания значений погрешности позиционирования в основном совпадают по времени с быстрыми, значительными по величине и знаку вариациями горизонтальной и вертикальной компонент напряженности геомагнитного поля. Отдельные выбросы погрешности позиционирования наблюдаются и в относительно спокойные периоды в дневное время суток. Представляется интересным, что подобные аномалии были отмечены нами ранее при исследовании канала КВ радиосвязи в интересах обеспечения безопасного мореплавания по Северному Морскому Пути: радиосигнал на частотах,



значительно превышающих классическую МПЧ радиотрассы, распространяется лишь во время сильных геомагнитных возмущений, но были зафиксированы случаи распространения и в спокойные периоды дневного времени суток. В работе проанализированы и представлены полные объемы обработанных материалов за июнь и июль 2008 года.

Секция "Радиотехника и радиосвязь"



ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КВ С НЕОДНОРОДНОСТЯМИ ВЫСОКОШИРОТНОЙ ИОНОСФЕРЫ - ИОНОСФЕРНАЯ АНТЕННА

**Калитёнков Н.В., Калитёнков А.Н., Милкин В.И., Гурин А.В.,
Кучура А.Н.** (Мурманск, МГТУ, кафедра радиотехники и
радиотелекоммуникационных систем, KalitenkovNV@mstu.edu.ru)

Abstract. It has been shown that oriented along the direction of the Earth's magnetic field inhomogeneity of the electron density can be a retarding structure and act as an ionospheric antenna for HF radiowave.

Информационное обеспечение при плавании в Арктике, в частности по Северному морскому пути, отличается тем, что радиоканал для радиосигналов КВ/ПВ диапазона отличается от типового. Для рассматриваемых маршрутов плавания радиоволна на нисходящем участке траектории может падать на неоднородность электронной концентрации под углом, превышающим угол полного внутреннего отражения. При этом развивается целый ряд явлений. Система уравнения Максвелла в этом случае разделяется на две подсистемы, описывающие так называемые H - и E -волны. Для E -волн будем иметь

$$\begin{cases} \partial H_y / \partial z = -ik_0 \varepsilon E_x, \\ \partial H_y / \partial x = -ik_0 \varepsilon E_x, \\ \partial E_x / \partial z - \partial E_z / \partial z = -ik_0 H_y, \end{cases}$$

где $k_0 = \omega / c$; $\varepsilon = 1 - 4\pi e^2 N / m\omega^2 = 1 - \nu$.

Полагая, что граница между неоднородностью электронной концентрации и фоновой плазмой резкая, данную подсистему уравнений можно привести к одному уравнению $\partial^2 H_y / \partial z^2 - (k_z^2 - k_0^2 \varepsilon) H_y = 0$. Ограничимся рассмотрением случая, когда $k_z^2 > k_0^2 \varepsilon$ и введем обозначение $\xi = k_z^2 - k_0^2 \varepsilon$. Решение записанного уравнения имеет вид $H_y^\phi = [A \exp(\xi_\phi x) + B \exp(-\xi_\phi x)] \exp[i(\omega t - k_z z)]$, где $\xi_\phi = k_z^2 - k_0^2 \varepsilon_\phi$ (здесь $\varepsilon_\phi = 1 - 4\pi e^2 N_\phi / m\omega^2 = 1 - \nu_\phi$). Это выражение определяет магнитное поле радиоволны, распространяющейся в фоновой плазме. Аналогичное выражение может быть получено и для поля волны, распространяющейся в плазме неоднородности $H_y^H = [C \exp(\xi_H x) + D \exp(-\xi_H x)] \exp[i(\omega t - k_z z)]$, где $\xi_H = k_z^2 - k_0^2 \varepsilon_H$ (здесь $\varepsilon_H = 1 - 4\pi e^2 N_H / m\omega^2 = 1 - \nu_H$). Из условия конечности полей при удалении от границы раздела следует $A = D = 0$. С учетом этого будем иметь

$$\begin{cases} H_y^\phi = [C \exp(-\xi_\phi x)] \exp[i(\omega t - k_z z)], \\ H_y^H = [C \exp(-\xi_H x)] \exp[i(\omega t - k_z z)]. \end{cases}$$

Далее можно найти тангенциальные составляющие электрического поля радиоволны E_z по одну и другую стороны от границы

$$\begin{cases} E_z^\phi = -\xi_\phi B \exp(-\xi_\phi x) / ik_0 \varepsilon_\phi, \\ E_z^H = \xi_H C \exp(\xi_H x) / ik_0 \varepsilon_H. \end{cases}$$

И, наконец, из условия непрерывности тангенциальных составляющих полей на границе раздела (при $x = 0$) получим дисперсионное уравнение для радиоволн, которые распространяются вдоль неоднородности высокоширотной ионосферы. Это уравнение записывается в виде

$$k_z = \{\omega^2(1 - \nu_n)(1 - \nu_\phi) / c^2 [2 - (\nu_\phi + \nu_n)]\}^{1/2},$$

где $\nu_\phi < 1$; $\nu_n > 1$; $|1 - \nu_n| > |1 - \nu_\phi|$. Очевидно, что условия распространения радиоволны заданной частоты при наличии неоднородностей высокоширотной ионосферы определяются значениями концентраций фоновой плазмы и плазмы неоднородности. Воспользовавшись дисперсионным уравнением, запишем выражение для фазовой скорости таких радиоволн $V_z = \{c^2 [2 - (\nu_\phi + \nu_n)] / (1 - \nu_n)(1 - \nu_\phi)\}^{1/2}$. Из полученного выражения следует, что фазовая скорость V_z может изменяться в широких пределах, определяемых частотой радиоволны концентрациями фоновой плазмы и плазмы неоднородности. При этом если выполнено условие $(\nu_\phi + \nu_n) \rightarrow 2$, то фазовая скорость V_z стремится к нулю. Следовательно, в ионосферной плазме при наличии магнитоориентированных неоднородностей электронной плотности и выполнении определенных условий возможно существование медленных продольно-поперечных радиоволн. Степень замедления определяется значениями электронной концентрации плазмы неоднородности и плазмы фоновой. Опираясь на характеристики неоднородностей в E - и F -слоях полярной ионосферы, можно рассчитать величину замедления радиоволн применительно к реальной обстановке. Для исследования процесса замедления распространяющейся радиоволны были выполнены следующие виды расчета:

а) расчет замедления в функции от параметров неоднородности электронной плотности при постоянной частоте передатчика и постоянной концентрации фоновой плазмы.

б) расчет замедления в функции от частоты распространяющейся радиоволны при постоянных концентрациях фоновой плазмы и плазмы неоднородности.

При расчетах задавались значением концентрации фоновой плазмы $1 \cdot 10^5$ эл/см³ и значениями концентрации неоднородности $4 \cdot 10^5$, $8 \cdot 10^5$ и $1,2 \cdot 10^6$ эл/см³. В первом случае $f_{p\text{кр}1}$ оказалась равной 4,5 МГц, а во втором $f_{p\text{кр}2} = 4,023$ МГц. Анализируя зависимость фазовой скорости V_z от рабочей частоты на участке, близком к асимптоте, можно сделать следующий вывод. Если рабочая частота изменяется от 4,5 до 4,09 МГц, то фазовая скорость V_z изменяется от $9,54 \cdot 10^4$ до $2,76 \cdot 10^{10}$ см/с. При повышении концентрации неоднородности до $8 \cdot 10^5$ эл/см³ увеличивается диапазон изменения рабочей частоты, при этом $f_{p\text{кр}1} = 6,04$ МГц, $f_{p\text{кр}2} = 4,785$ МГц. Рабочая частота изменяется от 6,01 до 5,63 МГц, фазовая скорость при таком изменении принимает значения от $7,35 \cdot 10^4$ до $1,84 \cdot 10^{10}$ см/с. При концентрации неоднородности $1,2 \cdot 10^6$ эл/см³ значения критических частот интервала соответственно равны: $f_{p\text{кр}1} = 7,26$ МГц, $f_{p\text{кр}2} = 5,295$ МГц. Рабочая частота изменяется от 7,26 до 6,85 МГц, фазовая скорость при этом меняется от $6,76 \cdot 10^4$ до $1,56 \cdot 10^{10}$ см/с. Анализируя зависимость величины фазовой скорости от величины смещения рабочей частоты относительно критической частоты $\omega_{\text{кр}} = 2\pi f_{\text{кр}}$, можно сделать следующий вывод. Величина замедления, т. е. уменьшение фазовой скорости радиоволны по отношению к скорости света, существенно зависит от величины отстройки рабочей частоты относительно критической, причем замедленная радиоволна возникает лишь для частот, меньших критической. Вблизи критической частоты, т. е. при незначительных отстройках, фазовая скорость при приближении к величине $f_{\text{кр}}$ очень резко падает. Расчет зависимости $f_{\text{кр}}$ от электронной концентрации

неоднородности и фоновой плазмы показал, что критическая частота увеличивается при увеличении каждого из названных параметров и для реальных условий высокоширотной ионосферы находится в пределах от 1,5 до 11 МГц. Ток в элементе dz неоднородности, наведенный замедленной радиоволной, может быть представлен в виде $I_z = I_0 e^{-jk_z z}$, где I_0 - ток в начале координат, $k_z = \{\omega^2(1 - \nu_n)(1 - \nu_\phi) / c^2 [2 - (\nu_\phi + \nu_n)]\}^{1/2}$ - постоянная распространения. Каждый элемент неоднородности создаст в удаленной точке M напряженность поля $d\dot{E} = -j \frac{30k_z I_z h_0}{r} F_1(\varphi) e^{-jk_z r}$, где $F_1(\varphi)$ - функция направленности элемента неоднородности. Действующая высота малого участка неоднородности пропорциональна его длине - $h_0 = qdz$. После подстановки значений I_z , h_0 получено выражение для функции направленности переизлучения неоднородности высокоширотной ионосферы в виде произведения функции направленности элемента неоднородности $F_1(\varphi)$ на функцию направленности решетки ненаправленных элементов как излучателей. Таким образом, ориентированная вдоль направления магнитного поля Земли неоднородность электронной плотности может служить замедляющей структурой и выступать в роли ионосферной антенны для радиоволн КВ диапазона. Максимум диаграммы такой антенны направлен в сторону движения волны тока. Главный лепесток с увеличением длины неоднородности прижимается к ее оси и сужается. Для фиксированных значений электронной плотности неоднородности и электронной плотности фоновой плазмы подбором частоты радиоволны ширину главного лепестка диаграммы направленности можно сузить на величину больше чем в полтора раза, а к.н.д. такого излучателя увеличить на величину более чем в два раза по сравнению со случаем, когда $\nu=c$.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ МОРСКОЙ ВОДЫ. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Коробко А.Н., Милкин В.И. (Мурманск, МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем, KalitenkovNV@mstu.edu.ru)

Abstract. Systems of heating of a various sort of objects, depending on appointment, work by a principle of movement of the heat-carrier on the closed cycle. For heat-carrier heating hydrocarbonic fuel or electroheating is used. As the heat-carrier use in special way prepared water which cost constantly increases. In the considered technical decision it is offered to use flowing system of heating with the expanded possibilities where as the heat-carrier the sea water which stocks in a coastal zone are unlimited is used and have no cost. For heating of sea water the electricity is necessary only.

Системы отопления, использующие углеводородное топливо в настоящее время наиболее распространены. Однако эти системы имеют ряд серьезных недостатков. Прежде всего, любая система отопления предназначена для того, чтобы создавать комфортные условия проживания человека. Существующие системы не в полной мере выполняют возложенную на них функцию, поскольку сама технология сжигания углеводородного топлива - сложный, опасный и дорогостоящий процесс. Во первых, всё увеличивающаяся стоимость углеводородного сырья, удорожание основных элементов технологического процесса ложатся на плечи потребителей. Во вторых продукт сгорания топлива отрицательно влияет на экологию. В третьих, применение высоких давлений делает производство тепла дорогостоящим и опасным. Аварии на трубопроводах могут иметь катастрофические последствия. На объектах, расположенных в прибрежной зоне, есть возможность использовать системы отопления, отличные от существующих. В качестве теплоносителя можно использовать морскую воду, а система отопления будет проточной. Поскольку морская вода обладает большой электропроводностью, то для её нагрева необходимо использовать электроэнергию переменного тока. К настоящему времени разработано и выпускается много типов электродных котлов. Их используют для обогрева по замкнутому циклу. Однако проточная система отопления обладает более широким спектром возможностей для создания комфортных условий проживания человека. Схема работы системы отопления проста. Морская вода - теплоноситель - поступает в электродный котёл при температуре +3...+7 градусов, нагревается до температуры кипения и подается в водонапорную башню. Из водонапорной башни теплоноситель самотёком растекается по отопительным прибором и отдаёт тепло объектам, охлаждаясь до температуры +25 градусов. Существующие трубопроводы мало подвержены агрессивному воздействию морской воды. Нагретая морская вода может быть использована в душевых и ваннных комнатах. В летнее время по тем же трубопроводам морская вода может использоваться для охлаждения помещений. Есть возможность использовать оставшееся тепло. Для этого теплоноситель подают в теплицу, которая будет остужать теплоноситель до +10 градусов и приносить доход, удешевляя систему отопления. Чтобы не нарушать экологического равновесия, необходимо остудить теплоноситель до температуры +3...+7 градусов. Для этого теплоноситель подаётся в определённый участок прибрежной зоны, где находятся рыбозаводные садки. Поступающий теплоноситель, смешиваясь с морской водой, производит местный нагрев на 1...2 градуса и сильно влияет на рост молоди рыбы в садках. Это тоже даёт возможность получить прибыль и удешевить систему отопления. Как видим предложенная система

отопления, может не только повысить комфортность проживания, но и либо приносить прибыль либо быть самоокупаемой.

Список литературы:

- 1) Бернштейн Л.Б., Приливные электростанции в современной энергетике, М., 1961;
- 2) Евгений Хрусталёв. «Энергия мирового океана» Энергетика и промышленность России, газета: № 6(22) июнь 2002 года;
- 3) Жибра Р., Энергия приливов и приливные электростанции, пер.с франц.,
- 4) Усачев И.Н. Приливные электростанции.-М.:Энергия, 2002
- 5) Коробко А.Н., Коробко И.А.Решение о выдаче патента от 2008127293/22, 04.07.2008 по заявке на патент RU 78 292
- 6) Белинский Е.А. Рациональные системы водяного отопления.-Л:Стройиздат, 1963.-208 с.
- 7) Отопление и вентиляция : Учебник для вузов: В 2-х ч.-М.: Стройиздат,. 1975, ч.1.-484 с.; ч.2.-440с.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СУДОВЫХ АНТЕНН НА БАЗЕ СИНТЕЗА Z-ЭЛЕМЕНТОВ

Милкин В.И., Калитёнков Н.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем, KalitenkovNV@mstu.edu.ru)

Abstract. On ships are established both beam and omnidirectional, circumferential radiation and radio reception antennas for radiocommunication and radio navigation. The beam antennas basically are applied to activity with space vehicles, and omnidirectional will be used with systems requiring of instantaneous readiness and a capability of activity in a structure of complexes of communication and operating safety control of sailing. The antenna with heightened characteristics are tendered to an alternatively existing park of standard ship antennas from classic antenna vibrators at synthesis of their Z-elements.

Для целей радиосвязи и радионавигации на судах устанавливаются как остронаправленные, так и всенаправленные приемо-передающие антенны. Остронаправленные судовые антенны на управляемых платформах применяются в основном для работы с космическими аппаратами. Всенаправленные антенны используются в системах, требующих мгновенной готовности и возможности работы в составе комплексов связи и оперативного обеспечения безопасности плавания. Авторами настоящей работы в качестве альтернативы существующему парку типовых судовых антенн, выполненных на основе классических антенных вибраторов, предлагается инновационный ряд антенн с повышенными техническими и эксплуатационными характеристиками. В основу построения предлагаемых антенн положен синтез антенны из Z-элементов. В 1960 году советским изобретателем К.П. Харченко было заявлено, а в 1969 году всесторонне описано оригинальное техническое решение по устройству зигзагообразных антенн [1]. Изобретение антенны из Z-элементов уникально тем, что по конструктивному исполнению эта антенна представляет собой моноантенну, а по существу является своеобразной синфазной антенной решеткой из восьми активных вибраторов. Данная антенная решетка в отличие от классических вибраторных решеток, у которых число пар точек питания равно числу вибраторов, входящих в такую синфазную решетку, имеет всего одну пару точек питания на восемь вибраторов. Это нестандартное, безизоляторное техническое решение обеспечило Z-антеннам, кроме прогнозируемого увеличения коэффициента усиления, еще и расширение полосы рабочих частот, неизменную осевую направленность и органическое симметрирование и согласование со стандартными коаксиальными фидерами. Следует констатировать, что обладая исключительными техническими и эксплуатационными характеристиками, Z-антенны до сих пор не нашли должного распространения и применения ни в гражданских ни в военных радио и радиотехнических системах. Причин здесь несколько. Прежде всего это обусловлено лоббированием изготовления и использования антенн типа Уда-Яги, еще одна причина - это постановка на поток и серийное изготовление антенн типа Уда-Яги к моменту появления Z-антенн и, наконец, третья - это хорошо известный консерватизм и инерционность при принятии решений о смене номенклатуры выпускаемой продукции. Авторами настоящей статьи сделан большой шаг вперед в области развития антенной техники и вместе с работами по классическим линейным и плоским антенным структурам [4] на протяжении уже нескольких последних лет проводятся исследования по объемной реализации Z-антенн. Осуществляются разработки по синтезу

геометрически и электрически объемных зигзагообразных антенн, а также таких объемных конструкций, когда вибраторы основного полотна могут использоваться для наращивания комбинаций вмещаемых в пространственную конструкцию базовой антенны вибраторов, в том числе из Z-элементов. Ведутся работы по созданию изотропных антенн и направленных антенн для транспортных средств, для базовых станций сотовой связи, телевидения, радиовещания и радиопеленгования. Результаты работ подтверждают перспективность отечественного пионерного технического решения по объемной реализации Z-антенн. К настоящему времени получены патенты или решения на выдачу патентов на девять разработок. Некоторые из изобретений удостоены дипломов региональных и международных выставок. Два технических решения экспонировались на Международной выставке научно-технических достижений в Шеньяне, КНР.

Наиболее значимые результаты достигнуты в создании эффективных «карусельных» всенаправленных антенн, которые могут быть использованы, например, для обеспечения безопасности мореплавания, на железнодорожном транспорте, а также в системах телевидения, диспетчерской и транковой связи. Этим положено начало работ по синтезу ненаправленных фазированных решеток с центральным питанием и использованием отражательно рассеивающих устройств, в том числе элементов самих конструкций мачт и оборудования [5]. Разработана оригинальная пеленгаторная антенна горизонтальной поляризации для метровых и дециметровых волн и ряд других конструкций, технически вписывающихся в предстоящий процесс замены используемых образцов гражданской и военной антенной техники.

Все предлагаемые к разработкам технические решения антенных систем проходят электронное моделирование с последующим изготовлением опытных образцов и проведением натурных исследований для целей дальнейшего внедрения в практику радиосвязи, радиолокации, радионавигации.

Список литературы:

- 1) Харченко К.П. УКВ антенны – М.: ДОСААФ, 1969
- 2) Сидоров Н.Н. Идеальный телеприем в дачном доме, на садовом участке, далеко за городом: Справочник домашнего мастера – СПб.: Лениздат, 1998
- 3) Техническое описание изделия «Р-405»
- 4) Милкин В.И. Ракурс зигзагообразных антенн в объемное развитие // Материалы международной научно-технической конференции «Наука и образование - 2006»: Мурманский технический государственный университет. Мурманск, 2006
- 5) Милкин В.И., Коновалов П.С. Решение о выдаче патента от 14.01.09 по заявке на изобретение № 2007124418 от 28.06.07.

ГИДРОРАДИОСВЯЗЬ. НОВЫЕ ПОДХОДЫ

Милкин В.И., Калитёнков Н.В. (*Мурманск, МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем, KalitenkovNV@mstu.edu.ru*)

Abstract. The underwater two-way communication implements at usage of acoustic signals subject to strong distortions apart till 10-30 kilometers. High and very high frequencies do not run through under water. Very low and the extreme low frequencies will be used for one-way transmission of radio signals on underwater objects. However tendencies of usage of underwater objects and level of development of element base open an advanced application of hydroradio communication in bilateral modes, as between underwater objects and underwater objects with surface and coast.

Подводная двухсторонняя связь осуществляется при использовании акустических сигналов, подверженных сильным искажениям, на расстоянии 10-30 километров. Высокие и очень высокие радиочастоты не проникают под воду. Очень низкие и сверхнизкие частоты используются для односторонней передачи сигналов на подводные объекты. Однако тенденции использования подводных объектов и уровень развития элементной базы открывают перспективы применения гидрорadiосвязи в двухсторонних режимах, как между подводными объектами, так и подводных объектов с надводными и береговыми.

Это крайне важно из-за того, что одной из главнейших задач, например, при осуществлении радиосвязи в военно-морском флоте, является обеспечение требований управления по надежной непрерывной связи с подводными лодками. Сложность решения этой проблемы подтверждается противоречиями, состоящими в том, что подводные лодки для сохранения скрытности должны находиться на глубине, а электромагнитные волны в большей части диапазона частот не проникают в морскую воду.

Специфическими требованиями к связи с подводными лодками, дополнительно к скрытности, являются обеспечение минимальных ограничений при маневрировании по глубине, скорости и курсу в условиях осуществления связи [1].

Кроме этого, с перспективами освоения морского шельфа и подводных транспортировок полезных ископаемых, гидрорadiосвязь представляет интерес и как технология двойного назначения.

На данный момент времени, практически, ни один вид связи, при нахождении подводных объектов в подводном положении, этим требованиям в полной мере не может отвечать.

Требования гарантированного доведения информации до подводных объектов, в том числе и сигналов боевого управления для подводных лодок, предопределяют необходимость использования только крайне низких частот. При этом прием сигналов на глубине, на этих частотах, возможен только с применением специальных выпускных буксируемых антенных устройств [2].

Прием на более высоких, то есть на очень низких и низких частотах радиоспектра и на самых высоких частотах в сине-зеленом спектре оптического диапазона возможен только при подвсплытии подводных лодок к границе раздела сред: вода-воздух.

В обратном направлении связи все еще сложнее. Исторически, это информационное направление, зародившееся ещё в 1910 году, с установкой первой

радиостанции на подводную лодку Балтийского флота, для осуществления радиосвязи в надводном положении с береговой радиостанцией и до сих пор является самым надежным [3].

В свою очередь, подводные лодки, при осуществлении передачи информации с нахождением в надводном или перископном положении и использовании выдвижных антенных устройств, могут быть запеленгованы средствами радиоразведки или обнаружены авиационными или космическими объектами. Поэтому считается, что удовлетворительным решением проблемы скрытной передачи радиogramм с подводных лодок может служить применение выпускных автономных радиобуев с предварительно введенными в них сообщениями или сигналами. Для повышения скрытности мест подводных лодок такие радиобуи могут всплывать на поверхность с установленным временем задержки всплытия, что обеспечивает уход подводной лодки от места выпуска буя [2].

При нахождении подводных лодок на рабочих глубинах связь ближнего взаимодействия подводных лодок с подводными лодками, надводными кораблями и берегом без сложных выпускных буксируемых антенных устройств могут обеспечить только гидроакустические каналы связи. Двухсторонняя связь погруженных подводных лодок с летательными аппаратами может быть организована и обеспечена по каналам оптической лазерной связи, но на нее влияют прозрачность атмосферы и воды, а барражирование летательного аппарата под зоной нахождения подводной лодки и факты связи также демаскирует места нахождения подводных объектов.

При нахождении подводных лодок на рабочих глубинах организация связи в информационном направлении с подводных лодок на берег, кроме вариантов выпускных информационных устройств, также реально не функционирует.

Однако, технические предпосылки к разрешению двухсторонней связи погруженного подводного объекта с надводным, наземным, космическим, в том числе при покрытии водной поверхности льдами, с развитием уровня техники, позволяют с оптимизмом видеть приближение развязки.

Не исключается перспектива использования для передачи с подводного объекта излучаемой акустической волны в направлении определенного участка моря и направления в этот же тракт информации в виде модулированного сверхвысокочастотного электромагнитного сигнала, при активации участка, как излучателя электромагнитной СВЧ-радиоволны.

Этот сигнал может принять воздушный или космический объект или, через ретранслятор, береговая радиостанция. При передаче сообщения на подводный объект используется способ облучения передающей антенной известного участка поверхности, озвученного акустической волной из глубины моря [4].

Возможности применения для двухсторонней связи с подводным объектом электромагнитных волн сверх длинноволновых диапазонов еще более значимы. Передача информации на подводные лодки, например, в США на 76 Гц, используется уже несколько десятков лет, а в диапазоне 10-200 кГц и того более [5].

Прием информации в этих случаях осуществляется, в основном кабельными шлейфовыми антеннами на малых скоростях их буксировки.

В свою очередь массогабаритные характеристики радиопередатчиков крайне низких частот на современной твердотельной элементной базе с использованием цифровых систем формирования информационных сигналов уже сопоставимы с подобными устройствами коротковолнового диапазона. К этим же размерам приближаются и их импульсные источники питания. А вот с приемо-передающими антенными системами для рассматриваемого направления кардинальных решений пока не существовало. Однако, вариант, имеющий право на существование, может быть

использован, когда при организации двухсторонней связи подводного объекта с другими подводными объектами, надводными, наземными или с воздушными объектами в качестве активного антенного вибратора включается в работу корпус подводного объекта при трансформаторно-шунтовом питании [6]. Это техническое решение не ограничивает функциональные возможности носителя, обладает повышенной надежностью и приближается по технологии использования к классическим образцам радиосвязи.

Таким образом внедрение новых технологий возможно и в консервативную систему двухсторонней связи подводных объектов с улучшением их основных тактико-технических и вероятностно-временных характеристик, облегчающее решение первоочередных задач при использовании подводных сил

Список литературы:

- 1) Автоматизация управления и связь в ВМФ/Под общ. ред. Ю.М.Кононова. – СПб.: «Элмор», 1998 г., стр. 176.
- 2) Автоматизация управления и связь в ВМФ/Под общ. ред. Ю.М.Кононова. Изд. 2-е – СПб.: «Элмор», 2001, стр. 334-347.
- 3) А.Долбня. История развития связи с подводными лодками. – «Морской сборник», 2006, № 5 стр. 42.
- 4) Патент RU 2134023 от 16.06.98, ГУП СПб МБМ «Малахит».
- 5) И.Сутягин. Средства связи атомных подводных лодок типа «Лос-Анджелес». – «Зарубежное военное обозрение», 1995, № 9 стр. 52-55.
- 6) Решение о выдаче патента на изобретение от 09.02.09 по заявке № 2007122913 от 18.06.07, ФГОУВПО МГТУ.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КВ НА АВРОРАЛЬНОЙ РАДИОТРАССЕ

Калитёнков Н.В., Сазанов В.А., Милкин В.И. (Мурманск, МГТУ,
кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем,
KalitenkovNV@mstu.edu.ru; Полярный геофизический институт КНЦ РАН)

Abstract. In this paper we analyzed the results of some experiments on the study of propagation characteristics of HF radio waves during the recovery phase of geomagnetic perturbations

Вопросам исследования особенностей ионосферного распространения радиоволн в высоких широтах в настоящее время уделяется значительное внимание. Выделение радиотрасс, проходящих через авроральную зону, в особую группу обусловлено прежде всего тем, что в отличие от ионосферы средних широт, где физическое состояние среды контролируется волновым излучением Солнца, здесь существенная, а порой и определяющая роль принадлежит вторгающимся вдоль силовых магнитных линий протонным и электронным потокам и процессам, развивающимся в результате взаимодействия этих потоков с ионосферной плазмой и нейтральной атмосферой. В настоящей работе анализируются отдельные результаты экспериментов по исследованию особенностей распространения декаметровых радиоволн на авроральной радиотрассе в ходе восстановительной фазы геомагнитных возмущений в январе и феврале 1979 года. Детально рассматривается связь условий распространения с такими явлениями как поглощение космического радишума, состояние ионосферы, полярные сияния и изменения в геомагнитном поле.

Эксперимент проводился на радиотрассе Лиинахамари – Умба, протяженностью 430 км и ориентированной поперек авроральной зоны. Передатчик был расположен в Лиинахамари и работал в телеграфном режиме с заменой ключа на специально изготовленное устройство коммутации. При этом периодически излучалась немодулированная несущая на заданных частотах, а паузы в излучении использовались для опознавания сигнала и для исследования помеховой обстановки. Для приема радиосигнала использовались типовые радиоприемники с узкополосными приставками. Радиоприемник работал в телеграфном режиме с необходимой расстройкой 3 гетеродина относительно 2ПЧ. Это давало возможность преобразовывать радиосигнал в низкочастотный для целей последующего спектрального анализа. С учетом параметров используемой для этого анализа аппаратуры величина расстройки выбиралась в пределах от 400 Гц до 2КГц. В качестве регистрирующих устройств служили двухканальные магнитофоны и самопишущие миллиамперметры. Измерение амплитуды принимаемых в ходе экспериментов радиосигналов проводилось по методу замещения. Помимо исследуемых сигналов на магнитную ленту регистрировалось текущее время, что позволяло с достаточной точностью привязываться к другим геофизическим явлениям. Информация о возмущениях геомагнитного поля и пульсациях земного тока поступала с цепочки магнитовариационных станций типа Боброва, располагающейся практически вдоль радиотрассы (п-ов Рыбачий, obs. Лопарская, obs. Ловозеро, пос. Умба) и с магнитотеллурической станции obs. Ловозеро. Исследования состояния ионосферы в период эксперимента проводилось методом вертикального зондирования на ионосферной станции в средней точке радиотрассы obs. Лопарская. Интенсивность космического радишума на частоте 32 МГц измерялась с помощью риометра obs. Лопарская, а на частоте 40 МГц риометра,

работающего в Апатиты. Вместе с регистрацией этих параметров проводилось измерение интенсивности свечения полярных сияний в некоторых основных спектральных эмиссиях. Эти измерения осуществлялись с помощью спектральной камеры С-180S в обс. Лопарская. Исследования условий распространения 23 января началось в 22.00 UT на фоне положительного магнитного возмущения. Передатчик излучал на частоте 10.3 МГц. Начиная с 22.05 UT уровень сигнала на входе приемного устройства возрастает с 5-7 мкВ до 25 мкВ, нося при этом квазипериодический характер с квазипериодом 3 минуты. К 22.53 UT уровень сигнала падает до величины регистрируемой в 22.00 UT. Затем с 22.46 UT происходит квазипериодическое усиление сигнала до величины 75 мкВ, с резким падением к 23.15 UT и, после некоторой депрессии, дальнейшим усилением до максимального значения. Эта величина равнялась 100 мкВ. Интересным является интервал с 23.45 UT до 00.00 UT. Этот промежуток времени совпадает с резким и значительным изменением в ходе компонент геомагнитного поля и проявился в значительном (до 5 мкВ) убывании уровня сигнала. Восстановление уровня сигнала во времени происходит по экспоненциальному закону. После 01.30 UT интенсивность сигнала падает, что связано с резким смягчением спектра вторгающихся частиц и исчезновением ионизации в области E ионосферы. В риометрическом поглощении отмечен рост с 22.50 UT. Этот рост носил всплесковый характер, как в пространстве так и во времени.

Рассматривая геофизические условия, в которых происходило распространение радиоволн на радиотрассе, необходимо указать, что согласно данным спектральной камеры примерно с 13.30 UT в атмосферу Земли вторгаются потоки низкоэнергичных (0.3-0.5 КэВ) электронов. До 14.10 UT наблюдалось красное сияние 6300А, интенсивность которого возрастала к северу от зенита. В это время в суточной кривой критических частот F слоя наблюдаются незначительные колебания. Кроме этого регистрировались дополнительные короткоживущие отражения. На цепочке магнитовариационных станций фиксируется положительное возмущение. Активные формы сияний появились после 18.00 UT на севере и затем распространились по всему небосводу. К этому времени по данным ионосферной станции можно видеть, как изменяется поток вторгающихся частиц. Это изменение носило довольно плавный характер, а поток был достаточно моноэнергичным и имел небольшую интенсивность. Однако в интервале 17.55 UT -19.00 UT наблюдались кратковременные вспышки плотности ионизации E слоя. Далее характеристики потока по данным ионозонда (fbEs) менялись следующим образом: существенно возрастает с 22.00 UT до 22.30 UT и затем уменьшается оставаясь постоянной с 22.45 UT до 23.30 UT. В это время наблюдаются отражения от F спорадические. В 23.30 UT вновь происходит увеличение (fbEs), максимальное значение достигается в 21.45 UT, после чего ионозонд каких либо отражений не регистрирует до 00.30 UT, что связано с ужестчением вторгающегося потока и значительным увеличением ионизации в нижней ионосфере (с учетом разрешающей способности ионосферной станции). В 00.30 UT регистрируются отражения с высот области F, а в 01.00 UT и с высот области E. Далее (fbEs) уменьшается во времени по экспоненциальному закону, а в области F появляются спорадические образования. Все это говорит о существенном уменьшении характерной энергии вторгающегося потока. Примерно в 21.50 UT после небольшого спада интенсивность свечения достигает максимального значения с одновременным ужестчением спектра высыпавшихся электронов. Затем следует довольно резкий спад интенсивности сияний и смягчение спектра электронов. Интересным является тот факт, что протонные высыпания к этому моменту времени прекратились. Как отмечалось ранее до 22.00 UT регистрируется положительное возмущение с максимальной амплитудой на ст.Рыбачий достигающей 120нТ. Отрицательное возмущение началось

около 22.00 UT В частности в 21.55 UT регистрировались иррегулярные длиннопериодные слабые пульсации, а с 21.55 UT до 22.07 UT наблюдалась вспышка пульсаций типа P_{ib}. В 23.36 UT ход H компоненты геомагнитного поля резко меняется и возмущения переходят из отрицательного в положительное с максимальным значением в 23.51 UT. Пульсации после указанной вспышки отсутствуют, однако в 22.46 UT усиливаются короткопериодные иррегулярные P_{ic}, а также и длиннопериодные пульсации. Максимальная амплитуда последних зафиксирована в 23.50 UT -23.58 UT. К 01.00 UT пульсации P_{ic} затухают практически до спокойного уровня. Для изучения особенностей распространения радиоволн декаметрового диапазона были выбраны такие возмущения, которые помимо всех прочих характеристик объединялись еще и необычностью своего развития. Эти возмущения протекали в послеполуночное время, когда статистически на станциях авроральной зоны должны наблюдаться отрицательные магнитные возмущения, приписываемые влиянию западного аврорального электроджета. Особенность о которой упоминалось выше состоит в том, что в ходе развития возмущения происходит не только резкое нарушение хода, например, в H и Z компонентах геомагнитного поля и изменение знака временных производных этих компонент, но и быстрое изменение знака самого возмущения. Заслуживают внимания и процессы резкой перестройки в структуре геомагнитного поля, так как к настоящему времени еще не ясны причины возникновения таких аномалий. Выбор дней для проведения эксперимента и детальное рассмотрение связи условий распространения с такими явлениями как поглощение космического радишума, состояние ионосферы, полярные сияния и изменения в геомагнитном поле дает, как нам представляется, более полную картину изменения условий распространения радиоволн при переходе от состояния значительной магнитно-ионосферной возмущенности к состоянию спокойному.

ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРЕЦИЗИОННЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ

Суслов А.Н. (Мурманск, МГТУ, кафедра радиотехники и телекоммуникационных систем, e-mail: mtafpk@mstu.edu.ru)

Abstract. In the report features of performance of operational amplifiers working in precise rectifier mode are considered, internal noise spectral density of these devices received by method of mathematical modelling is appreciated.

Приём полезных сигналов в различных радиосистемах (радиолокация, радиосвязь и пр.) всегда сопровождается наложением на них помех, действующих как в среде распространения, так и внутри приёмников этих систем. В настоящее время повышение помехоустойчивости достигается снижением уровня внутренних шумов приемников радиосистем и применением специальных методов обработки сигналов внутри этих устройств. Эффективным методом борьбы с помехами является использование синхронного детектирования принимаемых сигналов. При этом повышение качества обнаружения полезных сигналов и выделение содержащейся в них информации возможно в случае применения предварительного двухполупериодного выпрямления сигнала на выходе усилителя радиочастоты приёмного устройства (2). Однако выполнение указанной операции осуществляется с использованием нелинейного устройства – прецизионного выпрямителя, который является одним из первых блоков приёмника. Следовательно, для обеспечения высокого качества обработки сигналов внутри приёмника такое устройство должно быть малошумящим. Прецизионные выпрямители строятся с использованием операционных усилителей, которые в режиме линейного усиления обладают незначительным уровнем внутренних шумов. В данной статье приведены результаты сравнительного анализа шумовых характеристик прецизионных выпрямителей и линейных усилителей, выполненного методом математического моделирования с использованием программного пакета OrCad 9.2.

Принципиальная электрическая схема прецизионного однополупериодного выпрямителя (1) показана на рис.1. Известно, что высококачественное выпрямление электрических сигналов с использованием полупроводниковых диодов возможно лишь для сигналов с достаточно большой амплитудой (не менее 0,2 В для германиевых диодов и 0,4 В для кремниевых диодов). Нелинейность прямой ветви вольт – амперной характеристики диода делает непосредственное выпрямление малых переменных сигналов очень неточным; в самом деле, можно считать, что кремниевый диод перестает проводить ток, как только э.д.с, приложенная в прямом направлении, падает ниже 0,4 В (0,2 В для германиевых диодов).

В том случае, когда для целей измерения требуется осуществить точное выпрямление малых по величине переменных напряжений, можно применить операционный усилитель (ОУ). Указанный выше недостаток полупроводниковых диодов преодолевается в схеме прецизионного однополупериодного выпрямителя за счёт включения диода в петлю обратной связи, охватывающей ОУ U1A, как показано на рис. 1. Здесь функцию выпрямления выполняет диод D₂: его включение в петлю обратной связи, охватывающей усилитель, приводит к тому, что напряжение, действующее на входе схемы эквивалентно эффективной разности потенциалов, приложенной к диоду в прямом направлении, поделенному в число раз, равное коэффициенту усиления усилителя без обратной связи, так что выпрямитель хорошо

работает при входных напряжениях меньше 1 мВ. Диод D_1 и относящийся к нему резистор R_2 нужны в этой схеме для того, чтобы обеспечить обратную связь на время положительного полупериода входного сигнала и, таким образом, избежать перегрузки усилителя. Резисторы R_3 и R_4 используются в схеме для минимизации напряжения смещения ОУ, а резистор R_1 обеспечивает необходимую глубину обратной связи ОУ. Источники постоянного напряжения V_1 и V_2 обеспечивают питание ОУ $U1A$.

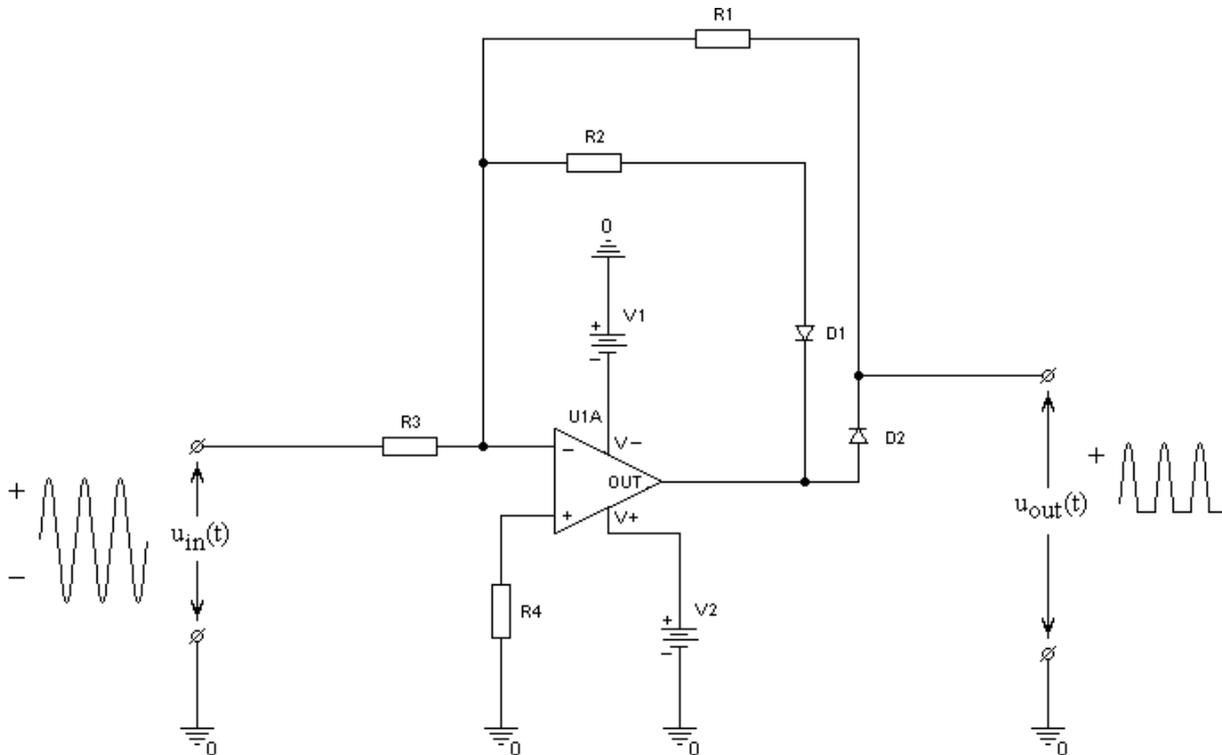


Рис.1. Прецизионный однополупериодный выпрямитель

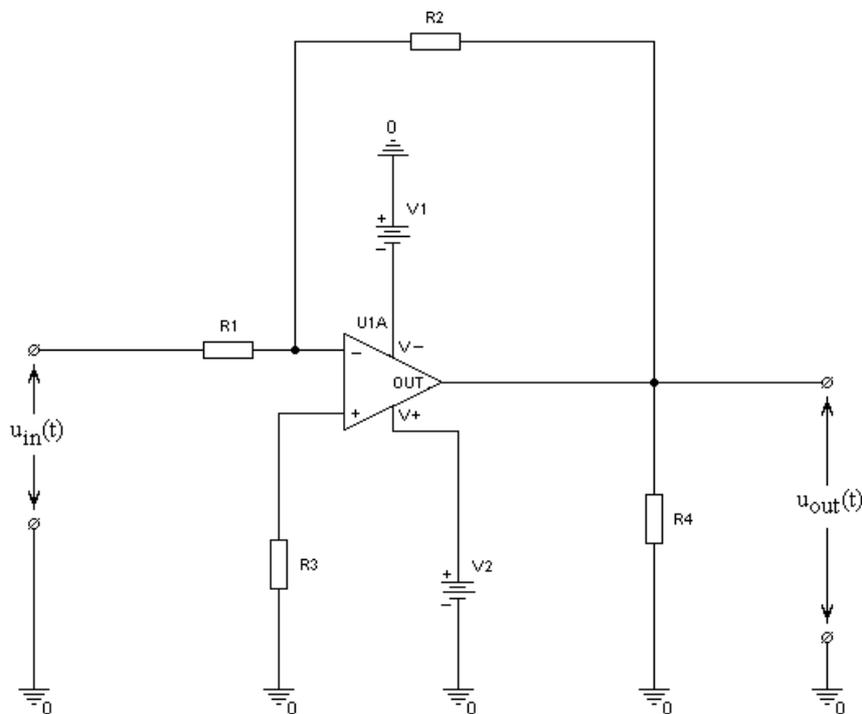


Рис.2. Инвертирующий усилитель

На рис.2 изображена схема инвертирующего усилителя, построенного на основе того же ОУ. Резисторы R_1 и R_3 используются в схеме для минимизации напряжения смещения операционного усилителя U_{2A} , резистор R_2 обеспечивает необходимую глубину обратной связи ОУ U_{2A} . Источники постоянного напряжения V_1 и V_4 обеспечивают питание ОУ U_{2A} . Резистор R_4 совместно с резистором R_3 выполняет функцию балансировки режима работы операционного усилителя U_{2A} по постоянному току. Качество работы этой схемы определяется точностью сопротивлений резисторов, которые желательно взять с допуском $\pm 2\%$.

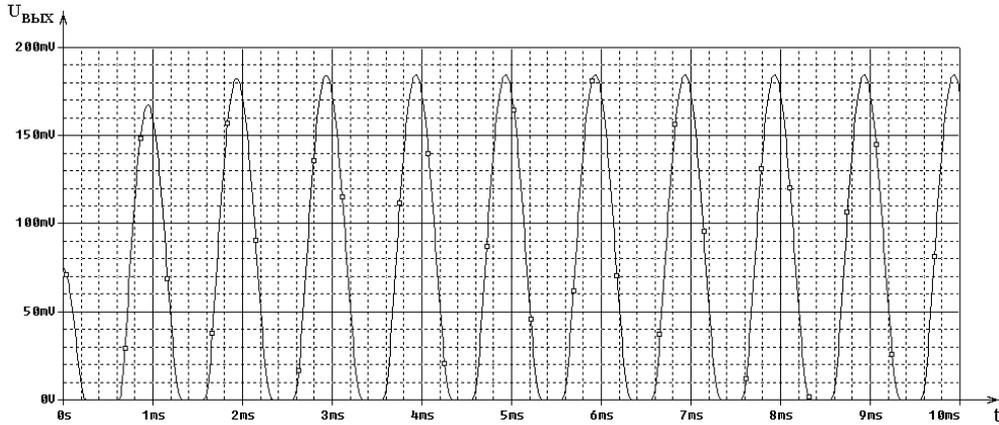


Рис.3. Реакция однополупериодного выпрямителя на входной гармонический сигнал

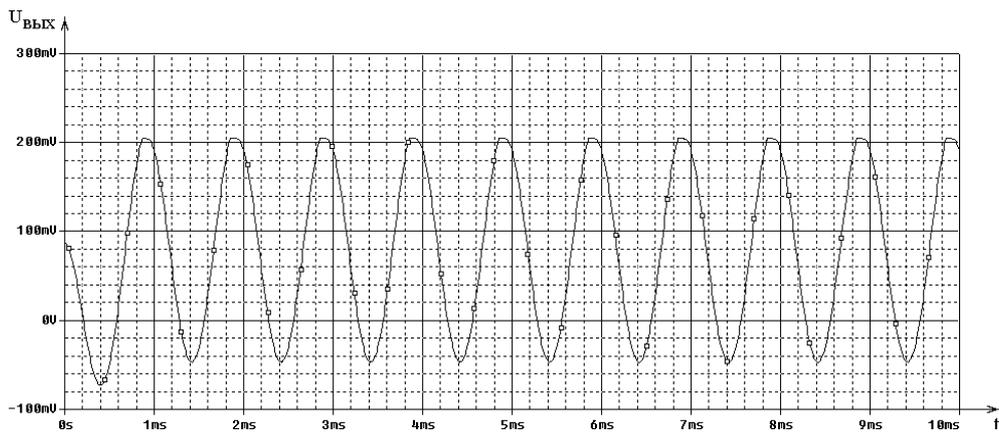


Рис.4. Реакция инвертирующего усилителя на входной гармонический сигнал

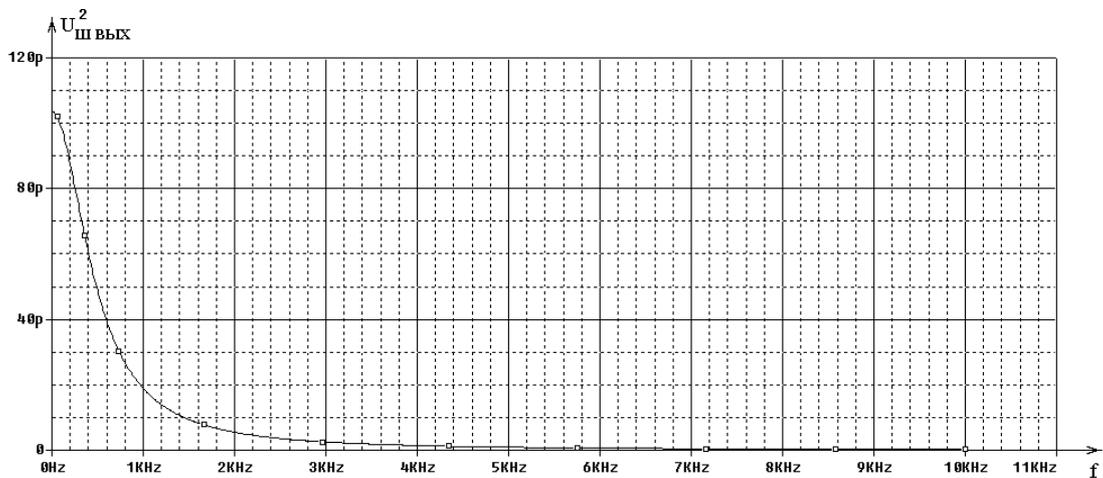


Рис.5. Спектральная плотность мощности внутреннего шума однополупериодного прецизионного выпрямителя

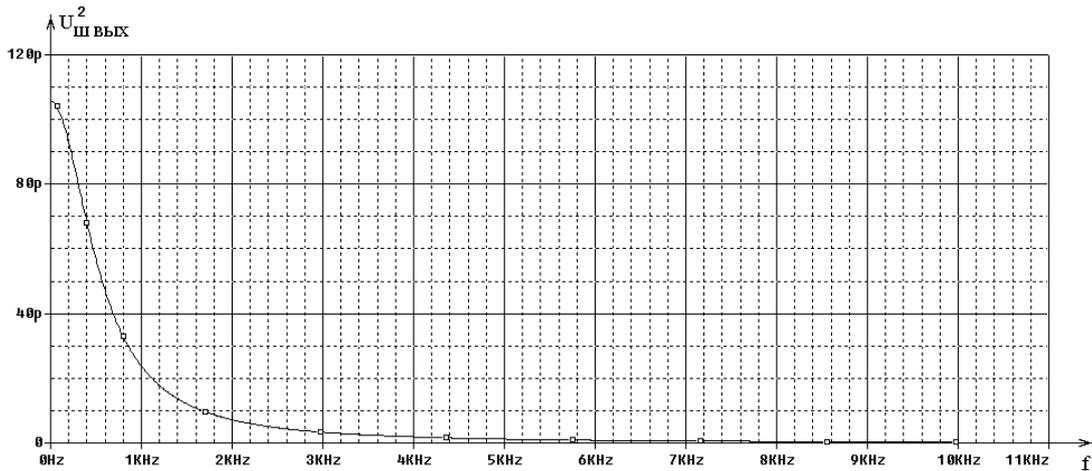


Рис.6. Спектральная плотность мощности внутреннего шума инвертирующего усилителя

На рис.3 показан график выходного напряжения прецизионного однополупериодного выпрямителя в том случае, если на входе схемы действует гармонический сигнал с амплитудой $U_{вх\ м} = 300$ мкВ. Из этого рисунка следует, что рассматриваемое устройство помимо выпрямления входного сигнала обеспечивает его усиление по напряжению приблизительно в 500 раз.

На рис.4 приведён график выходного напряжения инвертирующего усилителя при воздействии на его входе сигнала с теми же параметрами, что и для схемы на рис.1. Параметры устройства выбраны такими, что усиление входного сигнала является линейным с таким же коэффициентом усиления по напряжению.

На рис.5 – 6 приведены графики спектральных плотностей внутренних шумов прецизионного однополупериодного выпрямителя и инвертирующего усилителя соответственно. Данные зависимости указывают на то, что шумовые характеристики рассматриваемых устройств приблизительно одинаковы. Таким образом, применение операции предварительного выпрямления принимаемого сигнала до преобразователя частоты практически не оказывает заметного влияния на коэффициент шума приёмного устройства.

Выводы:

- 1) современные операционные усилители позволяют создавать на их основе прецизионные выпрямители с уровнем напряжения отсечки в несколько десятков микровольт;
- 2) для повышения качества приёма сигналов с амплитудной модуляцией с использованием методов прямого преобразования частоты (синхронного детектирования) необходимо применение двухполупериодных выпрямителей на выходе усилителя радиочастоты до преобразователя частоты приёмного устройства;
- 3) уровень внутренних шумов прецизионного выпрямителя незначительно отличается от уровня внутренних шумов линейного усилителя, построенного на той же элементной базе.

Список литературы:

- 1) М.Х. Джонс. Электроника – практический курс. М. «Постмаркет» – 1999, с. 326.
- 2) Модуляционный радиометр с использованием прямого преобразования частоты – патент РФ на полезную модель №78587.

ПОЛЯРНЫЕ СИЯНИЯ И РАБОТА GPS

Калитёнков Н.В., Калитёнков А.Н., Черноус С.А., Милкин В.И.

(Мурманск, МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем, KalitenkovNV@mstu.edu.ru; Полярный геофизический институт КНЦ РАН, chernouss@pgia.ru)

Abstract. It is shown that the amplitude variations of the geomagnetic field are much less representative as a diagnostic sign of GPS positioning errors at high latitudes, than the intensity and spatio-temporal variations of aurora.

Полярная ионосфера подвержена практически постоянному воздействию волнового и корпускулярного излучения Солнца. Одним из индикаторов возмущенности ионосферы являются полярные сияния. Установлено, что общая схема развития суббури в дискретных сияниях тесно связана с суббурей в высыпаниях мягких (≤ 10 кэВ), нередко моноэнергетичных, коллимированных вдоль направления геомагнитного поля электронных потоков. С локализацией форм полярных сияний тесно связано существование ионосферных неоднородностей. Максимально резкие неоднородности с перепадом электронной концентрации, достигающей 100 %, наблюдаются в местах локализации наиболее интенсивных дискретных форм полярных сияний. Ориентированные вдоль направления геомагнитного поля неоднородности электронной концентрации имеют достаточно широкий спектр масштабов и распределены, как правило, по всей толще полярной ионосферы. Выявление механизмов снижения эффективности работы спутниковых навигационных систем при работе в условиях неоднородной, неравновесной ионосферы как среды распространения информационно-навигационных радиосигналов – крайне актуальная тема. Цель настоящей работы и установить существование связи между пространственно - временной динамикой форм полярных сияний и точностью позиционирования с помощью GPS. Был проведен эксперимент по одновременной регистрации и сравнению вариаций погрешностей позиционирования с пространственно временным положением форм полярных сияний фиксируемых наземными станциями в Скандинавии и на Кольском полуострове.

Для сравнения вариаций положения форм полярных сияний по наземным данным с вариациями погрешности позиционирования мы располагали данными наблюдений в обсерваториях Соданкюла и Кируна. Ниже приведены результаты измерений вариации погрешностей позиционирования (верхняя часть) и кеограмма камеры всего неба в Соданкюла. Очевидно, что как максимальные погрешности вблизи 21 00, так и полное нарушение работы системы в период 22 20 – 22 40 однозначно совпадают с появлением дискретных форм на кеограмме. Анализ этих и других, полученных в эксперименте материалов, дает основания полагать, что амплитуда вариаций геомагнитного поля гораздо менее репрезентативна в качестве диагностического признака ошибок позиционирования GPS в высоких широтах, чем пространственно-временные вариации интенсивности форм полярных сияний. Для проведения дальнейших экспериментов предложено совместно с GPS приемником использовать камеру видео наблюдения, имеющую следующие характеристики

Характеристики камеры

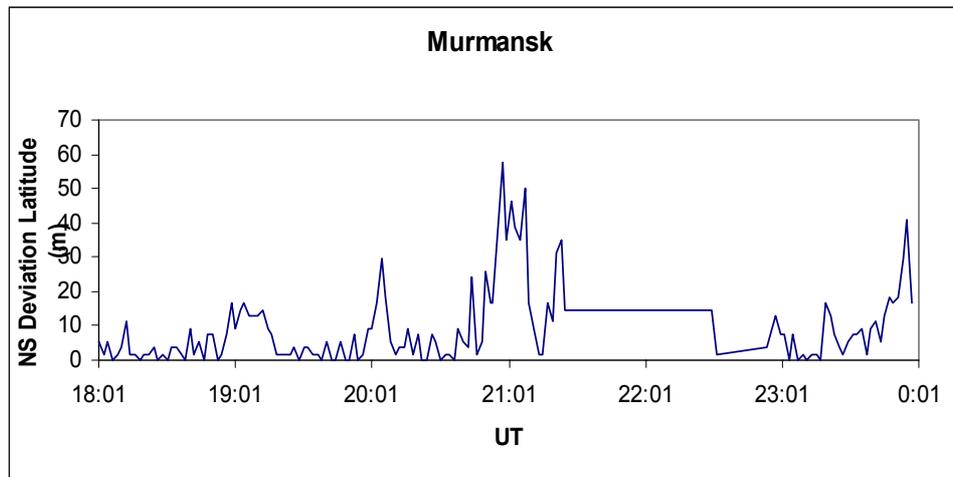
Чувствительный элемент 1/3" ч/б CCD, SONY 1/3" SUPER HAD CCD, SONY 1/3 EXVIEW
Формат сигнала EIA: 60 Hz, CCIR: 50Hz
Кол-во пикселей EIA: 510(H) * 492 (V) CCIR: 500(H) * 582(V)

Секция "Радиотехника и радиосвязь"

Синхронизация		внутренняя
Чувствительность	0.05Lux @F2.0/30IRE, 0.02Lux @ F2.0/30IRE, 0.00003Lux @F1.2/30 IRE	
Отношение сигнал / шум		Более 50 Дб
Гамма коррекция		
Видеовыход		Композитный, 1В, 75 Ом
Электронный затвор	EIA:1/60 1/100,000 sec Auto / CCIR:1/50 1/100,000sec Auto	
Потребление тока		max 100mA
Питание		DC 12V (\pm 12%)
Рабочая температура		-10 C - +50 C
Температура хранения		-30C - +60C
Вес		55г

В предложенной схеме - камера, регистрирующая полярные сияния с полем зрения 180 градусов, и приемник GPS сигналов, диаграмма направленности антенны которого имеет аналогичный раскрыв, находятся на одной платформе и одинаковым образом ориентированы. В этом случае поле зрения оптической камеры и диаграмма направленности GPS приемника, должны полностью совпадать, что позволит установить наличие или отсутствие полярных сияний на трассе прохождения GPS сигнала, так как азимутальный угол и угол места конкретного навигационного спутника тоже известен.

Новизна представленной работы заключается в самой постановке задачи – прямом использовании измерений погрешностей позиционирования в высоких широтах в совокупности с наземными оптическими измерениями пространственно-временного распределения форм полярных сияний.



СЕКЦИЯ
«ТЕХНИЧЕСКАЯ
ЭКСПЛУАТАЦИЯ ФЛОТА»

Секция «Техническая эксплуатация флота»

Баева Л.С., Булаев Р.В., Баев Г.В. Особенности и перспективы противокоррозионной защиты магистральных нефтепроводов.....	1054
Баева Л.С., Булаев Р.В., Баев Г.В. Надёжность морских трубопроводов.....	1065
Ващенко И.П. Исследование причин разрушения распределительного вала двигателя 8 NVD 48 A2U СРТМк.....	1072
Власов А.Б. Оценка влияния ветра на температуру провода при тепловизионной диагностике.....	1075
Власов А.Б. Оценка влияния ветра на температуру фарфоровой крышки при тепловизионной диагностике.....	1078
Баева Л.С., Григорьева О.П. Современное состояние судостроения.....	1081
Ефремов Л.В. Вероятностная модель типа «Тренд» и ее применение для прогнозирования сроков контроля состояния машин и приборов.....	1088
Баева Л.С., Колодяжный В.И., Иваней А.А. Анализ возможностей создания наноструктурированных материалов.....	1092
Баева Л.С., Колодяжный В.И., Кумова Ж.В. Нанометрология как современное направление науки и техники.....	1099
Орешкина В.М. Современные технологии восстановления изношенных поверхностей.....	1104
Баева Л.С., Пашеева Т.Ю. Диагностика состояния сварных корпусных металлоконструкций как определяющий фактор продления срока их эксплуатации.....	1107
Баева Л.С., Пашеева Т.Ю. О необходимости совершенствования контроля качества сварки.....	1113
Пашеева Т.Ю. Проблемы гармонизации подготовки специалистов.....	1120
Петрова Н.Е., Колодкин И.А., Кумова Ж.В. Модернизация судов для ярусного лова.....	1122
Баева Л.С., Петрова Н.Е., Котов С.В., Кумова Ж.В., Чистякова М.А. Методы контроля безопасности судоходства классификационными обществами.....	1124
Самсонов А.В., Чурилов В.Л. Результаты исследований энергетического баланса рыболовных траулеров.....	1129
Сергеев К.О., Подлесный Е.В. Виброакустическая диагностика топливной аппаратуры высокооборотных дизелей.....	1133
Столяренко А.И. Влияние магнитного поля на изменения химического состава поверхностного слоя материала.....	1137
Баева Л.С., Чистякова М.А. Профессиональный отбор кадров для флота рыбной промышленности.....	1140

ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

Баева Л.С., Булаев Р.В., Баев Г.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Аннотация. Рассмотрены технологические процессы и материалы, применяемые для защитных покрытий изделий нефтепроводов. Особое внимание уделено требованиям к защитным покрытиям, а также заводы на которых успешно внедрены современные технологии защиты трубопроводов.

Введение

В настоящее время при новом строительстве магистральных нефтепроводов, а также при проведении работ по переизоляции действующих трубопроводов применяются различные изоляционные материалы. Для противокоррозионной защиты трубопроводов, конструкций нефтепроводов используются защитные покрытия, начиная от битумно-мастичных трассового нанесения и заканчивая многослойными полимерными заводского нанесения. Но при всем имеющемся многообразии защитных покрытий практически невозможно сделать выбор в пользу только одного универсального покрытия, которое бы отвечало всем предъявляемым требованиям и обеспечивало эффективную защиту трубопроводов от коррозии при различных условиях строительства и эксплуатации.

Выбор изоляционных материалов и оптимальных систем защитных покрытий

Выбор изоляционных материалов и оптимальных систем защитных покрытий определяется многими факторами, но в целом очевидно, что наиболее высокими показателями обладают защитные покрытия труб, соединительных деталей и запорной арматуры трубопроводов заводского нанесения. Только в стационарных заводских или базовых условиях можно обеспечить высокое качество подготовки поверхности труб (очистку, технологический нагрев до требуемой температуры) и нанесение защитных покрытий с применением технологий, оборудования и материалов, которые невозможно использовать при трассовом способе изоляции трубопроводов. На сегодняшний день при строительстве магистральных нефтепроводов практически не применяются полимерные ленточные и битумно-мастичные покрытия трассового нанесения. Данные типы защитных покрытий используются лишь при проведении работ по ремонту и переизоляции нефтепроводов. Новое строительство магистральных трубопроводов осуществляется с применением труб, фасонных соединительных деталей и задвижек трубопроводов, имеющих заводские покрытия на основе современных полимерных материалов. В трассовых условиях осуществляется только изоляция зоны сварных стыков трубопроводов покрытиями на основе термоусаживающихся полимерных лент. Конструктивно такое защитное покрытие, наносимое по жидкому двухкомпонентному эпоксидному праймеру, аналогично заводскому полиэтиленовому покрытию и обладает достаточно высокими защитными эксплуатационными свойствами.

Необходимо отметить, что за последние 7-8 лет, общий уровень противокоррозионной защиты трубопроводов значительно повысился за счет внедрения новых технологий. Качество изоляционных материалов, широкого использования при строительстве нефтепроводов (трубы, фасонные детали) с заводскими покрытиями существенной имеют качественную подготовку поверхности.

Защитные покрытия применяемые для защиты от коррозионных разрушений изделий трубопроводов могут быть качественными только в том случае, если технология нанесения, укладка трубопроводов и эксплуатация будут соответствовать требованиям по строительству и укладке трубопроводов. Современные защитные покрытия способны обеспечить безаварийную работу на весь период эксплуатации на 40-50 и более лет.

О технических требованиях к наружным покрытиям

Наружные покрытия, используемые для противокоррозионной защиты трубопроводов, должны отвечать определенным техническим требованиям. В Российской Федерации применение наружных покрытий для противокоррозионной защиты магистральных и промысловых трубопроводов (газопроводы, нефтепроводы, продуктопроводы и отводы от них) регламентируется российским стандартом ГОСТ Р 51164-98 «Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии». Действие данного стандарта распространяется на трубопроводы подземной, подводной, наземной и надземной прокладки, транспортирующие нефть, газ, нефтепродукты; на трубопроводы компрессорных, газораспределительных и насосных станций, а также нефтебаз, головных сооружений нефте- и газопромыслов (включая резервуары и обсадные колонны скважин), подземных хранилищ газа, установок комплексной подготовки газа и нефти. С введением в 1999 г. стандарта заметно возросли требования к наружным защитным покрытиям трубопроводов. Требования ГОСТ Р 51164-98, особенно предъявляемые к заводским полиэтиленовым покрытиям труб, в значительной степени превышают требования аналогичных зарубежных стандартов (DIN 30670, NF A 49-710, Z.245.21, pr EN 10285).

Одновременно с повышением технических требований к защитным покрытиям трубопроводов стандарт предусматривает существенные ограничения на применение полимерных ленточных, битумно-мастичных эпоксидных покрытий труб. Вышеперечисленные защитные покрытия теперь можно использовать только для изоляции трубопроводов диаметром не более 820 мм.

Вместе с тем, по прошествии нескольких лет, выявились и очевидные недостатки национального стандарта. Так, при всем многообразии рекомендуемых для применения защитных покрытий заводского и трассового нанесения (всего в ГОСТ Р 51164-98 представлено 22 конструкции) достаточно сложно выбрать защитное покрытие, которое бы в наибольшей степени подходило для тех или иных условий строительства и эксплуатации трубопровода. В стандарте даны общие рекомендации по выбору изоляционных материалов и покрытий, но для практической работы этого недостаточно. Следуя рекомендациям ГОСТ Р 51164, очень сложно, например, определиться с выбором покрытий для изоляции сварных стыков труб. Еще сложнее подобрать материалы и покрытия для изоляции соединительных деталей и запорной арматуры трубопроводов. Имеется лишь ссылка (п. 4.6 стандарта) на то, что изоляция данных элементов трубопроводов по своим характеристикам должна соответствовать основному покрытию труб. В то же время нет рекомендаций, какие именно материалы и покрытия должны применяться для этой цели. Буквально одной фразой даны указания по выбору защитных покрытий для противокоррозионной защиты трубопроводов надземной прокладки (алюминиевые, цинковые, лакокрасочные, стеклоэмалевые покрытия). Но конкретных требований к данным покрытиям стандарт не устанавливает. Вот и получилось, что с введением в действие стандарта ГОСТ Р 51164 вопросов по выбору и применению защитных покрытий, используемых для строительства и эксплуатации магистральных трубопроводов, стало еще больше. Это осложняет работу проектных, строительных организаций, всех тех, кто занимается

вопросами противокоррозионной защиты трубопроводов. Необходимо было искать выход из сложившейся ситуации. И такой выход был найден после того, как приоритет стал отдаваться не национальным стандартам, а отраслевым нормам. Казалось бы, отраслевые нормы — это что-то достаточно узкое, ведомственное, ограниченное определенными рамками и задачами. Нам, специалистам по защитным покрытиям, было достаточно трудно понять, как могут одновременно существовать и действовать зарубежные стандарты на защитные покрытия трубопроводов и требования к покрытиям, устанавливаемые некоторыми ведущими нефтяными и газовыми компаниями (British Gas, British Petroleum, Gas de Frans, Exxon Neftegas и др.). Однако такое сочетание вполне оправдано, если стандарт устанавливает общие требования к защитным покрытиям, а отраслевые нормы, разработанные с учетом реальных условий строительства и эксплуатации трубопроводов, конкретизируют эти требования, дополняют и ужесточают их.

В 2003 г. После целого ряда обсуждений и согласований, в том числе с трубными заводами и Госгортехнадзором РФ, были введены в действие общие технические требования ОАО «АК «Транснефть», предъявляемые:

- к заводским покрытиям труб (полиэтиленовому, полипропиленовому, эпоксидному);
- к наружным антикоррозионным покрытиям фасонных соединительных деталей и задвижек трубопроводов (для покрытий заводского и трассового способов нанесения);
- к наружным антикоррозионным покрытиям сварных стыков
- трубопроводов на основе термоусаживающихся полимерных лент.

Вышеназванные технические требования используются в настоящее время при проектировании и практическом применении противокоррозионной защиты современных отечественных магистральных нефтепроводов (ВСТО, БТС и др.), при производстве заводской изоляции труб и элементов трубопроводов, при проведении приемо-сдаточных и аттестационных испытаний наружных покрытий. Необходимо подчеркнуть, что только после проведения комплексных испытаний защитных покрытий на соответствие требованиям ОАО «АК «Транснефть» и разработанным на их основе техническим условиям разрешается поставка и применение труб и фасонных изделий с наружными антикоррозионными покрытиями. В 2006 г. на базе технических требований компании «Транснефть» был разработан и введен в действие российский стандарт ГОСТ Р 52568-2006 «Трубы стальные с защитными наружными покрытиями для магистральных газонефтепроводов». Таким образом, отраслевые требования на заводские покрытия труб перешли в разряд национальных.

В 2005-2006 гг. по заданию АК «Транснефть» были разработаны отраслевые требования на наружные и внутренние антикоррозионные покрытия резервуаров, на защитные покрытия трубопроводов надземной прокладки. На очереди стоит разработка технических требований, предъявляемых к внутренним защитным покрытиям труб и к защитным покрытиям трубопроводов трассового нанесения.

Необходимо отметить, что разработка отраслевых норм – это только первый этап работы. Любой нормативный документ через какое-то время нуждается в корректировке и в обновлении. За прошедшие после разработки требований 5 лет нами были испытаны десятки типов различных защитных покрытий трубопроводов, накоплен значительный опыт их практического применения. Технология заводской изоляции труб и элементов трубопроводов была освоена на целом ряде отечественных предприятий и продолжает внедряться высокими темпами. Актуальной задачей является не только разработка новых требований к защитным покрытиям, но и переработка существующих норм, внесению в них изменений, дополнений, введение

новых методик испытаний. Изменился и общий подход при разработке технических требований к защитным покрытиям. Если раньше отраслевые требования разрабатывались, в первую очередь, с оглядкой на ГОСТ Р 51164-98 и было недопустимо отклоняться от стандарта, за исключением введения дополнительных требований, то теперь необходимо в большей мере учитывать реальные условия строительства и эксплуатации трубопроводов, осуществлять гармонизацию отраслевых норм с аналогичными европейскими нормами и зарубежными стандартами.

Необходимо также подчеркнуть, что уже с момента разработки отраслевых норм, с установления обоснованных, жестких, но вместе с тем выполнимых технических требований к покрытиям начинается общее повышение качества противокоррозионной защиты трубопроводов. Рассмотрим основные типы современных покрытий, применяемые в настоящее время для антикоррозионной защиты магистральных нефтепроводов.

Технология нанесений защитных покрытий на изделия трубопроводов в заводских условиях

В качестве нанесений защитных покрытий на изделия трубопроводов в заводских условиях при строительстве магистральных газонефтепроводов чаще всего применяются эпоксидные, полипропиленовые и полиэтиленовые защитные покрытия. В США, Канаде, Великобритании и в ряде других стран наиболее популярны заводские эпоксидные покрытия труб толщиной 350-400 мкм. Покрытия труб на основе порошковых эпоксидных красок обладают высокой адгезией к стали, стойкостью к катодному отслаиванию, повышенной (до 80-100°C) теплостойкостью. В то же время низкая ударная прочность эпоксидных покрытий, особенно при минусовых температурах, в значительной степени ограничивает область их применения. Именно по этой причине заводская изоляция труб порошковыми эпоксидными покрытиями, которая впервые была внедрена на Волжском трубном заводе более 20 лет тому назад, так и не нашла достаточно широкого применения в нашей стране. Эпоксидные покрытия не выдержали конкуренцию с заводскими полиэтиленовыми покрытиями труб.

В зарубежной практике в последние годы все большее предпочтение стали отдавать двухслойным эпоксидным покрытиям труб. Такие покрытия, состоящие из внутреннего изоляционного и наружного защитного слоя общей толщиной 750-1000 мкм, обладают высокой стойкостью к абразивному износу, к истиранию, имеют повышенную ударную прочность, которая практически не изменяется при температурах окружающей среды от + 40 °С до – 40 °С. Производство труб с современным двухслойным эпоксидным покрытием освоили на Волжском трубном заводе.

По требованиям ОАО «АК «Транснефть» ОТТ-04.00-27.22.00-КТН-004-1-03 однослойные заводские эпоксидные покрытия рекомендуется использовать для строительства нефтепроводов диаметром до 530 мм включительно, а двухслойные эпоксидные покрытия — для строительства трубопроводов диаметрами до 820 мм включительно. Наиболее предпочтительно применять данный тип защитного покрытия для изоляции свайных опор, для строительства участков трубопроводов методом бестраншейной прокладки, для антикоррозионной защиты «горячих» (до 80-100°C) участков трубопроводов, а также в качестве антикоррозионного покрытия труб с теплоизоляционным пенополиуретановым покрытием. К одним из наиболее перспективных наружных покрытий трубопроводов, вне всякого сомнения, относятся заводские полипропиленовые покрытия.

По сравнению с заводскими полиэтиленовыми покрытиями труб полипропиленовые характеризуются более высокой (до 110-140°C) теплостойкостью, повышенной стойкостью к удару, продавливанию, срезу и истиранию. Они предназначены, прежде всего, для строительства подводных переходов, прокладки трубопроводов в скальных грунтах, бестраншейной прокладки трубопроводов. Рекомендуется применять заводские полипропиленовые покрытия при строительстве проколов под дорогами, при прокладке участков трубопроводов методом наклонно направленного бурения. Из-за крайне низкого влагопоглощения и повышенной механической прочности полипропиленовые покрытия широко применяются за рубежом при строительстве морских, шельфовых трубопроводов. В нашей стране данный тип покрытия применялся при прокладке по дну Черного моря магистрального газопровода «Голубой поток». Достаточно большое количество труб с заводским полипропиленовым покрытием было использовано компанией ЛУКОЙЛ при строительстве подводных переходов, а также для обустройства нефтепромыслов в Балтийском море. Предполагается применение труб с заводским полипропиленовым покрытием при строительстве магистрального Северо-Европейского газопровода на участке его прокладки через Балтийское море, при строительстве газопровода «Южный поток» через Черное море. Технология нанесения трехслойных полипропиленовых покрытий освоена на Выксунском, Челябинском и Волжском трубных заводах. Центром защиты от коррозии проводятся испытания заводских полипропиленовых покрытий, полученных с использованием различных систем изоляционных материалов.

Следует отметить, что при всех преимуществах заводских полипропиленовых покрытий труб они обладают одним, но достаточно серьезным недостатком — низкой морозостойкостью. Это ограничивает возможность их использования в зимнее время, при температурах хранения изолированных труб ниже -20°C и при температурах строительства трубопроводов ниже -10°C. Применительно к строительству магистральных нефтепроводов заводские полипропиленовые покрытия труб должны отвечать техническим требованиям ОАО «АК «Транснефть» ОТТ-04.00-27.22.00-КТН-003-1-03 и разработанным на их основе техническим условиям на трубы с покрытием. Наибольшую популярность при строительстве отечественных магистральных трубопроводов получили в последние годы заводские двухслойные и трехслойные полиэтиленовые покрытия труб. Двухслойное полиэтиленовое покрытие на основе термопластичного полимерного подслоя толщиной 300-500 мкм и наружного полиэтиленового слоя общей толщиной не менее 2,5-3,0 мм впервые стало применяться в нашей стране для строительства трубопроводов, начиная с 1981 г. (Альметьевский, Харцызский трубные заводы). За рубежом заводские полиэтиленовые покрытия труб применяются вот уже более 40 лет. Накопленный за эти годы опыт практического применения подтвердил высокую эффективность заводского полиэтиленового покрытия и его способность обеспечивать надежную защиту трубопроводов от коррозии на протяжении многих лет их эксплуатации.

Трехслойные полиэтиленовые покрытия в соответствии с требованиями АК «Транснефть» подразделяются на четыре типа:

- тип 1 – покрытие нормального исполнения с температурой применения до +60°C;
- тип 2 – покрытие нормального исполнения с температурой применения до +80°C;
- тип 3 – покрытие нормального исполнения с повышенной морозостойкостью – для строительства трубопроводов в условиях Восточной Сибири и Крайнего Севера;
- тип 4 – покрытие специального исполнения для строительства участков подводных переходов и трубопроводов методами «закрытой» бестраншейной прокладки (проколы, ННБ и др.).

В настоящее время трубы с двухслойным полиэтиленовым покрытием применяются повсеместно при строительстве магистральных и промысловых трубопроводов, прокладке межпоселковых газопроводов, водопроводов, трубопроводов коммунального назначения. Процесс заводской двухслойной изоляции труб освоен многими отечественными предприятиями и постепенно вытеснил битумную и полимерную ленточную изоляцию труб. Еще более эффективным защитным покрытием является трехслойное полиэтиленовое покрытие труб. Введение в конструкцию защитного покрытия дополнительного слоя — эпоксидного праймера толщиной 100-200 мкм позволило в значительной мере повысить адгезионные характеристики покрытия, его стойкость к воздействию воды, к катодному отслаиванию. Трехслойное полиэтиленовое покрытие, полученное на основе современных качественных изоляционных материалов, характеризуется повышенной (до 80°C) теплостойкостью. Под трехслойными покрытиями не было зафиксировано случаев стресс-коррозии трубопроводов. Требования к заводским полиэтиленовым покрытиям труб, предназначенным для строительства магистральных нефтепроводов, определяются общими техническими требованиями ОАО «АК «Транснефть» ОТГ-04.00-27.22.00-КТН-005-1-03. В соответствии с этими требованиями двухслойные полиэтиленовые, покрытия могут применяться в качестве наружных защитных покрытий трубопроводов диаметром не более 820 мм. При этом данный тип покрытия соответствует защитному покрытию усиленного типа нормального исполнения, а температура его применения не должна быть выше +60°C.

Заводские трехслойные полиэтиленовые покрытия труб относятся к покрытиям усиленного типа нормального или специального исполнения и могут применяться без ограничений по диаметрам труб.

Стоит обратить внимание на исключительно высокие темпы внедрения производств по заводской изоляции труб. Если в 1999г. заводская трехслойная полиэтиленовая изоляция труб осуществлялась лишь на одном предприятии — ОАО «Волжский трубный завод», то в 2000г. эту технологию внедрили еще три завода, а на сегодняшний день заводская полиэтиленовая изоляция труб осуществляется уже на 10 отечественных предприятиях. При этом многие заводы имеют по 2-3 линии наружной изоляции труб, а на ОАО «Выксунский металлургический завод» заканчивается монтаж и ввод в эксплуатацию пятой по счету технологической линии, что позволит заводу осуществлять наружную изоляцию всех производимых им труб. После завершения первого этапа — внедрения технологии заводской изоляции труб на отечественных предприятиях необходимо решать и задачи, связанные с выбором исходных изоляционных материалов, используемых для нанесения на трубы заводских полиэтиленовых покрытий. Из-за резко выросших цен на нефть и увеличения стоимости порошковых эпоксидных красок, композиций адгезива и полиэтилена, при одновременном сокращении объемов их производств, все чаще стали возникать проблемы с поставкой высококачественных изоляционных материалов. Необходимо также отметить, что до настоящего времени для заводской трехслойной полиэтиленовой изоляции труб применялись и применяются исключительно импортные материалы. Отечественные материалы используются в основном для двухслойной полиэтиленовой изоляции труб малых и средних диаметров и практически не применяются в системах трехслойных полиэтиленовых покрытий труб, предназначенных для строительства магистральных газонефтепроводов. Центром защиты от коррозии ООО «Институт ВНИИСТ» совместно с ведущими трубными заводами, производителями и поставщиками материалов в настоящее время проводятся поисковые работы по выбору, испытаниям и внедрению в системах заводских полиэтиленовых покрытий труб конкурентоспособных отечественных изоляционных

материалов. После опытного нанесения на трубы в заводских условиях и проведения последующих испытаний на соответствие предъявляемым техническим требованиям нами были рекомендованы для практического применения в конструкциях заводских трехслойных полиэтиленовых покрытий труб отечественные порошковые эпоксидные краски: «П ЭП 0305» производства ООО НПК «Пигмент» (Санкт-Петербург), «П ЭП 0130» производства ООО «Ярославский завод порошковых красок». По качеству данные материалы вполне сопоставимы с аналогичными зарубежными материалами. Прошли испытания и аттестованы для применения в конструкциях двухслойных и трехслойных заводских покрытий труб композиции полиэтилена низкой плотности марки «Дитален-01 Т» производства ООО «Дита-Пласт» и марки «153-10 К» производства НПК «Полимер-Компаунд» (Томск), а также композиция полиэтилена высокой плотности марки «F 3802 В» производства ООО «Ставролен» (Буденновск, Ставропольский край).

Несмотря на то, что изоляция труб в заводских условиях стала применяться в нашей стране сравнительно недавно, на сегодняшний день технология трёхслойной полиэтиленовой изоляции труб уже освоена на Волжском, Челябинском, Ижорском и Альметьевском трубных заводах, Выкусинском металлургическом заводе, Московском трубозаготовительном комбинате, предприятии ЗАО «НЕГАС» (г. Пенза), в ООО «Копейский завод изоляции труб», ООО «Трубопласт» (г. Екатеринбург), ООО «ЛИНИЯ» (г. Тихорецк), ООО «Устьлабинскгазстрой» (г. Усть-Лабинск), ООО «Завод изоляции труб» (г. Тимошевск), на Волгореченском трубном заводе ОАО «Газпром инвест».

Сложнее всего решить проблему по выбору и применению композиций адгезива для двухслойных и трехслойных полиэтиленовых покрытий труб. После завершения комплексных испытаний на соответствие техническим требованиям рекомендованы для применения в составе двухслойных полиэтиленовых покрытий труб композиция сэвилена марки «Новопласт» производства ОАО «НОВОТЭК-Полимер», а для трехслойных полиэтиленовых покрытий — композиция адгезива марки «АТИ-06» поставки ЗАО «Терма» (Санкт-Петербург).

В связи с широким применением при строительстве газонефтепроводов стальных труб с заводскими покрытиями появилась острая необходимость и в создании производств по заводской изоляции элементов трубопроводов — гнутых отводов, соединительных деталей, запорной арматуры. В качестве заводских покрытий фасонных соединительных деталей и задвижек магистральных трубопроводов наибольшую популярность получили полиуретановые и эпоксидно-полиуретановые защитные покрытия. Данные типы защитных покрытий, наносимые на очищенную поверхность изолируемых изделий методом «горячего» безвоздушного распыления двухкомпонентных (основа + отвердитель) изоляционных материалов, по толщине, температурному диапазону применения, комплексу защитных и эксплуатационных свойств вполне сопоставимы с заводскими полимерными покрытиями труб.

Впервые в системе ОАО «АК «Транснефть» полиуретановые защитные покрытия стали применяться в 2001-2002 гг. при строительстве Балтийской трубопроводной системы, когда для изоляции гнутых отводов в трассовых условиях были использованы: полиуретановое покрытие "Soron Nucote 165" (Великобритания) и эпоксидно-полиуретановое покрытие "UP 1000 I Fgucs 1000 A" (Япония). Оказалось, что данные типы защитных покрытий, равно как и другие покрытия, полученные на основе термореактивных жидких изоляционных материалов, способны отверждаться лишь при температурах окружающей среды выше +5...10°C. Это в значительной мере ограничивает возможность изоляции фасонных деталей в зимнее время. Кроме того, для нанесения полиуретановых покрытий требуется очень качественная подготовка

поверхности изделий и их абразивная очистка до шероховатости поверхности порядка 80-100 мкм. Поэтому наиболее целесообразно производить наружную изоляцию элементов трубопроводов в стационарных заводских условиях. Впервые технология заводской изоляции фасонных соединительных деталей трубопроводов покрытием типа "Coron Nucote 165" была внедрена на ОАО «Трубодеталь» (Челябинск). За последние годы технология нанесения на задвижки и фасонные детали трубопроводов полиуретановых и эпоксидно-полиуретановых покрытий была освоена на целом ряде предприятий. По существу, в данном направлении наблюдается такой же бум, как и в области заводской изоляции труб.

Как и в случае с заводской полиэтиленовой изоляцией труб, для изоляции фасонных деталей трубопроводов должны использоваться материалы и покрытия, прошедшие испытания на соответствие техническим требованиям и допущенные к применению. Требования к защитным антикоррозионным покрытиям фитингов и задвижек, используемым для строительства магистральных нефтепроводов, определяются общими техническими требованиями ОАО «АК «Транснефть» ОТГ-04.00-27.22.00-КТН-006-1-03. Документом устанавливаются требования, предъявляемые к защитным покрытиям фитингов и задвижек трубопроводов как для условий заводского, так и трассового нанесения.

Сегодня данные требования нуждаются в серьезной корректировке, поскольку они разрабатывались в то время, когда заводская изоляция фитингов еще практически не была внедрена ни на одном отечественном предприятии, не было накоплено достаточных данных испытаний и опыта применения полиуретановых защитных покрытий. Предполагается разработка второй редакции технических требований, внесение в них дополнений и изменений с учетом замечаний заводов-изготовителей и гармонизации с аналогичными зарубежными нормами и стандартами. Как никогда актуальна и тематика, связанная с поиском и выбором изоляционных материалов, предназначенных для изоляции фитингов и задвижек трубопроводов. За прошедшее время, помимо выше упомянутых покрытий (Coron Nucote 165, UP 1000 | Frucs 1000 A) прошли аттестационные испытания и были рекомендованы к практическому применению еще несколько типов защитных покрытий: Protegol UR-Coating 32-55, Protegol UR-Coating 32-60 (Германия), «Биурс», «Карбофлекс», «Галоплен», «Изокор-140» (Россия) и др. В последнее время для испытаний и практического применения предлагаются все новые и новые защитные покрытия, полученные на основе отечественных и импортных терморективных изоляционных материалов. Наша задача — сделать правильный выбор в пользу наиболее технологичных и высокоэффективных изоляционных материалов и защитных покрытий.

Защитные покрытия сварных стыков трубопроводов

Переход на заводскую изоляцию труб и элементов трубопроводов высокоэффективными полиэтиленовыми и полиуретановыми покрытиями в значительной степени повысил качество противокоррозионной защиты трубопроводов. Вместе с тем еще не до конца решены вопросы по противокоррозионной защите сварных стыков труб. Их изоляция производится исключительно в трассовых условиях после завершения сварочных работ и выполнения операций по контролю качества сварки. В сложных климатических условиях при круглогодичном строительстве трубопроводов трудно обеспечить хорошее качество очистки зоны сварных стыков трубопроводов и нанесение на них защитного покрытия, близкого по конструкции и показателям свойств к заводскому полиэтиленовому покрытию труб. Еще не так давно для изоляции сварных стыков применялись в основном битумно-мастичные покрытия и покрытия на основе липких полимерных лент. Данные типы покрытий по своим

характеристикам и температурному диапазону применения значительно уступали полиэтиленовым покрытиям труб и имели недостаточно высокую адгезию в местах нахлеста на заводское покрытие. Ситуация значительно улучшилась с началом применения для этой цели защитных покрытий на основе термоусаживающихся полимерных лент. Конструктивно покрытие на основе термоусаживающейся ленты состоит из адгезионного подслоя, полученного с использованием термоплавкой полимерной композиции, и наружного защитного слоя на основе сшитой и ориентированной в продольном направлении полиэтиленовой пленки. Такая конструкция покрытия аналогична конструкции двухслойного полиэтиленового покрытия труб. Если же перед нанесением термоусаживающихся лент производить праймирование зоны сварного стыка труб жидким двухкомпонентным эпоксидным праймером, то конструкция защитного покрытия будет полностью соответствовать конструкции заводского трехслойного полиэтиленового покрытия труб (эпоксидный праймер, адгезив, полиэтилен). Технология очистки зоны сварных стыков и нанесения на них термоусаживающихся лент хорошо отработана и применяется при строительстве трубопроводов самого различного назначения. Долгое время для этой цели применялись исключительно импортные материалы поставки фирм Raychem (США), Canusa (Канада), UBE, Furukawa (Япония). Теперь же для изоляции сварных стыков трубопроводов предлагается целая серия отечественных термоусаживающихся полимерных лент: «ТИАЛ», «ТЕРМА», «ДОНРАД», по качеству ничем не уступающих импортным аналогам. Нанесение на сварные стыки трубопроводов покрытий из термоусаживающихся манжет производится на законченные сваркой участки трубопроводов специализированными бригадами, оснащенными необходимым оборудованием. Для подготовки поверхности зоны сварного стыка перед нанесением покрытия используется метод абразивной очистки с применением в качестве абразивов купрошлака или сухого просеянного песка. Оценка качества термоусаживающихся лент и защитных покрытий на их основе осуществляется по требованиям ОАО «АК «Транснефть» ОТТ-04.00-45.21.30-КТН-002-1-03.

Сейчас уже можно говорить о достаточно высоком уровне противокоррозионной защиты сварных стыков трубопроводов, но, тем не менее, по некоторым показателям свойств (адгезии, к стали и к защитному заводскому покрытию, стойкость к катодному отслаиванию, прочность при ударе, стойкость к продавливанию, сдвигу). Защитные покрытия сварных стыков трубопроводов все-таки уступают защитным покрытиям выполненных в заводских условиях.

В зарубежной практике для изоляции сварных стыков труб все чаще стали применяться быстро отверждающиеся двухкомпонентные полиуретановые покрытия трассового нанесения, аналогичные покрытиям, используемым для изоляции фитингов и задвижек трубопроводов. По заданию ОАО «АК «Транснефть» фирмой Argus Limited и ОАО ВНИИСТ на базе Инженерно-экспериментального производственного центра ОАО ВНИИСТ (п.Толбино, Московская обл.) были проведены работы по отработке технологии и нанесению на сварные стыки труб двухкомпонентного полиуретанового покрытия Scotchkote 352. Для нанесения защитного покрытия использовался комплекс оборудования MCL фирмы Pipe-line Induction Heat Ltd (ПИ). Покрытие наносилось в летнее время на сварные стыки труб 01220x14 мм с заводским трехслойным полиэтиленовым покрытием производства ОАО «Выксунский металлургический завод». Перед нанесением покрытия предварительно осуществлялась абразивная очистка поверхности зоны изолируемых сварных стыков труб и прилегающих к ним участков заводского покрытия купрошлаком. Для ускорения процесса отверждения защитного покрытия производился индукционный нагрев изолируемых участков сварных стыков труб до температуры 67-70°C. Напыление двухкомпонентного

покрытия Scotchkote 352 при объемном соотношении компонентов основа-отвердитель 3:1 осуществлялось одним распылительным соплом с шириной факела 400-450 мм. При этом обеспечивалось равномерное напыление рабочей смеси материалов по периметру трубы на всю ширину сварного стыка. Для набора необходимой толщины (не менее 1,5 мм) покрытие наносилось в 15-16 слоев. Всего в ходе отработки технологии было изолировано 5 сварных стыков труб 01220 мм. По результатам проведения опытных работ была отмечена высокая производительность и технологичность процессов индукционного нагрева сварных стыков труб и последующего нанесения на них полиуретанового покрытия. Общее время, затрачиваемое на предварительный нагрев и изоляцию одного сварного стыка труб 01220x14 мм (без учета перестановки оборудования и промывки форсунки растворителем) в среднем составляло 3-4 минуты. Проведенные ускоренные приемо-сдаточные испытания покрытия Scotchkote 352 показали, что в целом оно отвечает предъявляемым техническим требованиям, но имеет недостаточно высокую адгезию к заводскому полиэтиленовому покрытию труб. К настоящему времени с использованием комплектного оборудования MCL фирмы PИH подготовлены образцы двухкомпонентных полиуретановых покрытий типа Acothane Spray Grade TX, Protegol UR-Coating 32-55 и Scotchkote 352, нанесенных на стальные трубы и на заводское полиэтиленовое покрытие труб. Выводы о соответствии защитных полиуретановых покрытий требованиям ОАО «АК «Транснефть» и оценка возможности их применения для противокоррозионной защиты сварных стыков магистральных нефтепроводов могут быть сделаны после завершения ООО «Институт ВНИИСТ» комплексных испытаний защитных покрытий. Необходимо подчеркнуть, что до начала практического применения все изоляционные и защитные покрытия, используемые для противокоррозионной защиты труб, фасонных деталей и сварных стыков магистральных нефтепроводов должны пройти обязательные испытания на соответствие предъявляемым техническим требованиям и техническим условиям заводов-изготовителей. Лишь при наличии положительных результатов испытаний защитных покрытий, а также при условии проведения экспертизы и включения технических условий на трубы и изделия с наружными защитными покрытиями в «Реестр ТУ и ТТ» на материалы и оборудование, закупаемые группой компаний АК «Транснефть», заводы-изготовители могут приступать к проведению работ по нанесению защитных покрытий, а сами покрытия могут быть использованы в соответствии со своим назначением. Для проведения работ по испытаниям изоляционных материалов и защитных покрытий, применяемых в настоящее время при строительстве магистральных трубопроводов, Центр защиты от коррозии ООО «Институт ВНИИСТ» в последние годы был полностью переоснащен. В настоящее время лаборатории Центра имеют самое современное оборудование, которое позволяет проводить комплексные испытания различных типов защитных покрытий (лакокрасочных, эпоксидных, полиуретановых, полиэтиленовых, полипропиленовых, силикатно-эмалевых, ленточных, битумно-комбинированных). Все испытания защитных покрытий на соответствие требованиям ОАО «Транснефть», а также требованиям национальных и зарубежных стандартов могут выполняться собственными силами, без привлечения сторонних организаций. Хорошая оснащенность Центра и высокая квалификация его сотрудников позволяют выполнять большой объем работ по испытаниям изоляционных материалов и защитных покрытий по договорам с отечественными заводами-изготовителями и контрактам с зарубежными фирмами.

Выводы

1. Высокий уровень противокоррозионной защиты магистральных нефтепроводов во многом определяется уровнем технических требований, предъявляемых к покрытиям трубопроводов, и обеспечивается широким применением труб с заводским трехслойным полиэтиленовым покрытием, фасонных деталей и задвижек с заводскими полиуретановыми и эпоксидно-полиуретановыми покрытиями и использованием для изоляции сварных стыков трубопроводов покрытий на основе термоусаживающихся полимерных лент.

2. По показателям защитных и эксплуатационных свойств, температурному диапазону применения наружные покрытия фитингов, задвижек, равно как и покрытия сварных стыков трубопроводов, должны быть сопоставимы с заводскими покрытиями труб.

3. До начала практического применения все защитные покрытия и изоляционные материалы, применяемые для противокоррозионной защиты магистральных нефтепроводов, должны пройти аттестационные испытания на соответствие требованиям ОАО «АК «Транснефть» и разработанным на их основе Техническим условиям на защитные покрытия.

4. Материалы, защитные покрытия, а также технические условия поставщиков изоляционных материалов и предприятий, осуществляющих нанесение на трубы, фасонные детали и задвижки трубопроводов защитных покрытий, должны быть включены в «Реестр ТУ и ТТ» ОАО «АК «Транснефть».

5. Выполнение данных условий гарантирует повышение противокоррозионной защиты трубопроводов и долговечность их эксплуатации.

Список литературы:

- 1) «Трубопроводный транспорт. Теория и практика», №4 декабрь 2007. С.Г. Низьев, к.т.н., директор Центра защиты от коррозии, заместитель ген. директора ООО "Институт ВНИИСТ"

НАДЁЖНОСТЬ МОРСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

Баева Л.С., Булаев Р.В., Баев Г.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Введение

В настоящее время во всем мире (в том числе и в России) ведется разработка месторождений нефти и газа на континентальном шельфе. На шельфе России, площадь которого составляет около 4 млн.км² сосредоточено 80% углеводородных ресурсов страны. Освоение морских месторождений нефти и газа неразрывно связано с комплексом вопросов, связанных с безопасностью как персонала пребывающего на морских объектах, так и самих сооружений, создаваемых для эксплуатации месторождений и транспортировки добываемой продукции. А также надёжностью и работоспособностью всей системы обустройства месторождения. Как платформы, так и трубопроводы, предназначенные для освоения шельфа, характеризуется высокой стоимостью строительства и ремонта, а также огромным количеством технологических трудностей при ремонте. Как показывает мировой опыт, работы на морских объектах нефтедобычи являются одними из наиболее ответственных и опасных видов хозяйственной деятельности.

Следовательно, исследование вопросов, связанных с обеспечением надёжности этих объектов и их работоспособности вообще, а в условиях арктического шельфа в особенности, является актуальными в данное время.

Теория надёжности, устанавливая количественные закономерности, призвана уменьшить вероятность отказов изделий и конструкций.

В соответствии с ГОСТ 27.002-89. «Надёжность в технике. Основные понятия. Термины и определения.» Надёжность - комплексное свойство, состоящее из ряда единичных свойств. К единичным свойствам относятся долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость и безопасность.

1. Общие тенденции при освоении морских нефтегазовых месторождений

Первые освоения морских месторождений с транспортом добываемой продукции по трубопроводам по морскому дну появились уже довольно давно. В данный момент уже имеется накопленный международный опыт в строительстве и проектировании морских трубопроводов. В последнее время стали проявляться определённые тенденции в освоении морских месторождений, такие как:

- истощение месторождений на мелководье;
- разработка и освоение большого количества малых морских месторождений находящихся вокруг больших, в связи с их истощением;
- увеличение числа открытых глубоководных месторождений;
- уменьшение стоимости освоения путем внедрения новых технологий;
- сокращение сроков до получения первой нефти (в Мексиканском заливе время освоения глубоководного месторождения уменьшилось за 1984-96 гг. с 10 лет до 2);
- увеличение числа скважин с подводным расположением устьевого оборудования (раньше для освоения месторождений использовались стационарные платформы, однако, в последние годы наблюдается устойчивый рост использования подводных добычных комплексов).

Что же касается морских трубопроводов, то основной тенденцией, которая стала заметной в последнее время, это увеличивающееся число стальных трубопровод диаметром более 300 мм, в то время как число трубопроводов меньшего диаметра и гибких трубопроводов в общей массе сокращается.

2. Аварии на морских трубопроводах

К наиболее частым авариям на морских трубопроводах относят такие аварии как: локальное смятие, лавинное смятие, разрушение из-за коррозии, различные механические повреждения.

Локальное смятие представляет собой потерю устойчивости первоначальной формы равновесия оболочки трубы под действием внешнего гидростатического давления, изгиба и продольных усилий в трубопроводе. Локальное смятие имеет вид излома или коробления.

Изгибные деформации представляют потенциальную опасность для морских газопроводов как в процессе строительства, так и при эксплуатации.

Одним из основных вопросов строительства морских трубопроводов является создание такого начального натяжения трубопровода на трубоукладочном судне, при котором сочетание изгибающего момента, сжимающего продольного усилия и гидростатического давления в наиболее опасной точке вблизи морского дна не приводило бы к локальному смятию сечения трубы. Поскольку на больших глубинах работы по профилированию дна крайне затруднены, то трубопровод укладывают непосредственно на дно, которое может иметь неровности, вызывающее изгиб трубопровода, возникновение свободно провисающих пролетов и т.д.

Как показывает практика проектирования, расчет на локальное смятие является важнейшим вопросом механических расчетов, который, как правило, определяет окончательный выбор толщины стенки глубоководных газопроводов.

Существуют различные нормативные методики расчета морских газопроводов на смятие гидростатическим давлением и на локальное смятие при совместном действии этого давления, продольных усилий и изгибных деформаций. Они позволяют выбрать с необходимым запасом такую толщину стенки, которая обеспечивает устойчивость на смятие поперечного сечения трубопровода как при строительстве, так и при всех режимах его эксплуатации.

При возникновении по той или иной причине локального смятия сечения глубоководного трубопровода зона смятия не будет оставаться локализованной, а станет распространяться по длине трубопровода. Это явление по аналогии с лавинным распространением трещин получило название лавинного смятия.

Лавинное смятие происходит при условии, что внешнее гидростатическое давление превышает некое критическое значение p_r , называемое давлением лавинного смятия. Распространение волны смятия будет происходить до тех пор, пока оно не достигнет точки, в которой гидростатическое давление воды равно давлению лавинного смятия.

При большой протяженности глубоководного трубопровода может оказаться, что большая часть трассы находится на глубине, для которой лавинное смятие возможно. Это означает, что в случае аварии выходит из строя и не подлежит ремонту практически весь трубопровод.

Все нормативные методики расчета морских трубопроводов на смятие имеют одинаковую структуру, а различия объясняются тем, что коэффициенты, входящие в формулы, носят эмпирический характер и получены в результате обработки разных экспериментальных данных.

Характерной чертой всех этих формул является то, что они записаны таким образом, чтобы в результате расчета получить не толщину стенки, а значение давления лавинного смятия. Это сделано для того, чтобы оценить критическую глубину воды $h_{кр}$, ниже которой необходимо принимать меры по защите трубопровода от лавинного смятия. Это можно сделать по следующей формуле:

$$\rho gh_{\text{эд}} = p_p - p_i \quad (1)$$

где ρ - плотность морской воды.

Одной из мер по защите морского трубопровода от лавинного смятия является возрастание толщины стенки по мере увеличения глубины воды. Однако, как показывают расчеты, рост толщины стенки для глубоководных трубопроводов может быть столь велик, что это создает непреодолимые трудности при изготовлении и сварке толстостенных труб, а также при монтаже трубопровода.

Наиболее экономически целесообразной мерой по защите морских трубопроводов от лавинного смятия является установка ограничителей смятия, как правило, имеющих вид усиленных вставок. Такие ограничители не позволяют избежать явления лавинного смятия, но локализуют его в пределах участка между двумя соседними ограничителями. Выбор геометрических параметров и частота расстановки ограничителей лавинного смятия определяются специальными технико-экономическими расчетами.

Коррозия происходит под воздействием агрессивной среды или из-за слишком интенсивной эксплуатации трубопровода. Коррозия представляет потенциальную опасность для морских газопроводов при эксплуатации, приводит к частичному или полному разрушению поверхности трубопроводов, что ведёт за собой потерю герметичности трубопроводов.

Так что одним из основных вопросов при проектировании морских трубопроводов является их надёжная изоляция и надёжность коррозионного покрытия.

К механическим повреждениям относятся:

- повреждения, связанные с какими-либо авариями на платформе, ведущими к нарушению целостности структуры трубопровода;
- воздействие на береговую часть трубопровода;
- разрыв основного металла труб и заводского сварного шва;
- разрыв поперечного сварного стыка.

Механическими повреждениями также являются какие-либо внешние воздействия на трубопровод (рыболовецкие тралы, якоря, инородные предметы и т.д.).

Как показывает опыт эксплуатации, наиболее частые аварии на небольших глубинах связаны с повреждением трубопровода якорями и тралами судов.

Ещё одним видом аварий трубопровода, который будет эксплуатироваться на шельфе арктических морей, можно назвать повреждение трубопровода ледовыми торосами. Если проанализировать карту дна северных морей, то видно, что такой вариант развития событий представляется вполне реальным.

3. Основные факторы, приводящие к авариям

Обеспечение требуемого уровня надёжности морских трубопроводов – важнейшая проблема в области проектирования, строительства и эксплуатации трубопроводного транспорта нефти и газа.

Морские трубопроводы в отличие от сухопутных подвергаются высокому уровню напряжений от изгиба при строительстве, гидродинамическому воздействию волн и течений, а также постоянному гидростатическому давлению и повышенной коррозионной активности внешней среды.

В процессе строительства и последующей эксплуатации морские трубопроводы подвергаются воздействию различных групп факторов.

Основные из них, подлежащие учету при проектировании: ветровые воздействия; волновые воздействия; приливы; течения; ледовые условия; сейсмические воздействия; геологические опасности; грунтовые условия.

Перечисленные факторы подлежат детальному изучению и анализу в ходе проектирования. Основными причинами предаварийных состояний морского трубопровода являются:

- значительные напряжения от изгиба, превышающие допустимые, возникающие в строительный период при подъеме и укладке трубопроводов;
- повреждения трубопроводов якорями трубоукладочных, краново-монтажных и транспортно буксирных судов, выполняющих строительно-монтажные работы в непосредственной близости от трубопроводов,
- коррозионное повреждение стояков,
- потеря продольной устойчивости трубопроводов,
- многочисленные пересечения трубопроводов при прокладке их без заглубления в грунт,
- колебания стояков и провисающих участков трубопровода от воздействия волн и течений.

4. Обзор технологий ремонта морских трубопроводов

Предложенные системы подводного ремонта основаны, главным образом, на использовании уже зарекомендовавших себя методах установки трубных катушек с помощью водолазов, однако модифицированных таким образом, чтобы обеспечить полностью дистанционное управление операциями. Трубные катушки могут присоединяться к трубопроводу с использованием телескопических соединительных устройств, шарнирных фланцевых узлов для компенсации несоосности и соединительных узлов, допускающих регулировку длины трубной катушки. Соединительные устройства могут быть либо цельнометаллическими и муфтовыми, либо цанговыми.

Тип безводолазного ремонта трубопроводов, который необходимо проводить, обычно зависит от степени их повреждения. Когда выявлено местное повреждение трубопровода или изолированная утечка, ремонт может быть ограничен установкой хомута. Если повреждена более протяженная секция трубопровода, необходима ее замена с установкой вместо нее трубной катушки (патрубка). Эта операция характеризуется значительно более высокой сложностью, чем установка хомута.

Используются два основных варианта ремонта с применением трубной катушки.

Первый вариант предусматривает подъем трубопровода на поверхность. Трубопровод в районе повреждения поднимается на поверхность, поврежденная секция вырезается, к концам линии привариваются соединительные устройства. Затем концы трубопровода опускаются на морское дно, где производится установка трубной катушки с применением механической соединительной системы с дистанционным управлением.

Второй вариант предусматривает ремонт на дне. При этом варианте ремонта соединительные устройства и трубная катушка устанавливаются дистанционно. Безводолазный метод ремонта на дне является базовым, на основе которого должна быть разработана система ремонта глубоководных секций черноморских трубопроводов (а также и других аналогичных трубопроводов), где наложение ремонтных хомутов часто слишком затруднительно (проложены на большой глубине). Ключевым компонентом при этом варианте ремонта являются механические соединительные устройства, монтируемые на концах линии после вырезки поврежденной секции.

Система безводолазного ремонта, в которой используются механические соединительные устройства, может быть разделена на две подсистемы.

1. Соединительная подсистема - состоит из компонентов, которые заменяют поврежденную секцию трубопровода и остаются затем постоянно на морском дне. Механическое соединение между концом трубопровода и трубной катушкой является ключевым компонентом при безводолазном ремонте линии.
2. Установочная подсистема - состоит из компонентов, которые подготавливают трубопровод и трубную катушку к ремонту и устанавливают соединительные устройства. Установочная подсистема может быть извлечена на поверхность и использована повторно.

Кроме вышеописанного оборудования для ремонта подводных трубопроводов необходимо судно с динамическим позиционированием с одним или несколькими дистанционно управляемыми подводными аппаратами. Для эффективного ремонта поврежденной секции трубопровода все операции, проводимые под водой, должны разделяться на возможно более простые движения, которые можно выполнять манипуляторами подводных аппаратов с дистанционным управлением (ПАДУ).

Соединительная подсистема включает в себя два концевых соединительных устройства, которые должны быть установлены на трубе и трубной катушке (телескопической) и используются для замены поврежденной секции трубопровода.

Концевые соединительные устройства могут либо непосредственно соединять концы трубопровода и трубной катушки, либо через стыковочную втулку (на конце трубопровода) и раструб (на конце трубной катушки). При такой технологии ремонта дефектная секция трубопровода вырезается на морском дне, концы труб зачищаются (удаляется покрытие и т.д.), затем на них насаживаются механические соединительные устройства, стыкующиеся с трубной катушкой. Длина катушки измеряется непосредственно на дне моря с помощью манипуляторов ПАДУ, катушка изготавливается на поверхности и спускается к месту установки. Здесь с помощью манипуляторов ПАДУ приводятся в рабочее положение соединительные устройства трубной катушки и производится окончательная герметизация стыков.

Соединительные устройства бывают следующих видов.

- Зажимные соединительные устройства. Конструктивно они представляют собой муфтовую систему, в которой муфты насаживаются на голый (без покрытия) конец трубы. Структурное соединение с трубой осуществляется за счет зажимного эффекта групп клинообразных плашек, размещаемых по окружности внутри муфты соединительного устройства.
- Цанговые соединительные устройства. Термин "цанговое соединительное устройство" является общим определением соединительных устройств, в которых на втулку натягивается муфта с зажимным патроном цангового типа, за счет чего обеспечивается уплотнение типа "металл-металл". Зажимной эффект создается гидравлически активизируемыми цанговыми пальцами или фиксаторами. Цанговые соединительные устройства обеспечивают соединение секций трубопровода под водой с минимальными затратами времени и объемом работ. Стыкуемые компоненты соединяются вместе с помощью вышеупомянутых пальцев; для предотвращения последующего размыкания соединительного устройства в нем предусмотрен механический замок.
- Обжимные соединительные устройства. Концепция таких устройств основана на использовании двух концевых соединителей с фланцами, предварительно насаженных на концы трубопровода и герметизированных с поверхностью трубы путем обжима до создания уплотнения типа "металл - металл". Трубная катушка также имеет два стыковочных фланца.

Ещё одна технология, которая довольно часто используется при ремонте морских трубопроводов - это технология ремонта с помощью так называемой сухой и мокрой гофры.

5. Построение модели надёжности морского трубопровода

Для построения модели надёжности морского трубопровода в качестве исходных данных были использованы данные по эксплуатации трубопроводных систем Мексиканского залива.

Отказы трубопроводов происходят в случайный момент времени, что даёт основание считать время между последовательными отказами случайными величинами, а для их обработки использовать метод математической статистики. Рассматривалось 73 наработки на отказ трубопроводов диаметром более 152 мм. По исходным статистическим данным был построен вариационный ряд и статистическая модель распределения времени безотказной работы трубопроводов.

Расчётные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные данные для построения теоретической модели надёжности морского трубопровода

Интервал	t, сут.	n, шт.	n(t), шт.	Pc(t)	Pco(t)
0–150	75	44	22	0,30137	0,69863
150–300	225	15	51,5	0,705479	0,294521
300–450	375	5	61,5	0,842466	0,157534
450–600	525	2	65	0,890411	0,109589
600–750	675	4	68	0,931507	0,068493
750–900	825	2	71	0,972603	0,027397
900–1050	975	1	72,5	0,993151	0,006849

Построение теоретической модели распределение вероятностей безотказной работы трубопроводов осуществлялось с помощью приближенных методов интерполяции в компьютерной системе Mathematica, ниже приведены результаты расчётов.

При компьютерном моделировании было получено значение интенсивности отказов, оно составляет $\lambda = 0.00492385$ 1/сут.

Полученная модель надёжности имеет экспоненциальный вид и представлена формулой: Графическая интерпретация интерполяции представлена на рисунке 1.

Заключение

Морские трубопроводы являются очень сложной технической системой, поэтому вопросы их строительства, ремонта и технического обслуживания являются весьма актуальными в наше время.

В докладе дано представление о надёжности данной технической системы, факторах приводящих к авариям и способах их устранения. А также предложил вариант построения математической модели отказов на морских трубопроводах на статистических данных по Мексиканскому заливу. При наличии достаточного количества статистических данных данная модель может использоваться и на других уже работающих проектах.

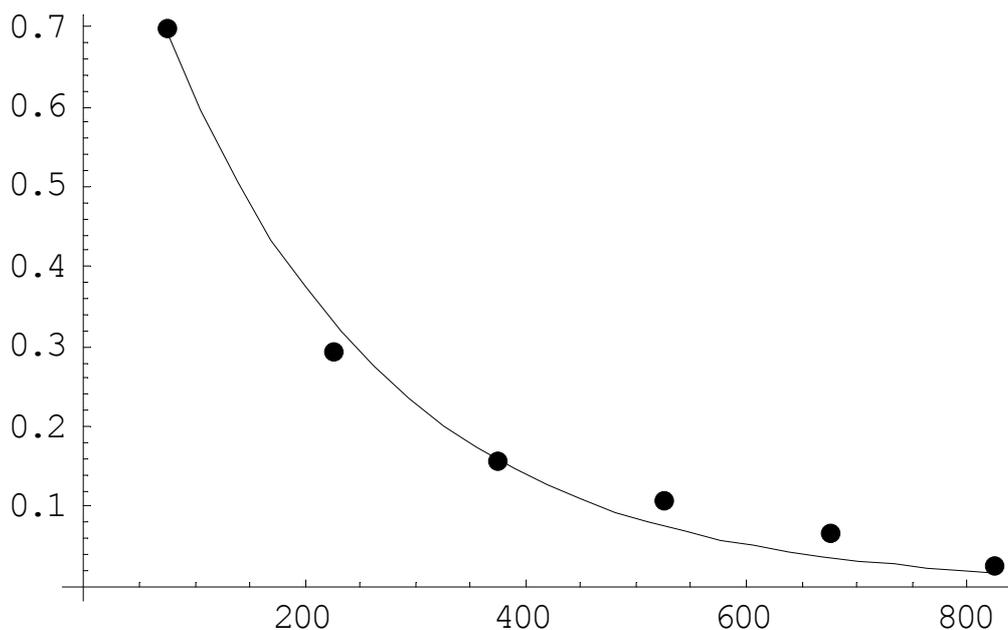


Рисунок 1. Графическая интерпретация интерполяции.

Список литературы:

- 1) Алиев Р.А., Белоусов В.Д. и др. Трубопроводный транспорт нефти и газа. – М.: Недра, 1988.
- 2) Аугусти Г., Баратта А., Кашпати Ф. Вероятностные методы в строительном проектировании. - М: Стройиздат, 1988. - 584 с.
- 3) Белоусов В.Д., Блейхер Э.М. и др. Трубопроводный транспорт нефти и газа. – М.: Недра, 1978.
- 4) Бородавкин П.П., Березин В.Л., Шадрин О.Б. Подводные трубопроводы. – М.: ООО Недра-Бизнесцентр, 1979 г
- 5) Будзуляк Б.В., Васильев Г.Г., Иванов В.А., Крамский В.Ф. и др. Организационно-технологические схемы производства работ при сооружении магистральных трубопроводов. ИРЦ Газпром. 2000.
- 6) Бурдаков Н.И., Елохин А.Н., Сорогин А.А. Оценка вероятности возникновения аварии в сложном технологическом процессе. - Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. - М.: 1991, вып.1, с. 17-25.
- 7) Васильев Г.Г., Коробков Г.Е., Коршак А.А. и др. Трубопроводный транспорт нефти.; Под редакцией С.М. Вайнштока: Учеб. для вузов: В 2 т. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. – Т. 1.
- 8) ВН 39-1.9-005-98 Нормы проектирования и строительства морского газопровода
- 9) Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. – М.: Наука, 1965 г
- 10) Горяинов Ю.А., Федоров А.С., Васильев Г.Г. и др. Морские трубопроводы. – М.: Недра, 2001 г
- 11) Дейнеко С.В. Оценка надёжности газонефтепроводов. Задачи с решениями. – М.: Техника 2007 г
- 12) Забела К.А. Ликвидация аварий и ремонт подводных трубопроводов. М.: Недра 1986 г

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ 8 NVD 48 A2U СРТМК

Ващенко И.П. (МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Аннотация. Определены химический состав и механические свойства материала распределительного вала двигателя 8 NVD 48 A2U СРТМК. Установлены причины аварийного разрушения распределительного вала.

Распределительный вал предназначен для управления впускными и выпускными клапанами, пусковым золотником, а также привода ТНВД, регулятора частоты вращения, реле частоты вращения, тахометра и тахогенератора. Распределительный вал состоит из собственно вала с опорными шейками, кулачковых шайб для привода ТНВД, клапанов и управления пусковым воздухораспределительным золотником, ведомой шестерни привода распредвала.

Распредвал изготовлен ковкой из углеродистой стали составным по длине из двух частей (для упрощения технологии изготовления) и опирается на подшипники скольжения, гнёзда для которых расточены в станинах блок-картера, примерно на половинной высоте дизеля со стороны распределения. Совместно с подшипниками распредвал может быть демонтирован в сторону маховика.

Конструктивно распределительные валы рассматриваемых дизелей выполнены одинаково, за исключением расположения муфты механизма реверса распредвала и привода тахометра, обусловленное различным расположением местного поста управления: в носовой части у дизелей типоразмера NVD 48, в кормовой – у дизелей NVD 36.

Все подшипники распредвала кроме концевых и подшипника соединительного узла выполнены разъёмными с чугунными вкладышами, залитыми антифрикционным сплавом. В дизелях типоразмера NVD 48 муфта скольжения служит как для ручного (аварийного), так и гидравлического реверсирования.

Жёсткое соединение двух частей вала обеспечивается прессовой посадкой на шпонке с фиксированием от осевого сдвига сухарём, который крепится стопорным болтом. Возможность осевого перемещения распредвала в подшипниках при реверсировании обеспечивается шлицевым соединением шестерни привода на шлицевом конце распредвала и установкой для каждого цилиндра комплектов кулачковых шайб с двумя рабочими профилями (переднего и заднего хода), фиксированных на распредвале от осевого радиального смещения. Конечное положение распредвала фиксируется механизмом реверса.

Для исследования был представлен аварийный распределительный вал двигателя 8 NVD 48 A2U СРТМК.

В результате визуального осмотра были обнаружены многочисленные трещины на одной из половин распредвала в месте шпоночного сопряжения.

Для уточнения химического состава материала распредвала и проверки твёрдости его поверхности, подвергнутой термической обработке, были проведены спектральный и химический анализы материала распредвала и измерена твёрдость его поверхности. Химический состав распредвала представлен в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что химический состав распредвала соответствует химическому составу конструкционной, легированной стали 45Х.

Поверхностная твёрдость распредвала по Роквеллу представлена в таблице 2.

Таблица 1

Химический состав, % (Гост 4543-71)								
Марка стали	C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
Распредвал	0,47	0,29	0,54	0,92	<0,035	<0,035	<0,30	< 0,30
45X ГОСТ4543-71	0,41- 0,49	0,17- 0,37	0,50- 0,80	0,80- 1,10	<0,035	<0,035	<0,30	<0,30

Таблица 2

Рас- пред- вал	Условия испытаний			Обоз- наче- ние твёр- дости	Число твёрдости для каждого отпечатка			Сред- нее зна- чение	Твёр- дость по пас- порту распред- вала
	Усилие, кгс	Тип нако- нечника	Шка- ла		1	2	3		
1	150	Конус алмазный	С	HRC	37	39	38	38	26

Из таблицы 2 следует, что твёрдость по паспорту на 12 единиц ниже измеренной твёрдости распредела по Роквеллу несмотря на практически одинаковые результаты твёрдости по Бринеллю и паспортным значением. Это свидетельствует о том, что твёрдость по Бринелл определялась из соотношения $HB = 10 HRC$

Для определения механических свойств стали распредела вырезали заготовки из которых изготавливали образцы третьего типа, №4 по ГОСТ 1497-84 и первого типа по ГОСТ 9454-78.

Испытание образцов на растяжение проводили на разрывной машине типа Р-5 усилием 5тс, а испытание образцов на ударный изгиб проводили на маятниковом копре типа КМ-30 с запасом энергии 300 Дж. В результате проведенных испытаний получены числовые значения параметров прочности, пластичности и ударной вязкости. Параметры прочности, пластичности и ударной вязкости представлены в таблице 3.

В этой же таблице приведены параметры прочности, пластичности и ударной вязкости для стали 45X после закалки при 840°C в масле и отпуска при 600°C.

Таблица 3

Марка стали	Сече- ние, мм	Кате- гории проч- ности	σ_b	$\sigma_{0,2}$	δ	ψ	KCU	HB
			МПА		%		Дж/см ²	Кгс/мм ²
			Не менее					
Распредвал	100	КП 540	743	552	7,5	30,6	100	255
			743	552	8,0	33,3	110	241
			743	541	8,0	36,0	105	229
			708	531	8,0	43,8	116	229
		Ср.зн.	734	545	7,9	35,9	107	240
45X ГОСТ 4543-71	До100	КП 590	735	590	14	45	59	235-277

Такой режим термической обработки соответствует числовым значениям временного сопротивления на разрыв и предела текучести, полученным при испытаниях образцов материала распредвала.

Из таблицы 3 видно, что временное сопротивление на разрыв распредвала примерно соответствуют временному сопротивлению на разрыв стали 45Х, но предел текучести распредвала на 45МПа ниже предела текучести стали 45Х.

Кроме того, относительное удлинение при растяжении материала распредвала почти в два раза ниже относительного удлинения при растяжении стали 45Х, а относительное сужение материала распредвала на 9,1% ниже относительного сужения стали 45Х. Однако ударная вязкость материала распредвала в 1,8 раза выше ударной вязкости стали 45Х после указанного режима термической обработки.

Такой разброс числовых значений по характеристикам пластичности и особенно, ударной вязкости объясняется различной скоростью охлаждения при закалке по сечению распредвала.

Не одинаковая скорость охлаждения была и в месте шпоночного сопряжения, где не сопоставимы размеры сечения шпоночного выступа и сечения распредвала. Поэтому скорость охлаждения при закалке шпоночного выступа была во много раз больше скорости охлаждения основной массы половины распредвала, что привело к возникновению термических напряжений и зарождению множества микротрещин и их распространению с образованием очага разрушения в месте выступа шпоночного паза.

Разрушение распредвала в месте сопряжения двух его частей могло произойти в результате неосторожного обращения с ним при его монтаже или при осуществлении прессовой посадки.

Выводы

Возможными причинами разрушения распределительного вала двигателя 8 NVD 48 A2U СРТМк являются:

1. Нарушение режима термической обработки распредвала.
2. Нарушение режима эксплуатации распредвала при его монтаже.

Список литературы:

- 1) Волочков В.А., Храпов С.М. Дизели типа NVD. Том II. Описание. - Л.: 1990, 123 с.
- 2) Марочник сталей и сплавов: Справочник /Под ред. Сорокина В.Г. М.: Машиностроение, 1989, 639 с.
- 3) Металлы. Метод измерения твёрдости по Роквеллу. ГОСТ 9013-59 – М.: Издательство стандартов, 1989.
- 4) Металлы. Метод измерения твёрдости по Бринеллю. ГОСТ 9012-59 – М.: Издательство стандартов, 1989.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЕТРА НА ТЕМПЕРАТУРУ ПРОВОДА ПРИ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ ДИАГНОСТИКЕ

Власов А.Б. (Мурманск, МГТУ, кафедра электрооборудования судов;
vlasovab@mstu.edu.ru)

Abstract. It is organized experimental and theoretical analysis of the heat condition under investigation object, estimation of their temperature on base given quantitative quantitative IR thermography (thermovision) diagnostics electrical wires. It Is shown that possible with sufficient degree of accuracy to produce the account influencing diagnostic factor in broad range of importances, using software, allowing conduct the similar calculations.

Термографическая (тепловизионная) диагностика оперативным методом контроля технического состояния объектов на судах и объектах береговой инфраструктуры. Преимуществом данного метода является оценка технического состояния объектов непосредственно в процессе эксплуатации под нагрузкой.

Проведение натурных испытаний в большинстве случаев происходит при наличии ветра. Ветровая нагрузки, не влияя на процесс термографической съемки, значительно затрудняет экспертную оценку реального технического состояния объектов контроля, поскольку под действием ветра тепловые контрасты резко уменьшаются и выявление реальных дефектов затрудняется.

В связи с очевидным негативным влиянием ветра на экспертную оценку, вопрос об разработке методов учета фактора ветровой нагрузки остается актуальным.

Издание нормативных документов РД 34.45-51.300-97, в отличие от предыдущих изданий, не содержит рекомендации по учету влияния скорости ветра на температуру поверхности того или иного изделия, хотя влияние ветра на охлаждение исследуемых объектов очевидно.

Тепловое состояние проводов и контактов при наличии ветра определяется совокупным влиянием многих реальных факторов, среди которых наиболее значимое влияние на значение превышения температуры $\Delta t_{\delta..в}$ поверхности без ветра имеют: превышение температуры с ветром $\Delta t_{в.}$, диаметр D , скорость ветра v , температура окружающей среды T_0 . Поэтому актуальна оценка эффекта влияния этих факторов на превышение температуры поверхности исследуемого элемента $\Delta t_{\delta..в}(v)$ на основе методики обработки данных с помощью полного факторного эксперимента (1, 2). Трехмерные диаграммы, полученные по результатам расчетов, описывают зависимость превышения температуры без ветра $\Delta t_{\delta..в.А}$ для алюминиевых проводов с диаметрами $D_1 = 20$ мм, $D_2 = 30$ мм, (рис. 1, 2) при воздействии двух постоянных (D ; $T_0=20$ °С) и двух переменных (v ; $\Delta t_{в.А}$) факторов в диапазоне скоростей ветра $v = 0 - 5$ м/с и значений превышения температуры поверхности с ветром в интервале $\Delta t_{в..А} = 2...12$ °С.

Для удобства анализа ось значений v разбита на 16 интервалов по 0,25 м/с, а ось значений $\Delta t_{в.А}$ – на 20 интервалов по 0,5 °С каждый. Проводим вертикальные линии от искомых значений $v = 3$ м/с и $\Delta t_{в.А} = 5$ °С вплоть до пересечения с гиперповерхностью, определив точки A и B . Одновременно, на плоскости (v ; $\Delta t_{в.А}$) находим положение точек C и D , используя линии соответствующих интервалов. Из точки C восстанавливаем перпендикуляр для точки E , которая находится на пересечении линий интервалов на гиперповерхности. Восстанавливаем перпендикуляр из точки D до точки F – пересечения с линией CF , параллельной линии CD . С помощью сетки линий, пересекающих ось Z . При $v = 3$ м/с и $\Delta t_{в.А} = 5$ °С искомое значение превышения

температуры $\Delta t_{\text{б.в.А}}$ без ветра равно $\Delta t_{\text{б.в.А}} \approx 25 \text{ }^\circ\text{C}$. Расчет по программе, учитывающей совокупное значение многих факторов, дает значение $\Delta t_{\text{б.в.А}} \approx 24,55 \text{ }^\circ\text{C}$. Очевидно, что относительная погрешность расчетов не превышает 2 %.

Сравним значения превышения температуры $\Delta t_{\text{б.в.А}}$ (4 м/с, 12 $^\circ\text{C}$) алюминиевого провода в зависимости от диаметра D , если при скорости ветра $v = 4 \text{ м/с}$ превышение температуры $\Delta t_{\text{в.А}} = 12 \text{ }^\circ\text{C}$. С учетом данных, приведенных на рис. 1-3, получаем, что по мере увеличения диаметра от 20 мм до 40 мм, значение $\Delta t_{\text{б.в.А}}$ уменьшается от значения 58 $^\circ\text{C}$ до 54 $^\circ\text{C}$.

При исследовании охлаждения токопроводящих проводников, контактных соединений, шин и др., разогреваемых током, необходимо производить учет величины температурного коэффициента сопротивления. Анализ данных показывает, например при $v = 1 \text{ м/с}$, что изменение $TK_{\text{р}}$ от нулевого значения до значения $0,0042 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ (медь) вызывает уменьшение превышения температуры $\Delta t_{\text{в}}(TK_{\text{р}}; D)$ провода диаметром 10 см от 106 $^\circ\text{C}$ ($K_v = 1,13$) до 102 $^\circ\text{C}$ ($K_v = 1,18$), провода диаметром 1 мм от 42 $^\circ\text{C}$ ($K_v = 2,86$) до 32 $^\circ\text{C}$ ($K_v = 3,75$). Различие в значениях температуры поверхности проводов с различными значениями $TK_{\text{р}}$ может достигать 10–15 $^\circ\text{C}$ при различных скоростях ветра.

Следует отметить, что влияние различных факторов на медные провода (индекс М) идентично влиянию на алюминиевые провода, что связано с практически одинаковыми значениями температурного коэффициента удельного электрического сопротивления ($TK_{\text{рМ}} \approx 0,0042 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$).

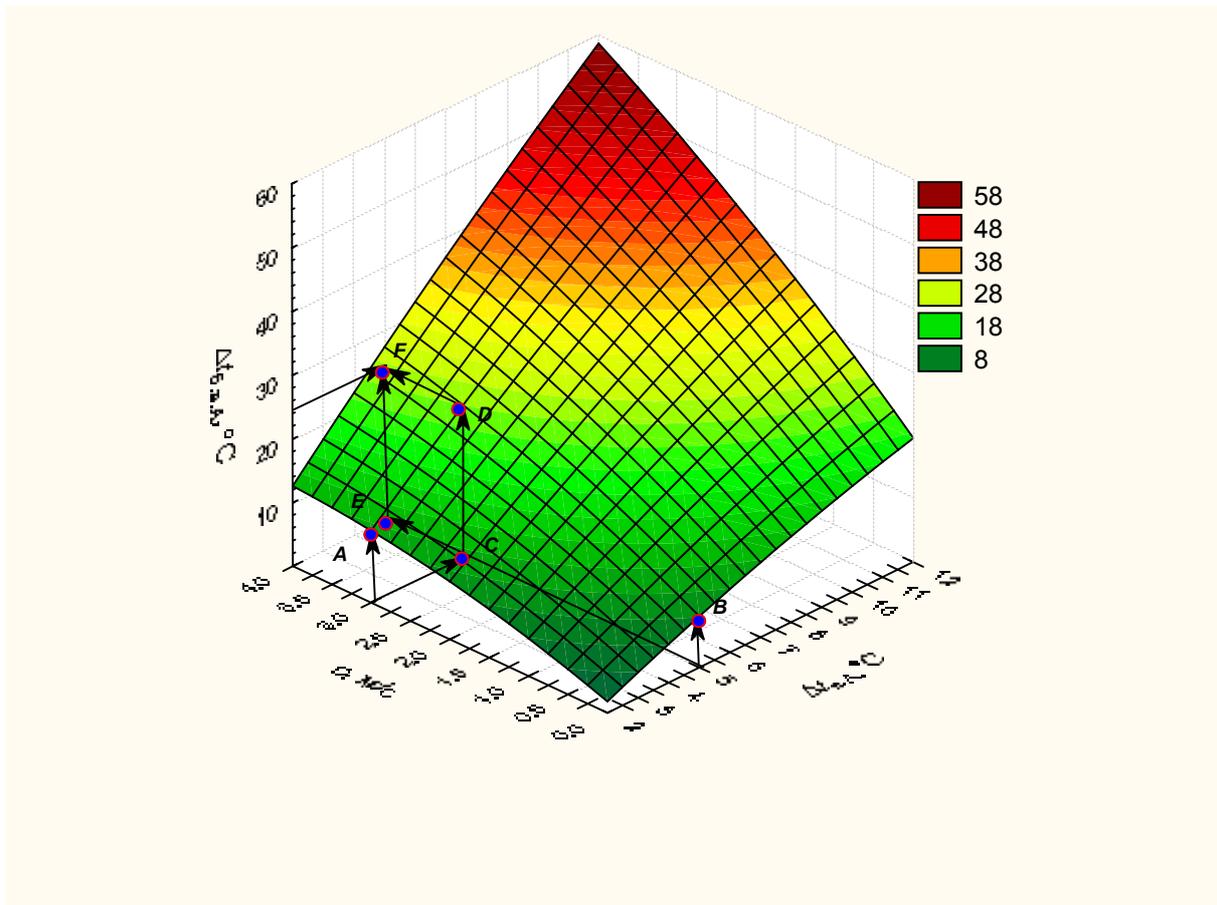


Рис. 1. Зависимость $\Delta t_{\text{б.в.А}}(v, \Delta t_{\text{в.А}})$ алюминиевого провода от v и $\Delta t_{\text{в.А}}$ при $D = 20 \text{ мм}$

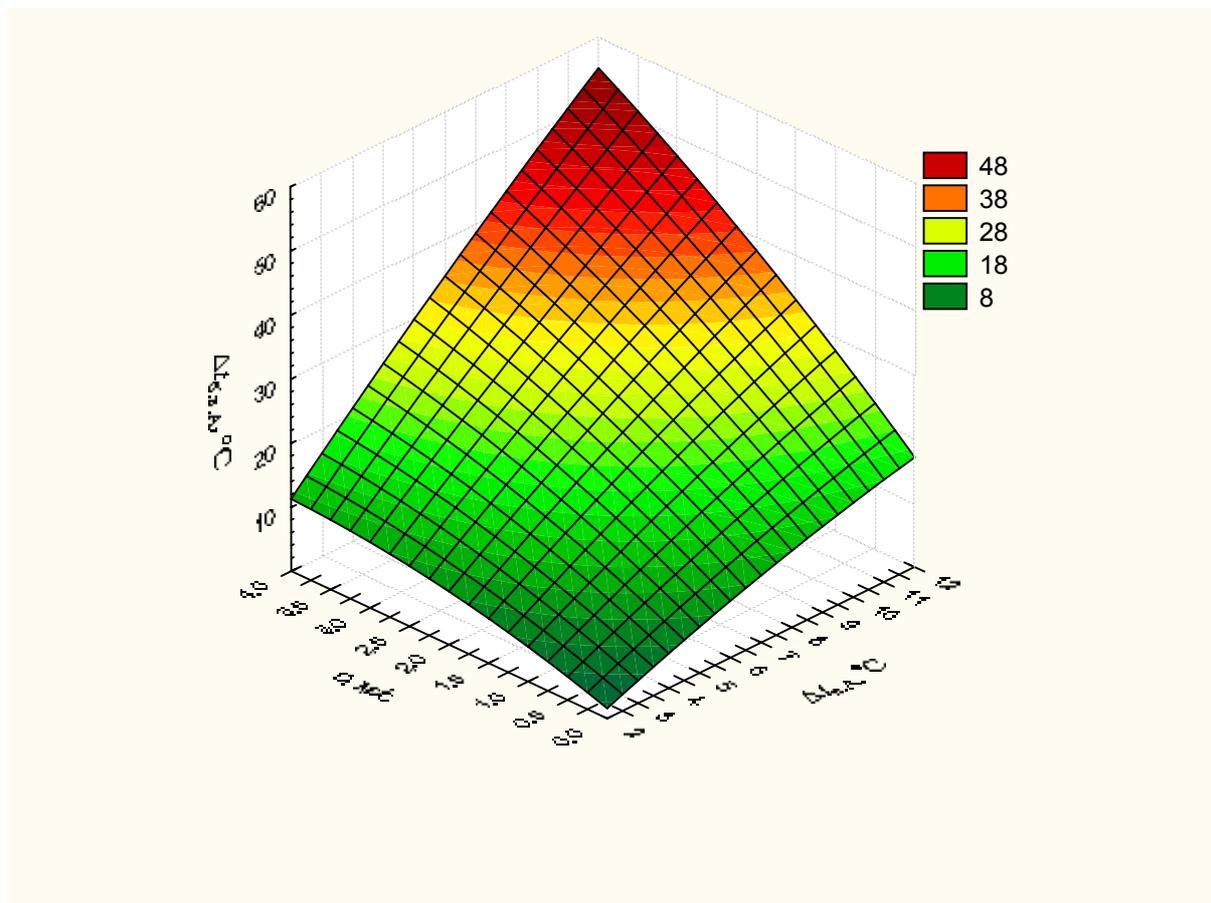


Рис. 2. Зависимость $\Delta t_{б.в.А}(v, \Delta t_{в.А})$ алюминиевого провода от v и $\Delta t_{в.А}$ при $D = 30$ мм

Проведенные расчеты показывают, что скорость ветра является важным диагностическим фактором при тепловизионной диагностике, в связи с чем игнорирование этого фактора в руководящих документах по тепловизионному контролю объектов энергетики является недопустимым.

Гиперповерхности позволяют оперативно оценить диагностический параметр тепловизионной диагностики аналогично номограммам, широко используемым в электро- и теплоэнергетике.

Анализ теплового состояния исследуемых объектов и оценка их температуры с достаточной степенью точности возможен только путем учета воздействующих диагностических факторов в широком диапазоне значений и применением программного обеспечения, позволяющего провести подобные расчеты.

Список литературы:

- 1) Власов А.Б. Модели и методы термографической диагностики объектов энергетики. – М.: Колос, 2006. – 280 с.
- 2) Власов А.Б. Тепловизионная диагностика объектов электро- и теплоэнергетики (диагностические модели). Мурманск: Изд-во МГТУ, 2005. – 265 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЕТРА НА ТЕМПЕРАТУРУ ФАРФОРОВОЙ ПОКРЫШКИ ПРИ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ ДИАГНОСТИКЕ

Власов А.Б. (Мурманск, МГТУ, кафедра электрооборудования судов; vlasovab@mstu.edu.ru)

Abstract. It is organized experimental and theoretical analysis of the heat condition under investigation object, estimation of their temperature on base given quantitative quantitative IR thermography (thermovision) diagnostics porcelain covering. It Is shown that possible with sufficient degree of accuracy to produce the account influencing diagnostic factor in broad range of importances, using software, allowing conduct the similar calculations.

Представляет интерес экспериментальная проверка влияния ветровой нагрузки на реальные электротехнические конструкции и создание математических моделей и программ учета ветровой нагрузки на результаты тепловизионной диагностики.

Для решения поставленной задачи проведены эксперименты, которые можно описать следующим образом. В качестве объекта исследования выбран проходной фарфоровый изолятор высотой $H \approx 18$ см и внешним диаметром $D \approx 50$ мм, внутренним диаметром $d \approx 23$ мм. По центральной оси внутренней полости объема изолятора, расположенного вертикально, пропущен нихромовый провод диаметром 1,5 мм. Разогрев током (до 20 А) провода приводит к постепенному повышению его температуры до стационарного значения.

Температура внешней поверхности фарфора $t_{в,Ф}$ ($t_{б,в,Ф}$), металлического нихромового проводника $t_{в,Н}$ с ветром ($t_{б,в,Н}$ без ветра), температура воздуха T_0 на удалении от исследуемых объектов контролировалась в различных точках термометрами типа "медь– константан" с точностью до 0,1 °С, а также тепловизионным методом.

Ветровая нагрузка создавалась вентилятором, обеспечивающим локальное обдувание непосредственно собственно фарфорового изолятора или провода. Скорость искусственно созданного ветра, достигавшая в пределе $v_{\max} = 5$ м/с, локально измерялась анемометром АТТ-1002 с точностью $\pm 0,1$ м/с. На основе эксперимента определялись значения температур $t_{б,в}$ и $t_{в}$ и производился расчет коэффициента превышения температуры K_v эксп в зависимости от скорости ветра. Одновременно с оценкой значений $\Delta t_{\text{эксп}}$ и $K_{v\text{эксп}}$ производился расчет теоретических значений $\Delta t_{\text{теор}}$ и K_v теор с помощью программ, алгоритмы которых представлены в работах (1, 2).

На рис. 1 приведена зависимость превышения температуры $\Delta t_{в,Ф}(v)$ поверхности фарфора от скорости ветра, полученная путем неоднократных испытаний при фиксированном значении температуры без ветра $\Delta t_{б,в,Ф} = (13 \pm 0,2)$ °С. Сплошные линии проведены по результатам расчета значений $\Delta t_{в,Ф}(v)$ и K_v по алгоритмам решения прямой задачи. Видно, что увеличение скорости ветра от 0 до 1 м/с приводит к резкому уменьшению значения превышения температуры фарфора $\Delta t_{в,Ф}$ от 13 °С до 5 °С ($K_v = 13/5 = 2,6$); дальнейшее возрастание скорости ветра до 5 м/с приводит к монотонному уменьшению $\Delta t_{в,Ф}$ до 2 °С ($K_v = 13/2 = 6,5$).

Анализ экспериментальных данных показывает, что наибольшее изменение значения K_v происходит в области скоростей ветра от 0 до 1 м/с, как наиболее характерных значений при тепловизионной диагностике реальных объектов.

Тепловое состояние объектов исследования, например, фарфоровой изоляции или проводов, при наличии ветра определяется совокупным влиянием многих реальных факторов.

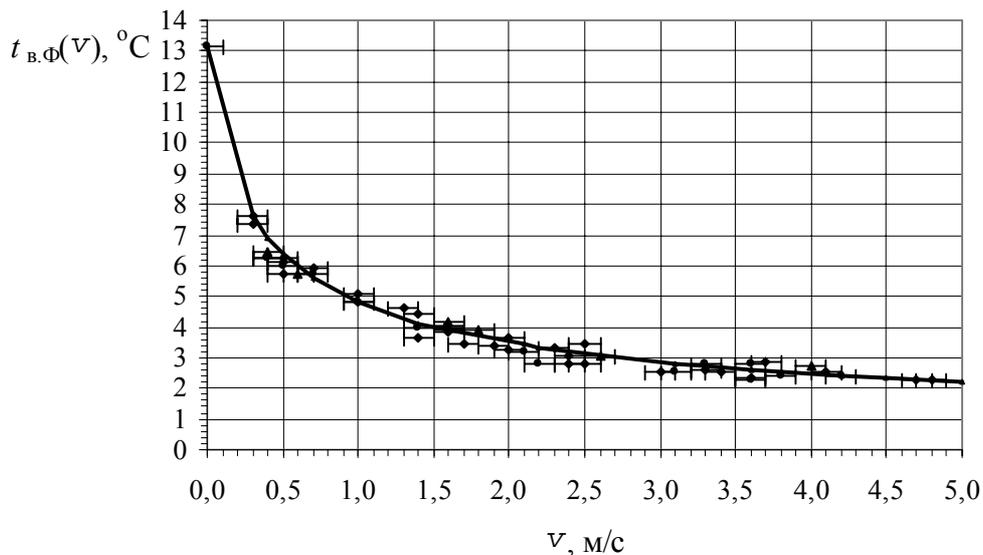


Рис. 1. Зависимость превышения температуры $\Delta t_{в.ф}(v)$ поверхности фарфорового изолятора от скорости ветра v при начальном превышении температуры фарфора ($D \approx 50$ мм)

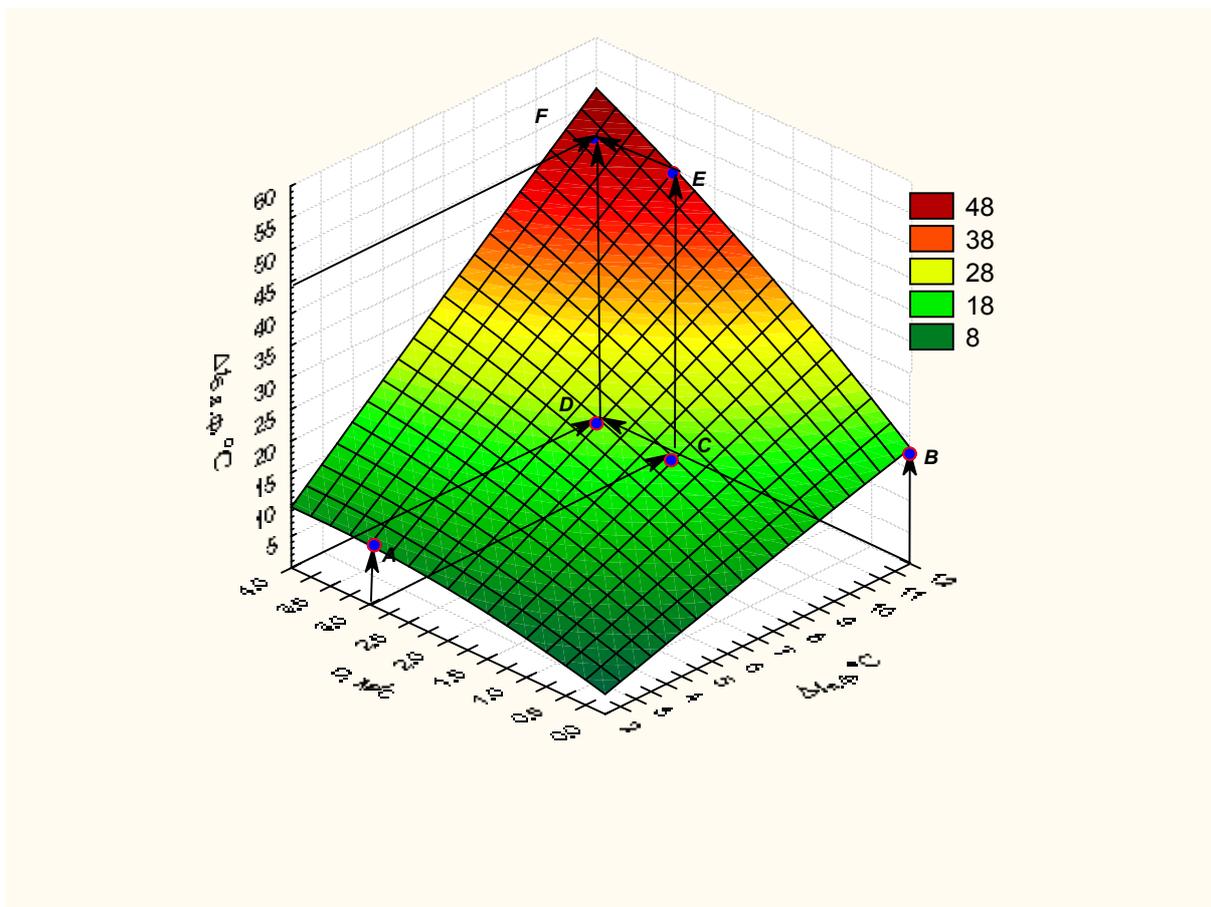


Рис. 2. Зависимость значений $\Delta t_{б.в.ф}$ фарфорового изолятора от v и $\Delta t_{в.ф}$ ($D_1 = 50$ мм)

Трехмерные диаграммы (рис. 2, 3), полученные по результатам расчетов, описывают зависимость превышения температуры без ветра $\Delta t_{б.в.ф}$ для фарфорового

изолятора ($D_1 = 50$ мм) и фарфоровой покрышки ($D_2 = 500$ мм) при воздействии двух постоянных (D ; T_0), двух переменных (v ; $\Delta t_{в,ф}$) факторов в диапазоне скоростей ветра $v = 0-5$ м/с и значений превышения температуры поверхности с ветром в интервале $\Delta t_{в,ф} = 1...12$ °С.

Сравним результаты расчетов, полученные для фарфоровых конструкций с различными диаметрами $D_1 = 50$ мм $<$ $D_2 = 500$ м (рис.2, 3). Определим значение превышения температуры $\Delta t_{б.в.ф}$, если при $T_0 = T_{пр} = 20$ °С и скорости ветра $v = 3$ м/с значение превышения температуры фарфора равно $\Delta t_{в,ф} = 12$ °С. Можно сделать вывод, что при одинаковых значениях факторов, например, $v = 3$ м/с и $\Delta t_{в,ф} = 12$ °С, значение превышения температуры $\Delta t_{б.в.ф1} \approx 44$ °С, а $\Delta t_{б.в.ф2} \approx 23$ °С. Расчет показывает, что дальнейшее увеличение диаметра до значения $D_3 = 700$ мм приводит к уменьшению величины $\Delta t_{б.в.ф3}$ до 19 °С.

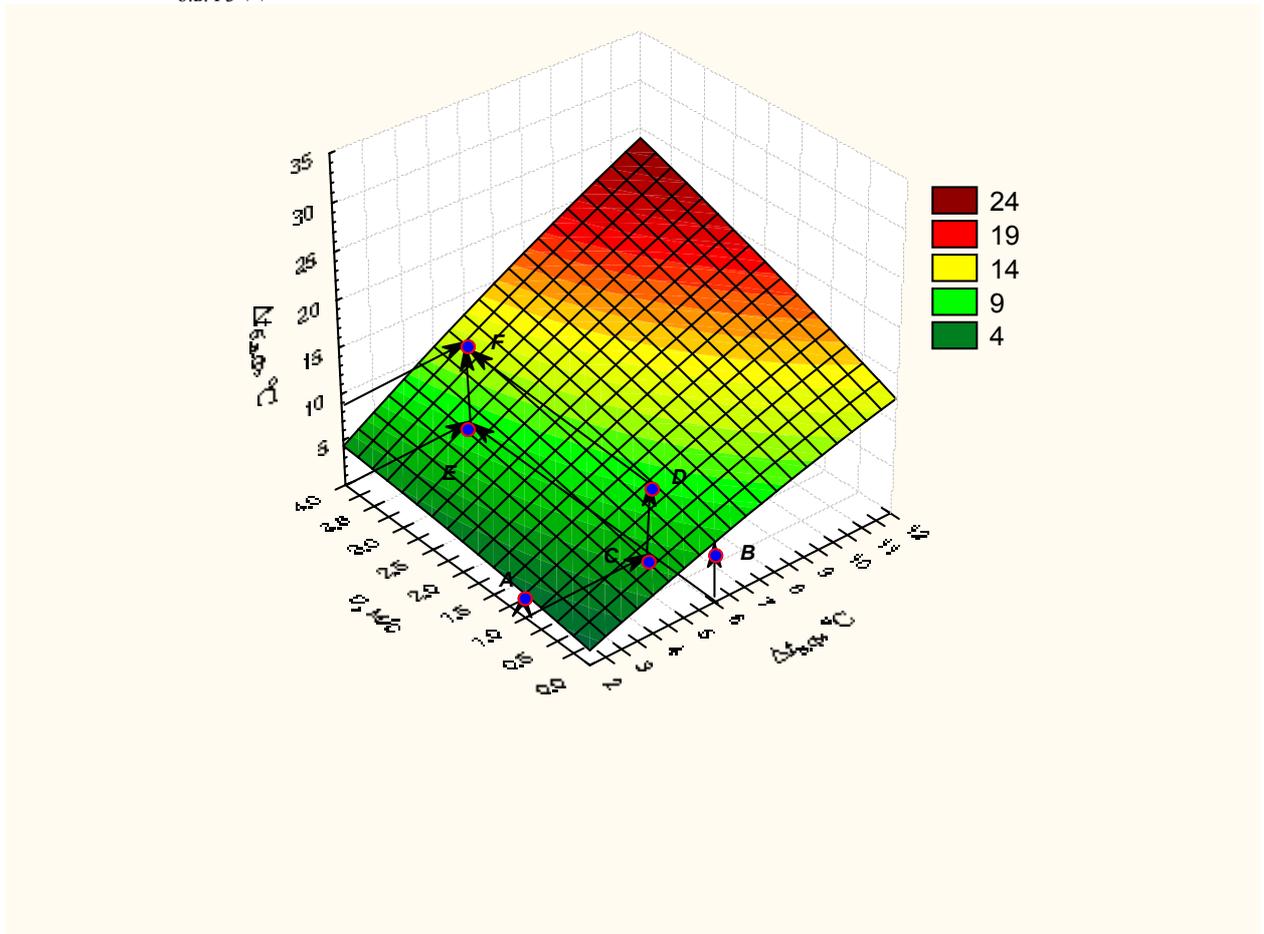


Рис. 2. Зависимость значений $\Delta t_{б.в.ф}$ фарфоровой покрышки от v и $\Delta t_{в,ф}$ ($D_2 = 500$ мм)

Подобные диаграммы могут быть использованы для практических целей подобно применяемым графическим номограммам.

Список литературы:

- 1) Власов А.Б. Модели и методы термографической диагностики объектов энергетики. – М.: Колос, 2006. –280 с.
- 2) Власов А.Б. Тепловизионная диагностика объектов электро- и теплоэнергетики (диагностические модели). Мурманск: Изд-во МГТУ, 2005. – 265 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СУДОСТРОЕНИЯ

Баева Л.С., Григорьева О.П. (*Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта*)

Аннотация. Статья посвящена оценке современного состояния судостроения. Рассматриваются: основные направления государственной политики в этой области и долгосрочные задачи; проблемы отечественного судостроения, судоремонта и, в первую очередь, дизелестроения, опыт зарубежных дизелестроительных фирм и компаний. Предлагаются пути выхода из сложившейся ситуации с целью устойчивого развития государства, защиты и обеспечения национальных интересов и безопасности Российской Федерации в Мировом океане, укрепления международного авторитета России среди ведущих морских держав.

Введение

Согласно Морской доктрине РФ на период до 2020 года, утвержденной Президентом РФ В.В.Путиным 27 июля 2001 г., основными направлениями государственной политики являются: деятельность государства и общества в области морских перевозок, освоения и сохранения ресурсов и пространств Мирового океана, развитие судоходства, морского промышленного рыболовства, портовых комплексов, совершенствование морской науки и военно-морской деятельности.

По этим направлениям решаются долгосрочные задачи. Из них общими для всех направлений являются следующие:

- модернизация флота, сокращение среднего возраста судов, контролируемых российскими судоходными компаниями, и строительство новых судов, соответствующих международным стандартам;
- отнесение задач строительства флота к числу приоритетных задач государства, создание условий, стимулирующих строительство флота на отечественных предприятиях;
- пополнение транспортного флота судами основных классов, в том числе для перевозок контейнерных и специализированных грузов, до уровня, при котором он мог бы полностью обеспечить потребности страны с учетом возможной передачи части судов в состав Военно-Морского Флота в период мобилизации;
- оптимальное использование транспортного флота для Северного завоза на основе прогнозирования и учета навигационно-гидрографических, гидрометеорологических и иных условий;
- сохранение мирового лидерства в строительстве и эксплуатации атомных ледоколов;
- развитие прибрежно-портовой инфраструктуры с учетом существующих и перспективных объемов перевозок, состояния грузовой базы и транзитных грузопотоков, повышение доли российских портов в переработке таких грузов;
- увеличение экспорта услуг отечественными судоходными компаниями и морскими портами;
- создание условий для преимущественного размещения заказов на строительство рыбопромысловых судов на российских верфях и на верфях тех стран, в чьих экономических зонах работает российский рыбопромысловый флот;
- сохранение и развитие государственного лицензирования строительства новых и продажи эксплуатируемых судов в целях сохранения оптимального соотношения между количеством судов и величиной допустимых уловов, а также систематическое рациональное обновление рыбопромыслового флота.

Состояние российского и зарубежного судостроения

Приоритетной отраслью российской промышленности, стимулирующей развитие ряда отраслей, и в первую очередь, судостроение является дизелестроение. К сожалению, длительный кризис в этой отрасли привел к уже необратимым последствиям: часть предприятий переквалифицировались на производство новой продукции, другие просто прекратили свое существование, а третьи пытаются выжить в конкурентной борьбе с иностранными компаниями. На сегодняшний момент в отечественном дизелестроении есть проблемы, с которыми сталкиваются большинство предприятий.

Во-первых, российское машиностроение, в том числе и дизелестроение, нуждается в серьезной модернизации. Практически на всех дизелестроительных заводах объемы исследовательских и проектных работ по развитию и совершенствованию судовых двигателей значительно сократились. Практически неизменными являются параметры дизелей, нет новых технических решений по повышению мощности, улучшению показателей экономичности, автоматизации и контроля параметров двигателей и т.д. В части экологии и ресурса ни один из выпускаемых в настоящее время судовых двигателей российского производства не отвечает в полной мере современным требованиям. Российские дизелестроительные заводы по экономическим соображениям не уделяют «экологическому вопросу» достаточно внимания, поэтому в настоящее время использование их продукции на судах заграничного плавания становится все более проблематичным.

Во-вторых, нам становится все сложнее конкурировать с зарубежными производителями, которые делают крупные инвестиции в развитие отрасли и предлагают потребителям более совершенную продукцию. Устаревшие технологии и отсутствие должного финансирования НИОКР не позволяют отечественному производителю предложить рынку современный качественный продукт. Например, российские дизели имеют среднее эффективное давление от 0,5 до 1 МПа, в то время как создаваемые за рубежом двигатели достигли этих показателей еще к началу 70-х годов. А в 80-е годы 20 века были достигнуты значения до 2 МПа, и в настоящее время широко ведутся работы по созданию двигателей со значениями среднего эффективного давления до 3 МПа. Такой уровень форсированности обеспечен с помощью высокого наддува, что увеличивает размеры теплообменных аппаратов и потери тепла, вызывает необходимость оптимизации охлаждения во всём диапазоне эксплуатационных нагрузок, совершенствование средств автоматики.

В-третьих, короткий модельный ряд выпускаемых дизелей. Российские дизелестроительные заводы производят судовые двигатели в очень узких диапазонах и ориентированы на определенный круг потребителей, тем самым не покрывая в полной мере потребности судостроения. В тоже время, такие зарубежные фирмы как MAN, Wärtsilä и др. выпускают двигатели различной размерности в диапазоне мощностей от нескольких единиц до десятков тысяч кВт, образующих типоразмерные ряды, в которых объединены унифицированные по конструкции модификации (от нескольких десятков до нескольких сотен), отличающихся числом цилиндров, частотой вращения, уровнем форсирования, комплектацией и др. Это позволяет иностранному производителю, в отличие от отечественных компаний, существенно расширить номенклатуру разрабатываемых модификаций двигателей, поднять количественный выпуск и ускорить процесс разработки новых двигателей.

В-четвертых, нехватка квалифицированных рабочих кадров.

В-пятых, сокращение числа дизелестроительных заводов и фирм, вместе со специальными конструкторскими бюро дизелестроения. Основными поставщиками дизелей для отечественного судостроения в настоящее время являются «Коломенский

завод», «Дагдизель» и ОАО «Звезда». Таким образом, образовалась ниша в ряду среднеоборотных судовых дизелей мощностью 3000-5000 кВт, не компенсированная отечественной техникой. Поэтому логично, что эту нишу активно осваивают иностранные дизелестроители.

Для того чтобы поднять дизелестроительный комплекс на конкурентоспособный уровень, необходимо выработать определенную стратегию. Выйти из сложившейся ситуации можно только путем объединения потенциала всех дизелестроительных заводов России. Мы должны расширять ассортимент выпускаемой продукции и углублять свою специализацию, наладить тесное взаимовыгодное сотрудничество со странами СНГ. Кроме того, и со стороны государства должны быть приняты решительные меры для развития отечественного дизелестроения. Так, необходимо разработать проект целевой государственной программы на ближайшую перспективу, в которой будет предусмотрена защита экспортно-импортных интересов отечественных предприятий дизелестроения. Для решения этих вопросов совершенствуется рабочий процесс сгорания в цилиндре двигателя с применением новой высокоэффективной топливной аппаратуры с повышенным давлением впрыска топлива и системы электронно-управляемого впрыска топлива, которые позволяют обеспечивать многофазный впрыск топлива. Этой проблемой занимаются также отечественные научно-исследовательские и конструкторские организации, разрабатывая комплекс мероприятий по данным направлениям:

- проведение исследований рабочего процесса по оптимизации параметров удельного расхода топлива и выбросов вредных веществ за счет оптимизации камеры сгорания, фаз газораспределения, топливной аппаратуры;
- создание системы электроуправляемого впрыска топлива и комплексного управления системами двигателя;
- проведение опытно-экспериментальных работ по созданию электроуправляемой системы наддува и повышение КПД турбокомпрессора до 65%;
- оборудование дизеля системой отключения трех цилиндров на холостом ходу при минимально-устойчивой частоте вращения;
- повышение надежности и ресурса двигателя за счет применения втулок цилиндров с поверхностным упрочением, поршней с овально-бочкообразным профилем тронка, уменьшения количества и оптимизации геометрии поршневых колец, масляной системы с самоочищающимся фильтром тонкой очистки масла;
- создание системы диагностики, позволяющей уменьшить трудоемкость технического обслуживания и увеличить межремонтные сроки и т. д.

Сегодня зарубежные дизелестроительные предприятия уделяют большое внимание вопросам повышения надежности и ресурса двигателя, обеспечению экологических показателей (сокращению вредных выбросов, дымности отработанных газов). Важное направление развития судовых дизелей - обеспечение их надежной работы на низкосортных марках топлива с вязкостью до 730 сСт при 50 °С (это по любой оценочной шкале предельное достижение). Без преувеличения можно утверждать, что по всему спектру дизельных проблем сделан значительный шаг вперед (надежность и ресурсы, экология, масляная экономичность, шум и вибрация, системы автоматизации и т.д.). Из зарубежных наиболее авторитетных создателей и производителей судовой дизельной техники можно назвать следующие фирмы и компании:

- MAN B & W (Дания, Германия);
- New Sulzer Diesel (Швейцария);
- Mitsubishi, Daihatsu, Yanmar и Niigata (Япония);
- Wartsila (Финляндия с группой стран);

- MaK, MTU, Deutz MWM и SKL (Германия);
- Caterpillar (США);
- S.E.M.T. Pielstick (Франция);
- Ulstein Bergen (Норвегия);
- GMT, Isotta Fraschini (Италия);
- Volvo Penta, Scania и Nedemora (Швеция);
- Paxman и Ruston (Великобритания).

Есть и другие достойные фирмы. Сейчас зарубежные фирмы выпускают судовые дизели и агрегаты на их базе, которые обеспечивают потребности судостроения и судоходства. При этом эволюция программ развития судового дизелестроения по линии новых типов и моделей, по реорганизации производства продолжается. Одновременно пересматриваются и организационные процессы и формы функционирования и развития самих дизелестроительных фирм.

В последнее время заметен процесс сосредоточения, разработки и производства судовых дизельных агрегатов в рамках ограниченного числа компаний (лицензиаров) и их лицензиатов. Кроме того, сейчас для зарубежного судового дизелестроения характерна интеграция фирм и компаний, их объединение и слияние для обеспечения высшей конкурентоспособности на мировом рынке. Так, ранее существовавшие отдельно фирмы MAN и B&W в конце 70-х годов прошлого века образовали мощный концерн MAN B&W, в конкуренции с которой сошли со сцены некоторые крупнейшие фирмы по выпуску МОД из Великобритании, Англии, Голландии, США и других стран. К настоящему времени произошло слияние ведущих фирм Sulzer, Wartsila, GMT в международную группу Wartsila NTD, и эта новая дизелестроительная группа составит серьезную конкуренцию концерну MAN B&W по всему спектру судовых дизелей. Ведущая немецкая фирма MaK, занимающая в рейтинге (суммарной мощности выпускаемых в год судовых дизелей) третью строчку по выпуску СОД, перешла под юрисдикцию американского концерна Caterpillar, существенно расширив его возможности по судовому дизелестроению.

В соответствии с интеграционными процессами будет меняться и табель о рангах дизелестроительных фирм и их объединений. Следует отметить, что за рубежом большое число фирм специализируется на производстве различного комплектующего оборудования и узлов деталей дизелей (топливная аппаратура, турбокомпрессоры, устройства автоматики, поршни, крышки цилиндра и др.). При этом развитие специализации рассматривается как важнейшее условие, определяющее в числе других прогресс современного судового дизелестроения в целом. По турбокомпрессорам это фирмы Brown Boveri (Швейцария), Schwitzer (США), Niigata (Япония), MAN B&W (Дания, Германия), Mitsubishi (Япония), Napier (Великобритания) и др. По топливной аппаратуре ведущими фирмами являются Bosch (Германия), Sulzer (Швейцария), Brice (Великобритания), Motorgal (Италия), MAN (Германия), Frieman-Mein (Австрия), L'Orange (Германия) и др. Высококласные регуляторы скорости для широкого диапазона судовых дизелей выпускает американская фирма Woodward. Устройства системы автоматического регулирования температуры наддувочного воздуха, воды, масла изготавливаются, например, фирмами Stork (Голландия), Nohab Polar (Швеция), Allen (Великобритания), Amot и Honey Well (США), Walton (Великобритания). Специализированное производство поршней, крышек цилиндров, коленчатых валов, подшипников, клапанов и т.д. освоено на заводах Германии, Франции, Италии, Испании, Швеции и других стран.

В настоящее время ведущее положение в мире, по суммарному выпуску дизелей для судов, занимает компания MAN B&W, выпускающая МОД и СОД. Суммарная мощность изготовленных ею дизелей составила 6 694 662 кВт, т.е. 55,5 %. Общее их

число 607, из них лицензиаты выпустили 471 шт., лицензиары 136 шт. Сегодня эволюция, совершенствование судовых МОД, СОД и ВОД продолжают, меняется их конъюнктура на мировом рынке судов и судовой дизельной техники. Спрос на новые модели судовых дизелей со стороны судостроительных верфей и, соответственно, судоходных компаний формирует портфели заказов дизелестроительных фирм, диктует выбор подходов к их программам развития производства, приоритетов. В последние годы увеличился спрос на мощные судовые МОД.

В последнее время сформирована программа строительства судов-контейнеровозов с этими главными двигателями, при этом 7-, 10- и 12-цилиндровые МОД К98МС-С/МС изготавливаются на корейском дизелестроительном заводе Hyundai (г. Ульсан) для судостроительной верфи Hyundai Heavy Industries (Южная Корея), которая выполняет заказы крупных судостроительных компаний мира. Наряду с МОД идет процесс существенной модернизации и создания новых моделей судовых СОД и ВОД. Анализ применимости дизелей различных типов показывает, что на малых и средних судах (дедвейтом 2000 т) доминируют СОД и ВОД. При выборе главного двигателя для судов дедвейтом свыше 2000 т предпочтение пока отдается МОД, однако объем применения на таких судах СОД непрерывно возрастает, что объясняется их преимуществами по сравнению с МОД. Дело не только в существенной разнице массогабаритных показателей, но и, в частности, в возможности получения дополнительной экономии расхода топлива, которую обеспечивают многомашинные дизель-редукторные установки СОД по сравнению с МОД с непосредственным приводом гребного винта (благодаря значительному повышению пропульсивного КПД на 4..7 % с максимально возможным увеличением диаметра гребного винта и одновременным снижением частоты его вращения).

Складывающаяся тенденция частичного вытеснения МОД среднеоборотными дизелями объясняется также прорывом ряда зарубежных компаний по технико-экономическим показателям СОД. Так, группа компаний Wartsila в 1998-2000 гг. создала новые модели судовых СОД, в том числе самых мощных в мире - типоразмерного ряда серии W64 (ЧН64/90) с цилиндровой мощностью 2010 кВт и агрегатной до 40 000 кВт (20-цилиндровая модификация). Это большое достижение. Судовые СОД и ВОД получили развитие по всей шкале показателей, определяющих их высокий современный уровень. Так, среднее эффективное давление у наиболее форсированных СОД составляет 25...26 и даже 28,2 бара, а у ВОД -30,2 бара (максимальная мощность судовых ВОД доведена до 7400 кВт - их выпускает немецкая фирма MTU - мировой лидер в этом классе судовых дизелей).

Успех ведущих мировых поставщиков судовых дизелей объясняется не только тем, что они хорошо наладили систему сервисного обслуживания и ремонт своих двигателей, но и тем, что постоянно совершенствуют выпускаемые модели и интенсивно разрабатывает новые. Эти научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, которые базируются на стремлении учесть все современные тенденции развития судовых дизелей, не может остановить даже необходимость существенных изменений или коренной перестройки сложившегося серийного производства.

Вступление России в ВТО, как полагают некоторые эксперты, приведет к обострению ситуации на рынке судовых дизелей, так как иностранные образцы имеют лучшие технико-экономические показатели, в том числе по токсичности и шуму. Общий застой в промышленности России в процессе перестройки пагубно отразился на производстве дизельных двигателей и их комплектующих. Наличие большого

количества сменно-запасных частей в ремонтно-эксплуатирующих организациях усугубило снижение спроса. Сегодня уровень производства практически всех двигателестроительных предприятий упал в несколько раз и достигает от 10 до 50% от до-перестроечного уровня.

Большую роль в оживлении российского рынка судовых дизелей может иметь введенное в действие Руководство Р.002-2002 «Обновление судов внутреннего и смешанного («река-море») плавания», которое предусматривает обязательную процедуру по замене главных двигателей и позволит обеспечить надежную и рентабельную эксплуатацию судов еще на 15-20 лет. Крайне важной областью внутреннего рынка гражданского судостроения в ближайшие годы будет создание судов и технических плавсредств для освоения месторождений нефти и газа на арктическом шельфе. При этом пик работ по развитию арктических шельфовых углеводородных месторождений придется на 2013-2015 годы. Освоение Арктики потребует создания широкой гаммы транспортных, обслуживающих и технических судов и плавсооружений, приспособленных для работы в тяжелых климатических условиях. В ближайшем будущем России понадобится более 100 судов для плавания в северных морях и по северному морскому пути (ледоколы, танкеры, грузовозы, буксиры и другие суда, способные плавать в условиях суровых северных зим). Энергетические установки судов ледового класса состоят, как правило, из трех-четырех мощных двигателей. При этом главные двигатели таких судов имеют более высокие требования по прочностным и ресурсным показателям, должны обеспечивать увеличенный на 20-30% крутящий момент при работе по швартовной характеристике, иметь запас мощности, высокую приемистость и т.п. Таким образом, для 100 судов предназначенных для плавания в северных морях может потребоваться от 300 до 400 мощных двигателей. И в связи с перечисленными выше проблемами отечественного дизелестроения восполнять этот пробел придется иностранным производителям судовых дизелей.

Вывод

Для реонодации отечественного дизелестроения необходима государственная поддержка в строительстве новых современных рыболовецких судов. Федеральное агентство по рыболовству должно безотлагательно принять решение о закладке новых судов, как для освоения прибрежного лова, так и дальних районов промысловых широт океана. В этом случае представляется возможность установления как самих судостроительных верфей так и дизелестроения. За этими проектами подтянется все машиностроение, которое является комплектующей составляющей проектирования, конструирования, технологии. Правительство должно создать условия, которые позволят российским судовладельцам прекратить практику регистрации своих судов в иностранных государствах и оффшорных зонах. Для этого необходимо принять федеральный закон о льготном налогообложении, об усовершенствовании портовой инфраструктуры страны, что предусматривает вложение крупномасштабных инвестиций.

Введение в строй портов на Балтике и их последующее развитие являются одной из приоритетных задач в морской политике государства так же, как и развитие Морского порта Санкт-Петербург. Как заявил Сергей Франк, в частности, к 2010 году предполагается повысить за счет модернизации пропускную способность контейнерного терминала петербургского порта в 6 раз (2 млн 20-футовых контейнеров в 2010 году против 340 тысяч в 2001 году).

Российская Федерация, объявляя национальную морскую политику, должна решительно и твердо укреплять свои позиции среди ведущих морских держав.

Список литературы:

- 1) МОРСКАЯ ДОКТРИНА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ПЕРИОД ДО 2020 ГОДА (утверждена Президентом Российской Федерации В.В.Путиным 27 июля 2001 г. № Пр-1387)
- 2) «Деловой Петербург» № 230 (1106) от 25.12.2007
- 3) Карасев, П. ООО «Кронштадт»
- 4) Конкс, Г. А. Мировое судовое дизелестроение. Концепции конструирования, анализ международного опыта
- 5) Petersen, P.D. Group Marketing Communication MAN Diesel «Diesel Facts» 2008.- №3.-С.1-12

ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ТИПА «ТРЕНД» И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СРОКОВ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ МАШИН И ПРИБОРОВ

Ефремов Л.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта, levlefr@mail.ru)

Abstract. Is considered probability models of a degradation of a condition of machines or gears such as "Trend". The forecasting technique of periods of monitoring of their condition by results of measurements or accelerated tests is given.

Проблему обеспечения высокого уровня надежности техники любого назначения невозможно решать без учета вероятностной природы деградации их состояний. Например, эту проблему приходится ставить и решать при оценке остаточного ресурса машин по мере выполнения диагностирования или при нормировании межрповерочных интервалов приборов на основании результатов ускоренных испытаний образцов.

В нашей работе (1) показана вероятностная модель типа «Тренд», которая позволяет оценивать гамма – процентный ресурс объекта для границы тренда, расположенной от математического ожидания на величину одной «сигмы», т.е. одной среднеквадратичной ошибки. Новые исследования этой проблемы позволили разработать универсальную модель прогнозирования тренда деградации контролируемого параметра (например, износа узла трения машины или погрешности прибора), которая позволяет учитывать любые требования к запасам долговечности изделий.

При создании такой модели в первую очередь были четко обозначены следующие термины в области изучения трендов.

Тренд — выраженная направленность тенденции изменений показателей временного ряда.

Линии тренда – средняя или медианная линия, а так же верхняя и нижняя границы, соответствующие заданной вероятности их не достижения (не путать с доверительными интервалами).

Коридор тренда – пространство на графике между верхней и нижней границей тренда, в которое попадет большинство экспериментальных точек (в зависимости от установленной вероятности не достижения границ тренда).

Вероятность не достижения границы тренда «гамма» (γ)- вероятность того, что рассматриваемая погрешность не выйдет за пределы границ коридора тренда

Виды тренда – по аналогии с практикой финансовых рынков предлагаются такие определения трендов: повышательный (бычий), понижательный (медвежий) и боковой (флэт), когда параметр не имеют ярко выраженной тенденции к повышению или понижению и изменяются в пределах коридора тренда.

Тип тренда характеризуется линейными уравнениями измеряемого признака от времени, постоянные параметры которых обычно устанавливаются корреляционным анализом результатов наблюдений (измерений). В нашем случае для моделирования тренда применяется корреляционный анализ выборки результатов измерений исследуемого диагностического параметра Δ_i после заданной наработки t_i (где i - номер члена выборки).

Для программирования расчетных операций эти параметры фиксируются в соответствующих векторах (столбцах расчетной матрицы базы данных). Независимый

вектор $x = t$ содержит данные о наработках t_i , а соответствующие им результаты измерений Δ_i помещаются в зависимый вектор $y = \Delta$.

Первой особенностью предлагаемой методики является то, что при определении средней (медианной) линии тренда используются обратимые уравнения линейной регрессии погрешности Δ от наработки t (прямая зависимость) вида (1) и наработки t от погрешности Δ (обратная зависимость) вида (2):

$$\Delta(t) = A_{\Delta} + B_{\Delta} t, \quad (1)$$

$$t(\Delta) = A_t + B_t \Delta. \quad (2)$$

где A_{Δ} , A_t , B_{Δ} и B_t - постоянные параметры уравнений регрессий данного вида, определяемые путем обработки результатов испытаний методом наименьших квадратов.

Для определения указанных параметров по исходным экспериментальным данным разработана специальная компьютерная программа для расчета следующие статистические характеристики векторов $x = t$ и $y = \Delta$:

X_s и Y_s - средние величины независимого и зависимого векторов x и y , V_{ax} - вариация независимого вектора по оси x , V_{ay} - вариация зависимого вектора по оси y , KV_{xy} - ковариация векторов x и y .

Тогда коэффициент корреляции векторов KK_{xy} и фактор направления тренда VT можно оценить по формулам

$$KK_{xy} = KV_{xy} / \sqrt{V_{ax} V_{ay}} \quad (3)$$

$$VT = KK_{xy} / |KK_{xy}| \quad (4)$$

Для повышательного тренда имеем $VT = +1$, для понижательного $VT = -1$, а для бокового тренда (маловероятный случай) $|VT| \rightarrow 0$. Полученные вспомогательные величины позволяют перейти к оценке постоянных уравнения регрессии.

Для расчета параметров уравнений регрессии применяются следующие формулы.

Угловой коэффициент

$$B_{\Delta} = B_y = VT \sqrt{V_{ay}/V_{ax}}, \quad (5)$$

$$B_t = B_x = VT \sqrt{V_{ax}/V_{ay}}$$

Постоянный параметр

$$A_{\Delta} = A_y = Y_s - B_y X_s, \quad (6)$$

$$A_t = A_x = X_s - B_x Y_s$$

После этого можно рассчитать среднеквадратичное отклонение СКО («сигмы») для каждого уравнения регрессии.

$$\sigma_{\Delta} = \sigma_y = \sqrt{(1 - KK_{xy}^2) V_{ay}}, \quad (7)$$

$$\sigma_t = \sigma_x = \sqrt{(1 - KK_{xy}^2) V_{ax}}$$

Важнейшая особенность методики заключается в определении границ тренда с учетом вероятности их не достижения и вида тренда (повышательный или понижательный тренд). Верхняя и нижняя границы тренда определяется с учетом СКО опытных точек от средней линии и требуемого запаса надежности $Z(\gamma)$ для заданной вероятности не достижения границ тренда γ .

Для прямой зависимости имеем

$$\left. \begin{aligned} \Delta(t, \gamma)_{i \dot{\epsilon} \epsilon i} &= \Delta(t) - Z(\gamma) \sigma_{\Delta} = A_{\Delta} + B_{\Delta} t - Z(\gamma) \sigma_{\Delta} \\ \Delta(t, \gamma)_{\dot{a} \dot{a} \dot{o} \dot{o}} &= \Delta(t) + Z(\gamma) \sigma_{\Delta} = A_{\Delta} + B_{\Delta} t + Z(\gamma) \sigma_{\Delta} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Обратные функции нижней и верхней границы тренда наработки от измеряемого признака имеют следующий вид

$$\left. \begin{aligned} t(\Delta, \gamma)_{i \dot{\epsilon} \epsilon i} &= t(\Delta) - Z(\gamma) \sigma_t = A_t + B_t \Delta - Z(\gamma) \sigma_t \\ t(\Delta, \gamma)_{\dot{a} \dot{a} \dot{o} \dot{o}} &= t(\Delta) + Z(\gamma) \sigma_t = A_t + B_t \Delta + Z(\gamma) \sigma_t \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Требуемый запас надежности представляет собой квантиль какого либо закона распределения для вероятности γ (2). В случае применения нормального закона можно пользоваться следующей таблицей для ряда стандартных вероятностей γ .

γ	0.50	0.80	0.90	0.95	0.98	0.99	0.995	0.999
$Z(\gamma)$	0.000	0.842	1.282	1.645	2.054	2.326	2.576	3.09

Приведенные выше зависимости позволяют перейти к заключительной стадии оценки межповерочного интервала или ресурса $R(\gamma)$ исследуемого объекта одним из двух способов проверки достижения верхней или нижней границы тренда предельно допустимой величины исследуемого признака PD (износа, зазора, погрешности прибора и пр.), который должен быть установлен в документации исследуемого изделия (машины или прибора). Кроме того необходимо знать варианты назначенных ресурсов между сервисными операциями контроля технического состояния Rco .

Первый способ основан на применении обратного уравнения регрессии типа (9) и в этом случае расчетный ресурс оценивается с учетом вида тренда (повышательный или понижаемый) по следующей формуле

$$R(\gamma) = (A_t + VT \cdot B_t \cdot PD) - Z(\gamma) \cdot \sigma_t \quad (10)$$

Полученную величину рекомендуется сравнить с требуемыми значениями Rco и наибольшее из них следует принять за нормативный ресурс.

Второй способ предусматривает применение прямого уравнения регрессии типа (8) и в этом случае расчетный ресурс оценивается с учетом вида тренда (повышательный или понижаемый) по следующей формуле

$$Z\hat{n} = \frac{VT}{\sigma_{\Delta}} [PD - (A_{\Delta} + B_{\Delta} R\hat{n})] \quad (11)$$

Тогда за нормативный ресурс следует выбрать наибольшее значение Rco , для которого соблюдается условие

$$Z\hat{n} \geq Z(\gamma). \quad (12)$$

Второй вариант пригоден при любом виде тренда, включая боковой.

Суть рассмотренной методики можно продемонстрировать графиком сравнения экспериментальных точек и расчетных границ корреляционных трендов (рис. 1), полученный по результатам лабораторных исследований деградации погрешности одного из медицинских приборов.

Для того, что бы подтвердить вероятностную природу исследуемой деградации измеряемого признака со временем исследование целесообразно завершить анализом функций распределения вероятности относительно математического ожидания (рис. 2).

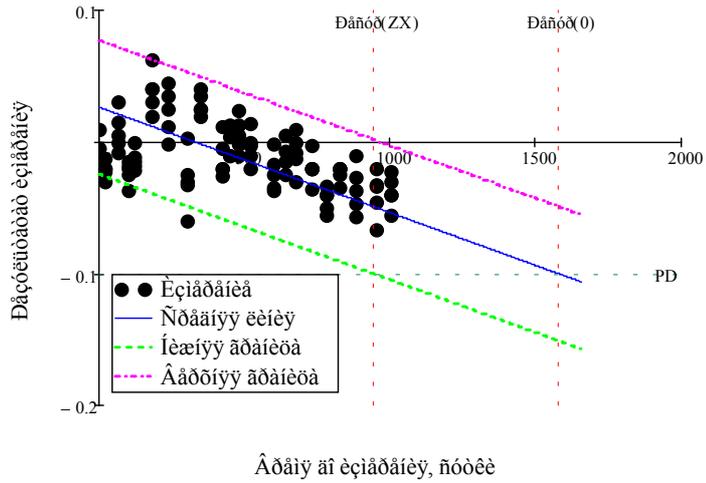
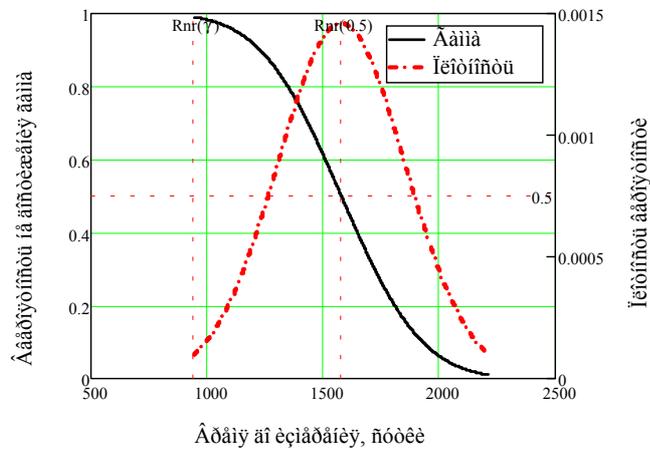


Рисунок 1. Итоговый график исследования тренда погрешности прибора



Параметры рассматриваемого нормального распределения легко определить по известным величинам СКО и математического ожидания, равного $R(\gamma)$ при $\gamma = 0.5$.

Список литературы:

- 1) Ефремов Л.В. «Практика вероятностного анализа надежности техники с применением компьютерных технологий. СПб.: Наука, 2008.
- 2) Ефремов Л.В. Практикум по расчетам надежности судовой техники: Учеб. пособие для спец. 140200 «Судовые энергетические установки». Мурманск.: МГТУ, 2000.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОЗДАНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Баева Л.С., Колодяжный В.И, Иваней А.А. (Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Abstract. Article is devoted problems of creation of new materials with set working - technical properties. The analysis of modern achievements in the field of designing of materials on the basis of molecular technologies is carried out. Possibility of use new is considered and, already known tools allowing to change office properties of constructional materials and already ready details of cars and mechanisms.

Аннотация. Статья посвящена проблемам создания новых материалов с заданными эксплуатационно-техническими свойствами. Проведен анализ современных достижений в области конструирования материалов на основе молекулярных технологий. Рассмотрена возможность использования новых и, уже известных инструментов позволяющих изменять служебные свойства конструкционных материалов и уже готовых деталей машин и механизмов.

Нанометаллы - материал будущего, ведь их физические и химические свойства кардинальным образом отличаются от свойств тех же элементов, пребывающих в обычном природном состоянии.

Эксперименты показывают, что прочность и твердость нанокристаллических материалов значительно выше, чем их крупнозернистых аналогов. Основной источник прочности нанокристаллических материалов – это нанометровые размеры кристаллитов. Еще в 50-х годах прошлого столетия выдающийся советский ученый – физик Я.Френкель описывал результаты экспериментов, подтверждающие определяющее значение «Масштабного фактора» при получении заданных прочностных свойств материалов на примере стеклянной нити (аморфного тела) – уменьшение диаметра от 22 до 2,5 микрон дает 25-кратное повышение прочности. Свойства аморфного и кристаллического состояний вещества существенно различаются. В аморфных телах отсутствуют такие дефекты структуры, свойственные кристаллическому состоянию, как дислокации и межзеренные границы. Даже вакансии в аморфных телах имеют другую форму и размеры. Они похожи на пустоты чечевицеобразной формы и носят название вакансионноподобных дефектов. Одно из направлений, позволяющих реализовать эти свойства в металлических сплавах – это создание металлических сплавов аморфного или стеклообразного состояния, характеризующихся специфическими физическими, механическими и химическими свойствами, существенно отличающимися от свойств тех же сплавов в кристаллическом состоянии. По уровню целого ряда свойств аморфные сплавы превосходят металлические материалы. Аморфные сплавы - новый особый класс прецизионных сплавов, отличающийся от кристаллических сплавов структурой, способом изготовления, областью существования на температурно-временной диаграмме и свойствами.

Треть века назад эксперименты по быстрому охлаждению металлических расплавов, которые проводились с целью получения субмикроскопической структуры металла, обнаружили, что в некоторых случаях кристаллическая решётка в металле вообще отсутствует, а расположение атомов характерно для бесструктурного, аморфного тела. Структура аморфных сплавов подобна структуре замороженной жидкости и характеризуется отсутствием дальнего порядка в расположении атомов. Оказалось, что у аморфного металла совсем другие, не сходные с металлом

кристаллическим свойства. Он становится в несколько раз прочнее, повышается его стойкость к коррозии, меняются электромагнитные характеристики и даже одна из самых устойчивых констант - модуль упругости. В отличие от сплавов с кристаллической структурой, технология получения которых имеет серьёзные проблемы, связанные с антагонизмом свойств компонентов на этапе кристаллизации, в аморфных сплавах прекрасно соединяются, уживаются все необходимые компоненты. При сверхбыстром охлаждении сплав затвердевает, прежде чем компоненты-антагонисты успевают проявить свой антагонизм. Это открывает широчайшие возможности поиска оптимальных комбинаций компонентов для получения конкретных свойств. Аморфные сплавы получили название металлических стёкол. Интерес к ним стремительно возрастает. Прежде всего, исследователей заинтересовали ферромагнитные свойства сплавов на основе железа, никеля и кобальта. Магнитомягкие свойства металлических стёкол в основном оказались лучше свойств пермаллоев, притом эти свойства более стабильны. И снова речь идет о материалах с конкретными свойствами, а не о комплексе свойств. (8;9;10;18)

В нанометровых кристалликах металлов отсутствуют дислокации, которые (при малой их плотности) являются факторами разупрочнения в крупнозернистых поликристаллах. В таких материалах наблюдается также явление сверхпластичности.

Перспектива создания новых материалов и композитов с повышенными эксплуатационными свойствами, за использованием современных наноматериалов и нанотехнологий.

Универсальность и возможности наноматериалов быстро расширяются, только сейчас, по прошествии многих лет исследований и прогнозов, инженеры начинают понимать их возможный потенциал.

Необычное свойство наномира открылось при изучении микроскопических объектов – исследуя наночастицы, практически не возможно не воздействовать на них.

Основной проблемой в nanoиндустрии на сегодняшний день является **управляемый механосинтез**. Принципиально новый подход к созданию объектов – по атомная сборка наноструктур с заданными физическими и химическими свойствами и дальнейшая «постройка» макрообъектов из них, т.е. составление молекул из атомов с помощью механического приближения до тех пор, пока не вступят в действие соответствующие химические связи. Для обеспечения механосинтеза необходим наноманипулятор, способный захватывать отдельные атомы и молекулы и манипулировать ими в радиусе до 100нм. Иными словами – необходимо создать инструменты позволяющие конструировать материалы с заданными служебными свойствами. Еще более усложняется задача создания таких инструментов для «строительства» металлических наноструктур ввиду того, что нанокристаллическая структура металлических сплавов неустойчива, и даже при комнатной температуре может происходить рост зерна, и материал теряет нанокристаллические свойства. Стабилизация наноструктуры – одна из актуальнейших задач. (2;3;4)

Открытие квазикристаллической фазы в системах Al-Cu-Li, Al-Cu-Fe, Al-Zn-Mg показало, что квазикристаллы могут быть устойчивы вплоть до температур плавления и расти в равновесных условиях (т.е. при сколь угодно медленном охлаждении), как и обычные кристаллы. Термодинамические и квантово-механические расчеты показывают, что в ряде случаев квазикристаллическая фаза может быть более устойчивой, чем кристаллическая. Свойства квазикристаллов отличаются от свойств кристаллических фаз того же химического состава. Таким образом, одна из существующих проблем может быть решена.(5;7;11)

Очевидно то, что некоторые атомы, образующие поверхностный слой металла, могут приобретать кинетическую энергию, достаточную для преодоления межатомных

связей и отрыва от своих соседей, подтверждение тому – тепловое движение атомов внутри твердого тела и самодиффузия по поверхности или через объём материала. Остается только направить эту энергию в заданном направлении. (8;10;18)

Зондовая микроскопия, с помощью которой в настоящее время производят перемещение отдельных молекул и атомов, ограничена в диапазоне действия, возможностью манипулирования атомами и молекулами у поверхности твердого тела. Сегодня сканирующие электронные микроскопы могут использоваться для создания химических ковалентных связей, при этом полученная структура не будет самопроизвольно деформироваться даже в присутствии возле нее одного или двух атомов-реагентов.

Для создания инструментария позволяющего перестраивать атомы внутри твердого тела необходимо учитывать процессы, связанные с диффузией и самодиффузией междоузельных атомов.

Проникновения атомов с поверхностных слоев внутрь происходит путём самодиффузии в виде междоузельных атомов на участках сжатия и «выделения» их на участках, подверженных действию растягивающих сил. Одновременно в противоположном направлении идёт поток вакансий, рождающийся в окрестности приложения растягивающих сил и аннигилирующих в местах действия сил сжатия на поверхности. В большинстве реальных случаев самодиффузионная деформация в основном связана с направленными потоками вакансий, которые образуются легче, чем междоузельные атомы.

В материале, который состоит из различных атомов, в однородном поле напряжений происходит ориентационное упорядочение относительного расположения атомов, в результате чего приобретает некоторая зависящая от степени упорядоченности деформация.

Если в материале имеется неоднородное поле напряжений, полученное путем пластической деформации, то атомы примесей большего радиуса и междоузельные атомы могут переходить в наибольшие области решетки, что вызывает неоднородное распределение концентраций и фиксирующее деформацию.

Скольжение по кристаллографическим плоскостям — типичный вид пластической деформации кристаллов. Наиболее легко скольжение происходит по плотноупакованным плоскостям вдоль плотноупакованных направлений. Скольжение по системе параллельных плоскостей даёт макроскопический сдвиг, а сочетание сдвигов, соответствующих скольжению по различным системам, составляет основную часть пластической деформации кристаллов. В реальных кристаллах в процессе их образования всегда возникают дислокации. Атомы вблизи дислокаций смещены из своих положений равновесия, а перевод их в новые положения равновесия, отвечающие сдвигу кристалла по плоскости скольжения на одно межатомное расстояние, требует значительно меньших затрат энергии, чем для атомов в неискажённом кристалле. Следовательно, напряжённое состояние облегчает выполнение задачи по перемещению отдельных атомов внутри твердого тела, тем более что под действием напряжений дислокации способны увеличивать свою протяжённость. (8;10;11;18)

В ковалентных кристаллах этот барьер для движения дислокаций по порядку величины приближается к энергии межатомных связей и может быть преодолен только за счёт тепловой активации (термической флуктуации). Поэтому подвижность дислокаций становится заметной лишь при достаточно больших температурах, а при умеренных — ковалентные кристаллы непластичны. Принципиального отличия между характером теплового движения атомов на поверхности тела и внутри него не существует, из чего следует, что еще один из доступных «строительных инструментов» — температурное воздействие.

В металлических и ионных кристаллах барьер для перемещения дислокаций меньше энергии связи и не нуждается в тепловой активации. Их подвижность слабо зависит от температуры. Поэтому сопротивление движению дислокаций пренебрежимо мало, чем обусловлена высокая пластичность ионных и металлических кристаллов.

Для построения этактичных (правильно сложенных, структур, изготовленных с атомарной точностью) наносистем и наноробототехники потребуется механосинтез – т.е. сборка этих компонентов из отдельных атомов.

В классической молекулярной нанотехнологии (МНТ) механосинтез играет одну из ключевых ролей. По определению, *механосинтез это химический синтез, выполняемый механическими системами, позволяющий позиционировать реагирующие вещества с высокой степенью точности* [1]. При этом возможно формирование как ковалентной, так и других химических связей. Многофункциональный инструмент, необходимый для выполнения подобных операций, пока не создан. Правда, можно использовать в качестве инструмента механосинтеза атомно-силовой микроскоп, но это накладывает ряд ограничений на синтезируемый продукт.

«Механохимия – ветвь химии, изучающая химические и физико-химические изменения веществ во всех агрегатных состояниях, связанные с воздействием на вещества механической энергии». Это определение дано Оствальдом в 1984 году. С тех пор механохимия использовалась, в основном, для описания превращения механической энергии в химическую в полимерах (Паркер, 1984) и химической энергии в механическую в биологических молекулярных моторах (Цесале и Портер 1978, Карло Монтеманьо 1998–2003). Термин же *механосинтез* был введен для того, чтобы описать механохимические процессы, происходящие при построении сложной молекулярной системы. Механохимия в природе представлена в реакциях, протекающих в жидких кристаллах, а, также, в активных центрах энзимов. В дебатах Смэлли-Дрекслер о механосинтезе и ассемблерах нобелевский лауреат совсем забыл о том, что большинство активных центров энзимов проводят механохимические реакции.

Для проведения механохимических реакций в молекулярной нанотехнологии необходимо иметь ряд инструментов, способных взаимодействовать с реагентами, а также соблюсти ряд условий.

Так, для проведения механохимических реакций необходима инертная среда – сверхвысокий вакуум и низкие температуры. Однако Дрекслер проанализировал точность синтеза алмазоида при комнатной температуре. По данным его расчетов необходимая жесткость реагента и рабочего органа, его удерживающего должна составить около 10 Н/м. Точность позиционирования при этом составляет 1,5 ангстрема. Вероятно, наноразмерные алмазодные инструменты удовлетворят выдвинутому требованию жесткости, и механосинтез алмазоида может быть реализован при комнатной температуре.

Функция инструментов механосинтеза заключается в том, чтобы позиционировать реагент, механохимически присоединить к точно определенному месту конструируемой молекулярной структуры, и, химически связав с ней реагент (образовав химическую связь), освободить от него инструмент. Для этого реагент должен быть связан с захватом – «базой» настолько, чтобы легко вступить в реакцию, отсоединившись от базы. Возможно много вариантов таких инструментов. Также, инструменты и реагенты должны быть достаточно универсальны, и иметь высокую реакционную способность.(2;4;7;15;17)

Электрохимический метод позволяет обойти проблему перекрытия молекул, чтобы совместить две фазы, и имеет большое преимущество – хорошую контролируемость реакции.

Осаждение наноструктур оксида цинка на поверхность углеродных нанотрубок на катоде из цинковой фольги привело к образованию высокодисперсных наноконкомпозитов ZnO. С увеличением времени осаждения нанотрубки сначала были полностью покрыты ZnO, а затем структура слоя ZnO радикально изменилась со сферических наночастиц на лилиоподобные наночетки, проявившие повышенную электрохемилюминесценцию (ЭХЛ), на порядок выше, чем у чистого ZnO. Это было объяснено свойствами углеродных нанотрубок, замедляющих процесс восстановления ZnO во время ЭХЛ и особой структуре ZnO на поверхности нанотрубок.

Сфокусированный ионный пучок – это замечательный инструмент для выращивания самых разнообразных трёхмерных нанобъектов из газовой фазы. Пучки заряженных частиц особенно хороши тем, что ими можно легко, быстро и точно управлять путём подачи напряжения на пару отклоняющих пластин, между которыми они пролетают. Поэтому для создания относительно, сложных 3D объектов, достаточно сдвинуть электронный луч на полдиаметра в сторону и в этом направлении продолжится рост, выращивание, 3D объекта из газовой фазы с помощью сфокусированного ионного пучка. При одинаковой скорости пучок протонов можно сфокусировать в пятнышко, которое будет примерно в 2000 раз меньше, чем у электронов. Наиболее надежными и неприхотливыми источниками ионов являются жидкометаллические источники, а Ga ($T_{Ga}^F = 302,93 \text{ K}$ [4]) превосходит все прочие по яркости (т.е., по количеству частиц, испускаемых с единицы площади в единицу времени). Проблема состоит в сложности фокусирования, уникальности оборудования, невозможности на сегодняшний день роботизировать технологический процесс для массового производства изделий. Такая технология вряд ли станет двигателем прогресса в наноиндустрии. (1;4;6;13;16;17)

Таким образом, на сегодняшний день наноиндустрия является наноискусством, и в этом последнем у данной технологии фактически нет конкурентов.

Но стремительное развитие современной техники и технологий диктует жесткие требования как к временным рамкам – от научных разработок до промышленного использования, так и к вопросам экономическим – ресурсо- и энергосбережение. В настоящее время наиболее доступным, из всех вышперечисленных, отвечающим этим требованиям инструментом, позволяющим на молекулярном уровне изменять структуру и свойства существующих материалов и готовых изделий в промышленных масштабах, является химико-термическая обработка (ХТО).

Большую роль в становлении химико-термической обработки, как науки, сыграли работы: Н. П. Чижевского, М. Г. Окнова, Н. А. Минкевича, Ю. М. Лахтина, Г. Н. Дубинина, А. Н. Минкевича, Н. С. Горбунова, В. И. Архарова, Г. В. Самсонова, И. С. Козловского, А. В. Смирнова, В. И. Просвирина, Б. М. Арзамасова, М. А. Криштала, Г. В. Земского, С. З. Бокштейна, Л.С. Ляховича, Л.Г. Воршнина и др.

В связи с все увеличивающимся дефицитом высоколегированных инструментальных материалов, жаропрочных сплавов и нержавеющей сталей роль ХТО будет с каждым годом возрастать. Это обусловлено как возможностью замены этих высоколегированных материалов, менее дефицитными низко- и среднелегированными в сочетании с ХТО, так и увеличением срока их эксплуатации за счет диффузионного насыщения различными элементами.

Актуальность данного направления подтверждается определением приоритетных направлений на ближайшую перспективу в области разработок нанотехнологий (повышение износостойкости и прочности металлорежущего инструмента).

Широкое промышленное применение получили лишь традиционные процессы насыщения: азотирование, цементация, нитроцементация, цианирование. Цинкование,

алитирование, борирование, хромирование, силицирование применяют значительно в меньшей мере. Наиболее эффективные антикоррозионные, эррозионностойкие, жаростойкие и износостойкие многокомпонентные диффузионные слои еще не нашли сколько-нибудь широкого промышленного применения. В то же время, именно новым и, как правило, многокомпонентным диффузионным слоям принадлежит будущее. С одной стороны это обусловлено все возрастающим дефицитом специальных сталей и сплавов; в другой – тем, что традиционные процессы химико-термической обработки уже не обеспечивают тех требований к свойствам, которые предъявляются промышленностью к изделиям, работающим в особо трудных (экстремальных) условиях эксплуатации.

Проблемы улучшения эксплуатационных свойств деталей машин и механизмов в полной мере касается судового оборудования, а в настоящее время и стремительно развивающейся в северо-западном регионе нефте- и газодобывающей отрасли. Над решением этих проблем в течение многих лет работали и продолжают работать ученые и специалисты Мурманского государственного технического университета, кафедры Технологии металлов и судоремонта под руководством декана Судомеханического факультета, кандидата технических наук, профессора Баевой Л.С.. Сегодня, на базе кафедры создана научно-исследовательская лаборатория «Молекулярных технологий по созданию материалов с заданными служебными свойствами», одним из основных направлений деятельности которой является разработка материалов и технологий для судоремонта позволяющих улучшить эксплуатационные характеристики судового оборудования с целью повышения безопасности мореплавания.

Список литературы:

- 1) Drexler, K. Eric «Наносистемы: Молекулярные Машины. Производство и вычисление» (1992);
- 2) Ralph C. Merkle «Молекулярное производство: Добавление позиционного контроля к химическому синтезу»;
- 3) Исследование CRN: «Механически управляемая химия - жизнеспособное основание для производственной технологии»;
- 4) Ralph C. Merkle, and Robert A. Freitas, Jr. «Theoretical Analysis of a Carbon-Carbon Dimer Placement Tool for Diamond Mechanoynthesis», 2002
- 5) Ralph C. Merkle «Новая семья шести степеней свободы Позиционные устройства», 1994,
- 6) Charles B. Musgrave,, «Теоретические исследования водородного инструмента абстракции для нанотехнологии», 1991,
- 7) Wilson Но «Атомарно решенное и единственное отображение молекулы, Спектроскопия, Динамика, и Химия.», 1999,
- 8) Набарро Ф. Р., Базинский З.С., Холт Д. Б., Физика деформационного упрочнения монокристаллов, К 1972;
- 9) Хоникомб Р., Пластичность чистых монокристаллов, пер. с англ., М., 1967;
- 10) А.Л. Ройтбурд, Пластическая деформация металлов, пер. с англ., М., 1972;
- 11) Современная кристаллография, т.4, М., 1981.
- 12) K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S.V. Dubonos, I. V. Grigorieva, A. A. Firsov. Electric field effect in atomically thin carbon films. Science, v.306, pp.666-669 (2004)
- 13) А.К.Геим, А.Н.МакДоналд. Graphene: Исследование углеродистой равнины. Физика Сегодня, № 8, стр.35-41 (2007)
- 14) Чикичев С.И. Принц-технология: 10 лет спустя. ПерсТ, 2006, т.13, вып.15/16, с.1-3

- 15) Дж. Эмсли. Элементы. М.: Мир, 1993, с.50-51
- 16) R. Kometani, S.Ishihara, T. Kaito, S.Matsui. In-situ observation of three-dimensional nano-structure growth on focused-ion-beam chemical vapor deposition by scanning electron microscope. Applied Physics Express (APEX), v.1, paper 055001 (2008)
- 17) S. Matsui, T. Kaito, J. Fujita, M. Komuro, K. Kanda, Y. Haruyama. Three-dimensional nanostructure fabrication by focused-ion-beam chemical vapor deposition. J. Vac. Sci. Technol., v. 18, No6, pp.3181-3184 (2000)
- 18) Я.И.Френкель, Введение в теорию металлов, М. Государственное издательство физико-математической литературы,1958г.

НАНОМЕТРОЛОГИЯ КАК СОВРЕМЕННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Баева Л.С., Колодяжный В.И., Кумова Ж.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Abstract. In article it is spoken about Nanotechnology dealing with objects which sizes are comparable only with the sizes of atoms or molecules. The role and value Nanometrology in development of many directions of a modern science and technics, in particular - in the field of so-called «high technologies» is resulted.

Аннотация. В статье говорится о нанотехнологиях, имеющих дело с объектами, размеры которых сравнимы лишь с размерами атомов или молекул. Приводится роль и значение нанометрологии в развитии многих направлений современной науки и техники, в особенности – в области так называемых «высоких технологий».

1. Введение

Человек даже не задумывается, что все измерения производятся с помощью устройств, которые созданы трудом ученых, занимающихся метрологией, в переводе с греч. *métropon* - мера и *lógos* - учение – это наука о том, с помощью каких методов и какими средствами надо проводить различные измерения, чтобы обеспечить их единство и добиться требуемой точности.

С древних времен человечество пытается принять однозначную систему «единиц измерения». Этим вопросом занимались правители и ученые Древнего Китая, Греции, других стран Европы, а также на Руси. Эталоны единиц измерения были нехитрые: размеры органов тела королей, любимых музыкальных инструментов императоров и пр. Развитие науки, торговли и мореплавания требовало постоянных пересчетов одних мер в другие. Привести к порядку единицы измерения первыми решились французы. Национальным собранием Франции было принято решение перейти на метрическую систему, базирующуюся на метре и грамме, причем метр определили как одну десятиллионную долю участка земного меридиана от Северного полюса до экватора. С помощью имевшихся на тот момент астрономических и механических приспособлений первый эталон метра (“метр архива”) был изготовлен французским мастером Ленуаром в виде платиновой линейки шириной около 25 мм, толщиной около 4 мм.

Международная метрическая комиссия решила отказаться от «естественного» (привязанного к длине меридиана) эталона длины и приняла в качестве исходной меры длины «метр архива». По нему изготовили и распространили между странами 31 эталон в виде бруса специальной формы из сплава Pt (90%) - Ir (10%). Долгое время эти эталоны обеспечивали определение метра с ошибкой ~ 0,2 мкм и удовлетворяли нуждам науки и техники. Новое определение метра приравнено к $1\ 650\ 763,73$ длины волны излучения атома криптона в вакууме, что позволило уменьшить ошибку при измерении метра с 0,2 мкм до 30 нм.

В России международные стандарты начал внедрять Д.И. Менделеев, который основал и возглавил Главную палату мер и весов, в дальнейшем преобразованную во Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии и стандартизации имени Д.И. Менделеева (ВНИИМС). ВНИИМС разработаны специальные документы - ГОСТы, призванные регламентировать все методики измерения, технологии производства и свойства измерительных инструментов (Л.А Тодуа, 2007).

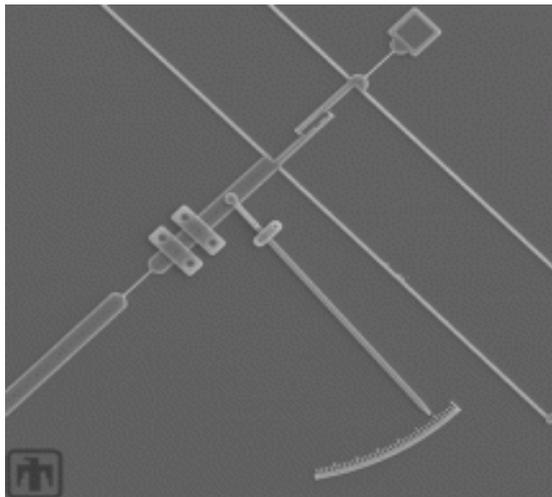


Рисунок 1- Нанодинамометр

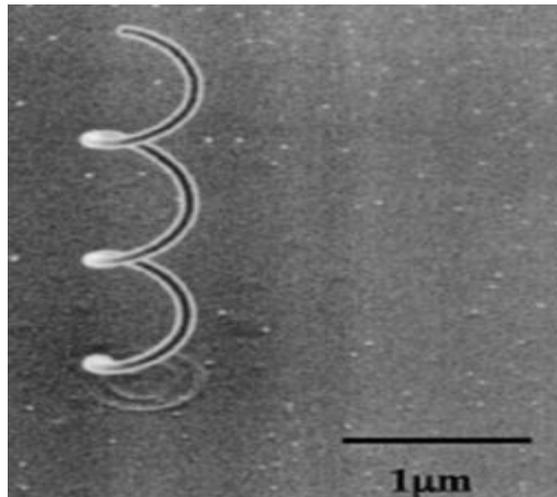


Рисунок 2 - Пружинка из алмазоподобного аморфного углерода

2. Современные методы исследования нанотехнологий в метрологии

Современные методы исследования позволяют с завидной точностью определять структуру вещества. По дифракционной картине рентгеновского или электронного рассеяния определяется кристаллическая решетка, исследуется распределение наночастиц в композите по размерам, их плотность. Для того, чтобы дать точную характеристику размера, того, что мы видим, нужно одно нехитрое приспособление – линейка. Но нехитрое оно для макроразмерных объектов, а наиболее маленькие наночастички измерить проблематично. На рисунке 1 представлен нанодинамометр, с помощью которого можно измерить наносилы.

Для того, чтобы определить размеры, к примеру «углеродной нанотрубки», длина которой несколько микрон, а толщина не превышает десятка нанометров, в метрологии появился новый раздел, который получил название «нанометрологии», изучающей способы передачи принятых единиц измерения от эталона к объектам, линейные размеры которых лежат в интервале 0,1 – 100 нм. Консультативный комитет по длине рекомендовал принять за новый эталон измерения длины излучение стабилизированного He-Ne/J₂ лазера $\lambda=632,99139822$ нм. Такой эталон позволяет определить метр с ошибкой, не превышающей 0,02 нм, т.е. с точностью до одного атомного слоя. На рисунке 2 изображена пружинка из алмазоподобного аморфного углерода, диаметр которой составляет 600 нм, шаг равен 700 нм, а толщина – 80 нм.

Механически изготовленные приборы не позволяют измерять длину наноотрезков. Это возможно сделать с помощью сложных приборов – электронных и атомно-силовых микроскопов, однако для их применения нужно проводить калибровку, то есть создать специальные «нанолинейки» с использованием интерферометров, позволяющих измерять перемещение тел с точностью до долей диаметра атома, что достигается детектированием изменения картин интерференции 3-х световых потоков, от одного источника лазерного излучения. На рисунке 3 представлено изображение неповрежденной многостенной углеродной нанотрубки, полученное с помощью просвечивающего электронного микроскопа.

Специальные «нанолинейки» созданы методом растровой интерференционной литографии на пластине с фоторезитом диаметром 300 мм нанесены периодические насечки с ошибкой измерения длины в 1,1 нм. Аналогичные «линейки» производятся для измерения длин наноотрезков с ошибкой от 0,5 до 3 нм. Поддалась измерению и масса наночастиц: с развитием масс-спектропии возможно зарегистрировать массы

отдельных нанокластеров и макромолекул. На сегодня разработаны ГОСТы и технические условия, которым должны соответствовать коммерческие наноматериалы (П.А Тодуа, 2007).

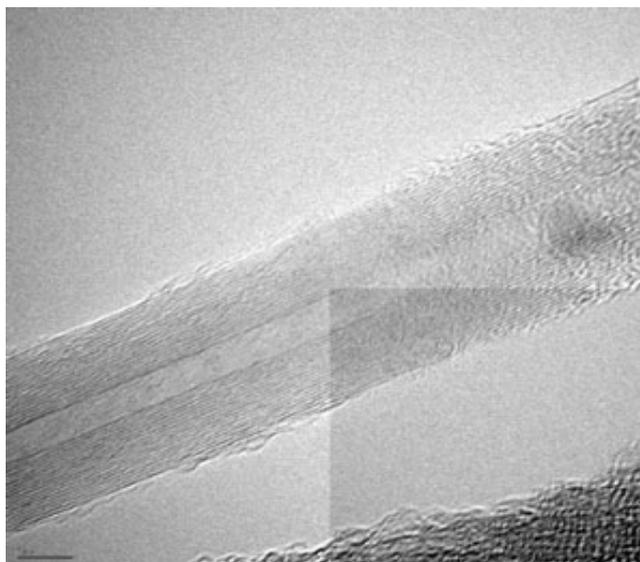


Рисунок 3 - Многостенная углеродная нанотрубка

О прогрессе и проблемах нового научного направления – нанометрологии – говорилось на Международном форуме по нанотехнологиям. Первыми российскими изданиями по данной тематике являются “Стандартизация и метрология в нанотехнологиях”, которая ликвидирует существенный пробел в науке об измерениях и “Словарь терминов и определений по стандартизации и метрологии в области нанотехнологий”, содержащий 1070 кратких и емких извлечений из этой сферы. Автором является член-корреспондент РАН Владимир Окрепилов (<http://www.rustest.spb.ru/00.html>, <http://www.nanometer.ru/>).

Значение стандартизации и метрологии для нанотехнологий в российских и зарубежных научных изданиях и нормативных документах освещается слабо, и в целом нормативное и метрологическое обеспечение этой отрасли отстает от ее бурного развития.

Именно стандартизация является общепризнанным инструментом упорядочения любой деятельности. В том числе в нанодиапазоне. Что означает порядок применительно к наукоемкой продукции? Это наличие строго регламентируемой системы понятий, характеристик, методов и средств оценки, контроля и испытаний, охватывающих весь ее жизненный цикл – от лабораторных исследований до применения и утилизации (<http://www.rustest.spb.ru/00.html>).

Наличие стандартизованного словаря, в котором ключевые понятия согласуются с международными терминами, снимает проблемы, связанные с тем, что в ряде случаев значение терминов не совпадает с общепринятым и несет дополнительную смысловую нагрузку, например, *particle* – это и частица, и “структурная единица вещества с определенными физическими границами”.

Еще одна особенность сферы нанотехнологий – действие в ней физических законов, отличных от законов макромира, что неизбежно сказывается на методах и средствах познания. Требуются совершенно новые приборы, а порой и принципы измерений. Необходимы унификация и четкая классификация метрологического оборудования, в частности зондовых и сканирующих микроскопов, не исключено появление новых видов физических величин для измерений в нанодиапазоне (<http://www.nanometer.ru/>).

Пять из шести действующих российских государственных стандартов в области нанотехнологий устанавливают методики проверок приборов и установок, к примеру некоторые из них:

ГОСТ Р 8.628–2007 «Меры рельефные нанометрового диапазона из монокристаллического кремния. Требования к геометрическим формам, линейным размерам и выбору материала для изготовления».

Область применения: настоящий стандарт устанавливает требования к геометрическим формам и линейным размерам, а так же к выбору материала для изготовления рельефных мер нанометрового диапазона из монокристаллического кремния для диапазона от 10–9 до 10–6 м.

Стандарт распространяется на рельефные меры, предназначенные для проведения всех видов проверок растровых электронных измерительных микроскопов по ГОСТ Р 8.631 и сканирующих зондовых атомно-силовых измерительных микроскопов по ГОСТ Р 8.630 при проведении государственного метрологического контроля (надзора), а также на рельефные меры, используемые при калибровке указанных типов микроскопов.

ГОСТ Р 8.629–2007 «Меры рельефные нанометрового диапазона с трапецеидальным профилем элементов. Методика поверки».

Область применения: настоящий стандарт распространяется на рельефные меры нанометрового диапазона с трапецеидальным профилем элементов, линейные размеры и материал для изготовления которых соответствует требованиям ГОСТ Р 8.628. рельефные меры применяют при измерении линейных размеров в диапазоне от 10–9 до 10–6.

Стандарт устанавливает методику первичной и периодических проверок рельефных мер. Межповерочный интервал рельефной меры – один год.

ГОСТ Р 8.630–2007 «Микроскопы сканирующие зондовые атомно-силовые измерительные. Методика поверки».

Область применения: настоящий стандарт распространяется на сканирующие зондовые атомно-силовые измерительные микроскопы, применяемые для измерений линейных размеров в диапазоне от 10–9 до 10–8 м, и устанавливает методику их первичной и периодических проверок с использованием рельефных мер по ГОСТ Р 8.628 и ГОСТ Р 8.629. Межповерочный интервал микроскопа – один год.

ГОСТ Р 8.631–2007 «Микроскопы электронные растровые измерительные. Методика поверки».

Область применения: настоящий стандарт распространяется на измерительные растровые электронные микроскопы, применяемые для измерений линейных размеров в диапазоне от 10–9 до 10–6 м, и устанавливает методику их первичной и периодических проверок с помощью рельефных мер по ГОСТ Р 8.628 и ГОСТ 8.629.

Межповерочный интервал микроскопа – 6 месяцев (<http://www.nanojournal.ru>).

На основе «нанометрической линейки» созданы четыре ГОСТа, которые введены в действие с февраля 2008 года, близки к завершению еще два. Метрология для нанотехнологий – нанометрология.

3. Заключение

В развитых странах нанотехнологии уже применяют при производстве групп потребительских товаров, сырьевых материалов, комплектующих изделий и промышленного оборудования, что порождает развитие стандартов и нормативов.

Технический комитет «Нанотехнологии и наноматериалы» тесно сотрудничает с техническими комитетами соответствующего профиля Международной организации по стандартизации ИСО и Международной электротехнической комиссии – МЭК, что связано с необходимостью создания взаимосвязанной мировой системы измерений и

гармонизацией национальных стандартов в области нанотехнологий (<http://www.vmdaily.ru>, <http://www.exponet.ru>).

Тезис «Если нельзя правильно измерить – то невозможно создать» особо актуален в нанотехнологиях, имеющих дело с объектами, размеры которых сравнимы с размерами лишь атомов или молекул. То есть роль и значение нанометрологии совершенно невозможно переоценить в развитии многих направлений современной науки и техники, в особенности – в области так называемых «высоких технологий» (<http://www.vmdaily.ru/article.php>).

Список литературы:

- 1) **Тодуа П.А.** Метрология в нанотехнологии. *Российские нанотехнологии*. Том 2, № 1-2, стр. 61-69., 2007.

Интернет-источники:

- 2) <http://www.rustest.spb.ru/00.html>
- 3) <http://www.nanometer.ru/>
- 4) <http://www.exponet.ru/...icpw.ru.html>
- 5) http://www.nanoworld.org/...a_nicpv.html
- 6) <http://www.nanojournal.ru/educ.aspx>
- 7) <http://www.vmdaily.ru/article.php>

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Орешкина В.М. (Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Abstract. Modern technologies of restoration of the worn out surfaces applied in ship repair

Назначение технологии судоремонта.

Технология судоремонта – совокупность операций по восстановлению исправного состояния корпуса, механизмов, устройств, судовых систем, электронного оборудования и других элементов судна, осуществляемых на судоремонтных предприятиях. К ремонтным работам относятся демонтаж, разборка, дефектация, ремонт, сборка, монтаж, испытание элементов судна.

Для проверки качества работ в их состав включают также операции технического контроля. Технологию ремонта какого-либо элемента судна выбирают исходя из его состояния, определяемого по результатам технической диагностики и дефектации. При этом остаточный ресурс детали, пригодный к дальнейшему использованию без её восстановления, должен быть не меньше межремонтного периода соответствующего элемента судна; физико-химические процессы, происходящие в сопряжении новой и изношенной (или восстановленной) деталей, не должны ускорять их износ; восстановление деталей не должно увеличивать стоимость ремонта элемента судна по сравнению с заменой их новыми.

Технология судоремонта отличается большим разнообразием методов восстановления свойств изношенных деталей, их формы и размеров. К наиболее традиционным относятся механическая обработка, сварка, наплавка, нанесение металлических и неметаллических покрытий (в том числе электролитическим способом), деформирование, применение полимерных композиций, термическая и химико-термическая обработка. Сварка и наплавка позволяют сравнительно быстро получать слои металла значительной толщины и таким образом восстанавливать изношенные поверхности. Применяют ручную, полуавтоматическую, автоматическую, сварку и наплавку под слоем флюса и в защитных газах, а также плазменную, электроимпульсную, индукционную, наплавку ленточным электродом и др.

Металлические покрытия наносят напылением или электролитическим способом. Среди различных способов напыления наиболее перспективна плазменная металлизация, для которой характерна более высокая механическая прочность сцепления покрытия с основным металлом. Электролитическое отслаивание и хромирование применяют для восстановления неподвижных соединений.

С помощью неметаллических и композитных покрытий обычно восстанавливают элементы корпусных конструкций. Восстановление деталей деформированием осуществляется растяжением, осадкой, обжатием и правкой цилиндрических деталей и корпусных конструкций. Наиболее распространена механическая, термическая и термомеханическая правка. Полимерные композиции используются в качестве клеев для соединения различных материалов и деталей как шпаклевочных масс для устранения пороков литья, коррозионных дефектов, трещин и т. д., для нанесения плёнок при восстановлении натягов в неподвижных соединениях и защитных покрытий для предохранения судовых конструкций от воздействия различных агрессивных сред. Для увеличения долговечности элементов судна применяются различные методы повышения износостойкости деталей. Наиболее

распространенным поверхностное упрочнение, термическая, химико-термическая обработка и обработка холодом.

В технологии судоремонта широко используются неразрушающие методы контроля: мело-керсиновая, масляная, магнитная, ультразвуковая, рентгеновская дефектоскопия, цветные пробы, гамма-дефектоскопия, радиоизотопный метод, гидравлические и воздушные испытания.

Дальнейшее совершенствование технологии судоремонта неразрывно связано с его концентрацией и специализацией, ростом серийности, выполнением ремонта предприятиями - строителями судов и изготовителями комплектующих изделий, механизацией и автоматизацией производства.

Технико-экономический уровень технологии судоремонта должен быть таким, чтобы народно-хозяйственные потребности удовлетворялись при минимальных затратах на техническую эксплуатацию флота. Такой уровень технологии судоремонта называют оптимальным.

Для его оценки применяют совокупность показателей – производительность, качество и себестоимость продукции, удельный расход материальных и энергетических ресурсов, уровень механизации и автоматизации, стабильность технологических операций.

Belzona предлагает эффективную альтернативу сварки, напылению, металлизации и вулканизации технологию «холодной сварки», позволяющую за счет процесса диффузии и молекулярной реакций производить ремонт, путем нанесения на ремонтируемое место предварительно перемешанного двухкомпонентного состава, без выделения тепла.

Belzona используется для:

- ремонта и восстановления деталей машин (насосов, электродвигателей, сепараторов, теплообменных аппаратов, циклонов, воздуходувок, конвейеров), фундаментов сооружений и других.
- устранения дефектов литья, посадочных мест валов, седел подшипников, задиров и рисок на штоках гидрооборудования и арматуры, восстановление шпоночных пазов и сорванных резьб.
- ремонта трещин чугунных корпусов, повреждений в блоках цилиндров двигателей.
- ремонтов протечек труб, свищей, герметизации емкостей и горючими и агрессивными жидкостями, ремонтов эмалированных покрытий автоклавов и др.
- создания надежных покрытий стойких к жидкой и сухой абразивности, к коррозии, эрозии и кавитации.

Виды износов поверхностей
механизмов
(СРЗ ММФ и Атомфлот)

Пожарный насос ПЦВ 160/180 А



Фото 1



Фото 2



Фото 3



Фото 4



Фото 5

- ремонта резиновых изоляций кабелей, восстановления резиновых конвейерных лент, устранение литейных резиновых дефектов, ремонта резиновых уплотнений, манжет и создание новых резиновых деталей по образцам (отливка)

Для восстановления изношенных поверхностей применялось защитное покрытие материалом «Инерта 160».

В настоящее время для восстановления изношенных поверхностей используется материал полимерной композиции Belzona.

Как видно из таблицы полимерная композиция Belzona 1321 превосходит Инерту 160 по многим параметрам и дает увеличение ресурса насоса до 30% .

Таблица. Сравнительная характеристика полимерной композиции Belzona 1321 и Инерта 160

Характеристика	Belzona 1321	Инерта 160
Устойчивость к воздействию температур	-60...200°C	-60...150°C
Устойчивость к агрессивным средам	Углекислота, 10% соляная кислота, бутанол, 20% азотная кислота, 5% фосфорная кислота, 10% серная кислота, 20% раствор аммиака, гашеная известь, минеральные масла, неорганические соли.	Вода, нефтепродукты, кислоты, щелочи.

ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ СВАРНЫХ КОРПУСНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ КАК ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР ПРОДЛЕНИЯ СРОКА ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Баева Л.С.¹, Пашеева Т.Ю.² (¹ Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта; ² Мончегорский филиал МГТУ, кафедра ТмиС)

Аннотация. Уделено внимание состоянию сварных конструкций, деградации механических свойств конструкционных сталей. Рассмотрены общие мероприятия проведения технического диагностирования. Рассмотрены причины и следствия достижения предельных состояний. Представлены типичные степени охрупчивания свариваемых конструкционных сталей.

Введение

В России большое количество конструкций в различных отраслях промышленности исчерпало срок эксплуатации, и на повестке дня остро стоят проблемы диагностики состояния конструкций и восстановления их работоспособности.

Влияние на прочность сварных конструкций оказывают нагрузки, которым подвергаются сварные соединения, а также конструктивные особенности сварных соединений, на которые необходимо обращать особое внимание в процессе неразрушающего контроля, и, конечно, определенные условия эксплуатации.

При развитии в элементе конструкции каких-либо повреждений и, тем более, трещин, сразу же возникает вопрос о соответствии механических свойств материала проекту и условиям эксплуатации. Конструкция должна работать при соблюдении проектных условий (напряжение, температура, скорость нагружения, среда и т.п.), и преждевременное ее повреждение или выход из строя (отказ) свидетельствует, что элемент выполнен не из того материала, были нарушены технология его изготовления или допущены ошибки в расчетах на прочность. Сегодня к этим причинам отказа добавляется его эксплуатация за пределами расчетного ресурса.

Техническое диагностирование как основное средство определения технического состояния объекта

Основным средством, позволяющим определить техническое состояние объекта и тем самым получить необходимую информацию для определения возможности дальнейшей эксплуатации объекта и расчета его остаточного ресурса, является техническое диагностирование. Общими мероприятиями при проведении технического диагностирования объектов являются:

1. Анализ эксплуатационной и технической документации для каждого объекта контроля с установлением величины и типа рабочих и внешних нагрузок наиболее напряженных и потенциально опасных участков, назначенного срока их эксплуатации;
2. Проведение визуального и измерительного контроля с применением оптических приборов;
3. Измерение дефектов, обнаруженных при наружном и внутреннем осмотре (коррозионных язв, зон коррозионного утонения, забоин, зон пластического деформирования, отклонений от геометрических размеров и т.д.);
4. Определение твердости основного металла и сварных соединений с помощью переносных твердомеров;

5. Ультразвуковая толщинометрия стенок объекта контроля. Определение уменьшения толщин стенок в районах коррозионных повреждений;
6. Определение поверхностных дефектов и расслоений металла, выходящих на поверхность, с помощью капиллярной и магнитопорошковой дефектоскопии;
7. Ультразвуковая дефектоскопия сварных соединений и околошовной зоны. Определение конфигурации и условных размеров дефектов с использованием ультразвуковых дефектоскопов и томографов.

В последние годы стало возможным выстроить базы оценки технического состояния конструкции на основе достоверного дефектоскопического контроля, надежного определения напряженно-деформированного состояния, и, наконец, объективной диагностики состояния материалов. Это «три кита», обеспечивающие надежную и достоверную оценку технического состояния конструкции. Техническое состояние металлоконструкций оценивается по результатам анализа технической документации, оперативной (функциональной) диагностики и экспертного технического обследования элементов металлоконструкции.

Диагностирование технического состояния и прогноз его изменения при дальнейшей эксплуатации устанавливается на основе анализа деградиционных процессов и выявления определяющих параметров технического состояния, обуславливающих переход элемента или всей конструкции в критическое или предельное техническое состояние.

О причинах и следствиях достижения предельного состояния и анализе деградиционных процессов.

Деградацией механических свойств конструкционных сталей называется процесс изменения под воздействием эксплуатационных факторов его контролируемой механической характеристики по сравнению с аналогичной характеристикой, имеющейся в проектно-конструкторской документации на момент изготовления, монтажа и пуска в эксплуатацию конструкции.

Выделяют следующие деградиционные процессы:

- изменение геометрии элемента конструкции;
- поверхностное коррозионное повреждение элемента конструкции;
- образование и развитие макродефекта;
- деградация (старение) механических свойств материалов.

В зависимости от конструктивных особенностей конструкции, условий и режимов эксплуатации процессы измерения геометрии элемента конструкции охватывают образование гофров, отдулин, расслоений, появлений погибей и приседаний, отклонение от вертикальности, возникновение овальности и т.д.

В процессах зарождения и развития макродефектности в элементах конструкций наряду с уровнем эксплуатационных нагрузок и остаточными сварочными напряжениями весомым оказывается вклад и химического состава, и структуры материалов. Это особенно характерно для таких опасных явлений, как коррозионное растрескивание под напряжением, стресс-коррозия, водородное растрескивание и т.п.

Критическое состояние характеризуется как опасное для дальнейшей эксплуатации, способное причинять вред здоровью и жизни людей или приводящее к нежелательным экологическим последствиям, а также к возможному значительному материальному ущербу из-за перехода конструкции в предельное состояние.

Предельным считают состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

В зависимости от действующего механизма деградиционного процесса выделяют следующие основные виды предельных состояний:

- кратковременное вязкое разрушение или пластическая деформация по всему сечению элемента конструкции;
- хрупкое разрушение элемента по всей конструкции;
- потеря устойчивости элемента или всей конструкции;
- усталостное разрушение элемента конструкции;
- разгерметизация или течь конструкции;
- предельная деформация и перемещение, определяющие необходимость прекращения эксплуатации конструкции;
- потеря герметичности фланцевых соединений вследствие релаксации напряжений.

В реальных условиях эксплуатации в конструкции могут достигаться одно или несколько предельных состояний. Достижение одного предельного состояния может привести к появлению другого. Так, разгерметизация или течь конструкции может быть следствием достижения таких предельных состояний элемента конструкции, как вязкое, хрупкое, усталостное разрушение.

Следует различать причину и следствие достижения того или иного предельного состояния. Этому помогает анализ деградиционных процессов, протекающих за время эксплуатации конструкции.

Как правило, еще на стадии изготовления, транспортировки и монтажа металлической конструкции материал подвергается механическому и термическому воздействиям, обуславливая охрупчивание металла, по крайней мере, в некоторых зонах и элементах конструкции. К механическим воздействиям, приводящим к пластической деформации (наклепу), относятся вальцовка (труб, обечаек, оболочек), подгиб кромок (днищ, крышек, обечаек, стенок), штамповка (труб), пробивка отверстий, усадка металла в околосварочной зоне при сварке и др. технологические операции. Охрупчивание металла в результате пластической деформации (наклепа) обусловлено увеличением плотности дефектов кристаллической решетки – дислокаций и закрепления подвижных линейных дефектов (дислокаций) атомами внедрения типа углерода или азота. Это явление охрупчивания получило название «деформационное старение».

Хрупкое разрушение – один из самых опасных видов разрушения, приводящий к огромным экономическим потерям. По причине хрупкого разрушения возникают обрушения крупных цехов промышленных предприятий, мостов, кожухов доменных печей и других конструкций. Нередко хрупкое разрушение отдельных элементов приводит к полному обрушению всех металлоконструкций цехов и промышленных сооружений.

К неблагоприятным термическим воздействиям на материал относятся термический цикл сварки, вызывающий укрупнение зерна феррита и появление закалочных структур, и пребывание (замедленное охлаждение) легированных сталей в диапазоне температур развития обратимой отпускной хрупкости ($450-580^{\circ}\text{C}$), вызванной сегрегацией вредных примесей типа фосфора по границам зерен.

Отпуск при термической обработке легированных сталей в диапазоне $320-380^{\circ}\text{C}$ после закалки приводит к развитию необратимой отпускной хрупкости, обусловленной предпочтительным выделением карбидов по границам зерен.

Особенно существенное охрупчивание металла возникает в результате нарушения технологии сварки – попадания влаги в сварочную ванну, использования непросушенных сварочных материалов, обуславливающих появление в структуре сварного соединения закалочных структур и наводороживание.

Указанные виды воздействий на стадии изготовления, транспортировки и монтажа конструкций относятся к технологическим факторам охрупчивания.

К эксплуатационным факторам охрупчивания относятся все виды тепловых, механических, коррозионно-механических и коррозионных воздействий в период эксплуатации конструкции.

Типичные степени охрупчивания свариваемых конструкционных сталей при разных его видах представлены на рис. 1.1.

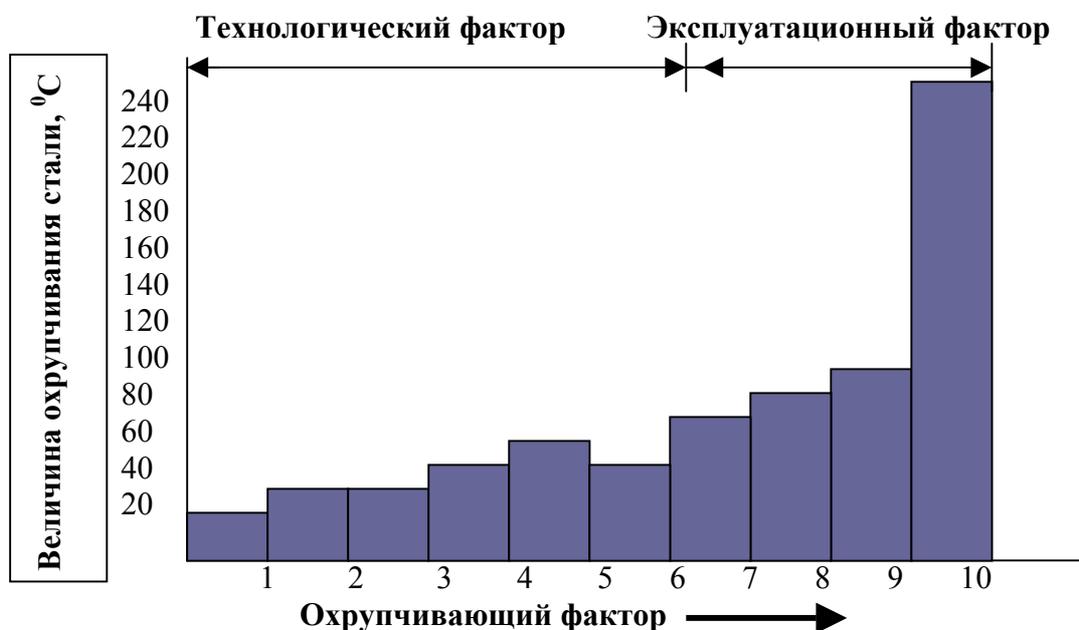


Рис.1.1. Влияние технологических и эксплуатационных факторов охрупчивания на величину охрупчивания конструкционных сталей:

1 – холодная вальцовка; 2 – деформационное старение; 3 – термический цикл сварки; 4 – обратимая допуская хрупкость; 5 – попадание влаги в сварочную ванну; 6 – малоцикловая усталость; 7 – тепловая хрупкость сталей со структурой феррит-перлит; 8 – наводороживание в парогазовой среде; 9 – сероводородное растрескивание; 10 – тепловая хрупкость сталей со структурой сорбита отпуска.

С современных позиций определение степени повреждаемости материала и возможности его разрушения обязательно предполагает учет стадийности, вид, условия и среду нагружения. Поскольку на всех стадиях разрушения исключительно велика роль пластической деформации, правомерно при диагностировании материала всегда учитывать связь характеристик его структуры с особенностями пластической деформации при зарождении и распространении трещин.

При однократном нагружении в зависимости от величины пластической деформации у вершины трещины различают хрупкое и вязкое разрушение.

Хрупким называют такой вид разрушения твердого тела (элемента или всей конструкции), при распространении трещины в котором размер зоны пластической деформации у вершины трещины пренебрежительно мал по сравнению с размером трещины или поперечным размером твердого тела. (элементом конструкции), вязким – когда размер зоны пластической деформации у вершины распространяющейся трещины сравним с величиной трещины или поперечным размером твердого тела.

К числу наиболее часто встречающихся режимов нагружения следует отнести повторное (переменное) приложение нагрузок.

Смена вязкого разрушения хрупким – суть хладноломкости материалов. Переход твердого тела в хрупкое состояние в 1924г. был впервые описан А.Ф.Иоффе. (Горицкий В.М. Диагностика металлов. М.: Metallurgizdat, 2004. – С. 123)

Согласно предложенной им схеме (рис.1.2), существует параметр, характеризующий сопротивление твердого тела хрупкому разрушению – сопротивление отрыву $S_{отр}$, или хрупкая прочность. Величина $S_{отр}$ в пределах точности ее определения не зависит ни от температуры, ни от скорости нагружения, а предел текучести $\sigma_{0,2}$ довольно круто возрастает при понижении температуры, приближаясь к значениям хрупкой прочности, а при температуре пересечения кривых $S_{отр} = f(T)$ и $\sigma_{0,2} = f(T)$ происходит смена механизмов разрушения.

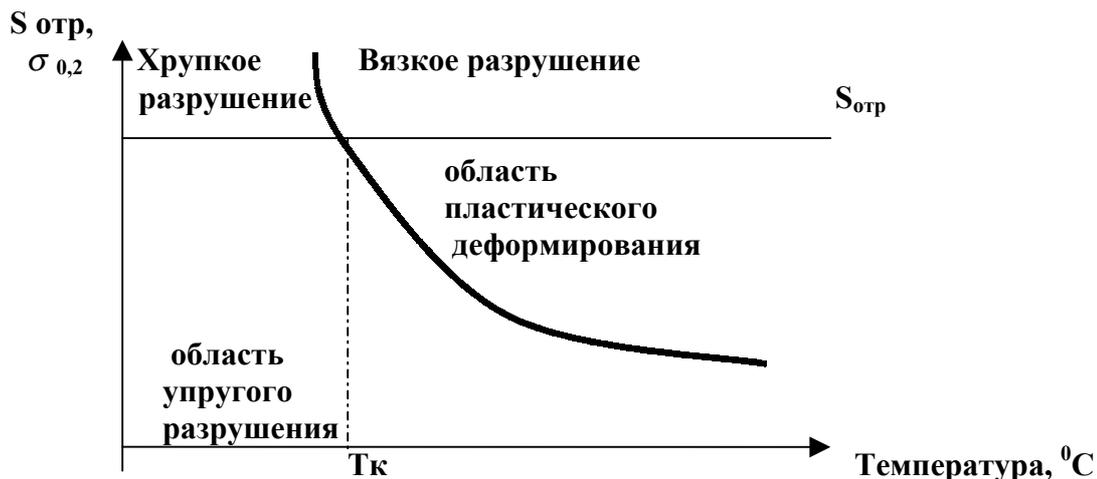


Рис.1.2. Схема механического состояния твердого тела по Иоффе:
 T_k – критическая температура хрупкости

Точка пересечения линии $S_{отр}$ и $\sigma_{0,2}$, соответствующая критической температуре хрупкости T_k , делит схему на две температурные области: левее точки пересечения располагается область хрупких разрушений, так как под нагрузкой до момента разрушения материал претерпевает лишь упругие деформации ($\sigma_{0,2} > S_{отр}$): правее – область вязких разрушений, так как под нагрузкой материал пластически деформируется до разрушения ($\sigma_{0,2} < S_{отр}$).

Чем ниже критическая температура хрупкости, тем при прочих равных условиях шире область вязкого состояния, при котором $\sigma_{0,2} < S_{отр}$.

Появлению хрупкого разрушения способствует высокая скорость нагружения, низкие температуры, объемное напряженное состояние, развивающееся у концентраторов напряжений – дефектов (трещин).

Критическая температура T_k , согласно схеме Иоффе, соответствует силовому критерию разрушения $S_{отр} = \sigma_{0,2}$. Она получила название «вторая критическая температура хрупкости T_{k2} и используется для разграничения области хрупкого разрушения и квазихрупкого, т.е. области, где имеются ограничения по величине пластической деформации. (Горицкий В.М. Диагностика металлов. М.: Metallurgizdat, 2004. – С. 23)

При эксплуатации оборудования и конструкций разного назначения имеют дело с разными рода дефектами и концентраторами, способными вызвать разрушения материала при напряжениях, существенно меньших предела текучести.

Существует несколько стадий процесса разрушения. Применительно к конструкционным материалам можно выделить следующие:

1. Зарождение микропоры на границе раздела матрица – частица второй фазы в результате пластической деформации матрицы или в результате растрескивания самой частицы;
2. Стабильный рост микропоры с образованием полости вокруг частицы второй фазы;
3. Нестабильный (ускоренный) рост микропоры до встречи с соседними парами или поверхностью тела с образованием поры (полости или ямки).

При обнаружении в конструкции трещиноподобных дефектов и трещин необходимо установить причину их появления. Без установления развития повреждаемости и трещинообразования в конструкции, как правило, невозможны ее качественный ремонт, установление параметров и критериев предельного состояния и на их основе – срока возможной эксплуатации.

Заключение

На сегодняшний день трудно переоценить значение диагностики технического состояния объектов. В первую очередь это относится к сварным металлоконструкциям.

Техническая диагностика является сложной комплексной научно-технической и организационной задачей. Техническая диагностика сварных металлоконструкций и объектов требует проведения научно-исследовательских работ по определению методик, приборного обеспечения и технических средств, необходимых для всестороннего и объективного обследования объектов, находящихся на грани истощения ресурса работоспособности. Учитывая сегодняшнее состояние экономики России, реновация (ремонт, восстановление и реконструкция) будет являться основным способом предупреждения техногенных катастроф и продления срока эксплуатации сварных конструкций, следовательно, вопросам технической диагностики необходимо уделять особое внимание.

Список литературы:

- 1) Горицкий, В.М. Диагностика металлов/ В.М.Горицкий – М.: Металлургиздат., 2004. – 401 с.
- 2) Грибов, В.В. Диагностика технического состояния сварных металлоконструкций / В.В.Грибов // Сварщик-Профессионал. №6. 2004. – С.3-4.

О НЕОБХОДИМОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРКИ

Баева Л.С.¹, Пашеева Т.Ю.² (¹ Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта; ² Мончегорский филиал МГТУ, кафедра ТмиС)

Аннотация. Рассмотрены вопросы повышения качества сварочных работ. Особое внимание уделено мероприятиям в области сварочного производства, направленных на разработку, создание и внедрение комплексной системы управления, обеспечивающей систематическое повышение качества сварки на всех технологических стадиях и уровнях производства.

Введение

Количество сварных соединений на объектах судостроения чрезвычайно велико.

Проблема повышения качества и надежности сварных соединений продолжает оставаться исключительно важной и актуальной.

Для повышения качества сварки недостаточно только применять прогрессивную технологию, необходимо также постоянно совершенствовать систему контроля за качеством сварочных работ.

Традиционные формы влияния на качество сварки путем проведения ряда отдельных мероприятий оказываются малоэффективными. Это объясняется тем, что принимаемые меры не носят постоянный, системный характер и не охватывают весь комплекс производственных задач. Следовательно, важнейшим мероприятием в области сварочного производства следует считать разработку, создание и внедрение комплексной системы управления, обеспечивающей систематическое повышение качества сварки на всех технологических стадиях и уровнях производства.

На формирование качества сварки также оказывают влияние ряда недостатков: высокий удельный вес ручного труда, недостаточная оснащенность производства передовой сварочной техникой, необходимым инструментом и приспособлениями, качественными сварочными материалами, недостаточное внедрение прогрессивной технологии. Практически не налажен учет качества и его анализ, не отработана организация и система технического контроля, отсутствует обратная связь контроль – технология.

Условия и факторы, определяющие и обуславливающие качество сварки

Судоремонтное предприятие имеет целый ряд присущих ему особенностей. К наиболее характерным можно отнести следующие:

- выполнение сварочных работ на открытой площадке, под воздействием различных атмосферных условий;
- работа в сложных, нестационарных условиях, в частности на высоте и т.д.

Эти особенности оказывают большее или меньшее влияние на качество сварки в зависимости от уровня развития и функционирования сварочного производства. Объемы применения ручной дуговой сварки при судоремонте составляют в среднем от 50 до 95%. Общий процент снижения ручной сварки обеспечивается за счет внедрения механизированных способов сварки в СО₂, под флюсом. Однако на объектах судоремонта подавляющее большинство преимущественно по прежнему имеет ручная дуговая сварка.

В процессе исследования дефектов установлено, что каждой однородной группе сварных соединений (даже при одном и том же способе сварки) присуща определенная

дефектность, отличающаяся по видам, размерам, количеству дефектов. Это влияние связано с особенностями действия и изменения факторов влияния, проявляющимися для каждой конкретной группы соединений.

При изготовлении сварных соединений могут возникать разнообразные макро- и микродефекты в наплавленном металле шва, околошовной зоне и наружной поверхности шва, а также дефекты микроструктуры формы шва, геометрического несовершенства: перекос соединения, смещения.

Различные характер, форма и расположение дефектов в сварном соединении требуют различного подхода для их выявления, т.е. технический контроль должен включать разнообразные методы (комплекс методов), обеспечивающие выявления всех видов дефектов и измерение их размеров.

Классификация структуры дефектов по способам их выявления (обнаружения) устанавливает разделение дефектов на четыре класса.

Дефекты 1 класса выявляют и измеряют при визуальном контроле с помощью мерительного инструмента: линейки, шаблонов, оптических приборов. Это, как правило, наружные (поверхностные) дефекты формы шва, а также дефекты несплошности, выходящие на поверхность шва.

Дефекты 2-го класса выявляют и измеряют косвенно с помощью различных неразрушающих методов контроля: радиационных, ультразвуковых, магнитных. Это, как правило, внутренние макродефекты – несплошности металла шва: поры, шлаковые включения, непровары, трещины.

Дефекты 3-го класса выявляют и измеряют при помощи разрушающих испытаний: механических, металлографических. Это внутренние дефекты сплошности, в том числе и структуры металла шва, зоны термического влияния, различные виды несплавлений, микротрещин. Как правило, это микродефекты, не обнаруживаемые методами, используемыми для 1-го и 2-го классов.

Дефекты 4-го класса не обнаруживаются применительными на практике методами. К ним относятся различные скрытые дефекты, например внутренние напряжения в шве, напряжения в соединениях, различные субмикродефекты, несовершенства структуры.

Анализ дефектности сварных соединений по предлагаемой классификации показывает, что наибольшее количество дефектов шва падает на 1-е и 2-е классы. Однако первое место по информативности занимает 3-й класс. Несмотря на редкие и небольшие объемы контроля с разрушением, его информативность и достоверность превосходят 1-й и 2-й классы, хотя значительно уступают им в оперативности. Из анализа вытекает необходимость повышения достоверности методов контроля первых двух классов в реальных условиях объектов и использования 3-го класса преимущественно для проверки объективности выявления дефектов по 1 и 2 классам.

Дефектность как критерий состояния качества

Главное требование, предъявляемое к сварочному соединению - обеспечивать необходимую прочность и герметичность соединяемых элементов металлоконструкций. По прочности и пластичности сварной стык должен быть равным или более прочным и пластичным, чем металл соединяемых элементов. Герметичность (плотность) стыков имеет особое значение в судостроении и судоремонте, поэтому качество сварных соединений определяется совокупностью таких свойств, как прочность, пластичность, надежность, отсутствие или наличие макро- и микродефектов в наплавленном металле и околошовной зоне, коррозионная стойкость и т.п.

Как показывает длительная практика эксплуатации сварных соединений, их надежность и работоспособность зависят от наличия в швах различных дефектов

(трещин, непроваров, включений, газовых пор, дефектов формы). Определить качество соединения (шва) – значит, его количественно измерить и оценить. В процессе изготовления сварного соединения характеристиками свойств шва является различного рода дефектность. Дефектность швов характеризуется типом, размерами, количеством, формой и т.п.

Определение качества шва состоит из двух последовательных этапов. Первый – получение первичной информации о фактическом состоянии, т.е. наличии или отсутствии дефектов. Информацию получают по результатам различных неразрушающих методов контроля (НМК), например, визуального осмотра, рентгенографии, ультразвукового контроля и т.д. Второй этап – сопоставление первичной информации с требованиями и нормами на сварное соединение, т.е. установление соответствия или несоответствия фактических данных требуемым. Эта вторичная информация и дает оценку качества шва – годен или негоден. Таким образом, объективно определить качество можно только при условии его количественного измерения. Для этого необходимо осуществить технический контроль, измерить характеристики свойств сварного шва и сравнить их с требованиями норм.

Следовательно, одним из основных путей повышения качества сварки является организация эффективной системы контроля.

Образование дефектов шва (рассматривается только для способов сварки плавлением) связано с особенностями металлургических и тепловых процессов, протекающих непосредственно при расплавлении, кристаллизации и остывании металла, а также с действием различных производственных факторов, оказывающих влияние на все стадии формирования сварного соединения. Обычно конструктивные размеры, форма шва, прочность, пластичность, допустимость несплошностей и другие свойства готовых сварных соединений регламентируются нормативной документацией. Сварные соединения, выполняемые в производственных условиях, могут иметь отступления от требований норм. Каждое такое отступление (или несоответствие) сварного соединения от требований, установленных нормативной документацией, будем называть дефектом.

При производстве сварных деталей и конструкций образуются дефекты различного вида, которые условно можно классифицировать на:

- дефекты подготовки и сборки;
- дефекты формы шва;
- наружные и внутренние дефекты.

Надежность и долговечность сварных конструкций при эксплуатации зависят от качества и работоспособности различного рода сварных соединений. В свою очередь на работоспособность сварных соединений оказывают существенное влияние дефекты сварки. Дефекты в виде трещин, непроваров, пор уменьшают рабочее сечение шва, ослабляя его прочность, а также создают большие концентрации напряжений (особенно дефекты в виде острых надрезов), являясь очагами разрушений.

Влияние различных дефектов не однозначно и находится в зависимости от свойств свариваемых материалов, конструкции соединения, остаточных напряжений, от вида нагрузок и наличия концентраторов напряжений, от температурных воздействий, агрессивности среды и других условий эксплуатации, от параметров самих дефектов, их расположения и сочетания.

К наиболее опасным дефектам следует отнести сильно вытянутые и острые по очертаниям дефекты типа трещин, непроваров, несплавлений, подрезов. К менее опасным относят дефекты округлой формы типа отдельных пор и шлаковых включений. Оказывает на работоспособность соединения также и ориентированность

(направленность) дефектов. Опасной ориентировкой дефекта является такая, при которой наибольшие растягивающие напряжения в конструкции действуют перпендикулярно к направлению вытянутого дефекта; наименее опасной – при которой растягивающие напряжения действуют параллельно направлению дефекта. Опасными дефектами являются также дефекты округлой формы типа вытянутых пор – свищей, выходящих на поверхность шва, а также цепочки и скопления пор, приводящие к нарушению герметичности.

При статической нагрузке и пластичном материале влияние размера непровара на потерю прочности примерно пропорционально площади непровара. При малопластичном материале и динамической нагрузке линейная пропорциональность нарушается. В этом случае сравнительно небольшие дефекты могут существенно влиять на прочность.

Влияние дефектов на надежность сварного соединения увеличивается с увеличением длительности работы конструкции в напряженном состоянии, и особенно в условиях низких температур и коррозионного воздействия. Частыми причинами отказов стыков являются грубые нарушения технологических операций по сборке и сварке, приводящие к критическим дефектам: сплошные непровары, скопления пор и шлаковых включений, трещины.

В процессе изготовления, транспортировки и монтажа сварных конструкций разрушения швов, имеющих дефекты, происходят от локальных нагрузок, связанных с изгибом конструкции. Довольно часто нарушаются требования проектной документации по обеспечению формы сварного шва (размеров катетов, протяженности шва, усиления). Особенно часто при ручных способах сварки нарушается форма усиления шва. Более 50% всех швов сварки имеют большую высоту, чем требуется по нормам, отсутствует плавный переход от наплавленного металла к основному, валик (усиление) шва неравномерный, часто с грубой чешуйчатостью.

Разрушения шва в условиях статических нагрузок при длительной эксплуатации связывают также с изменением механических свойств металла шва в дефектных зонах – явление деформационного старения и охрупчивания. Эти явления возможны и при повторных нагревах металла, например при неоднократном направлении (удалении) дефектных мест.

В условиях динамических нагрузок особую опасность представляют трещиноподобные дефекты – концентраторы (трещины, непровары и включения с острыми углами, подрезы, нарушения формы). Такие дефекты и при статических нагрузках могут стать очагами хрупких разрушений, не говоря уже о динамических.

Очевидно, что дефекты вызывают снижение прочности, плотности и работоспособности сварных соединений (швов) в процессе эксплуатации объекта, поэтому по наличию дефектности в сварном шве судят о качестве соединения. Дефектность можно считать основным определителем качества сварного соединения в процессе его изготовления.

Основной путь повышения качества сварных соединений – предупреждение и снижение дефектности. Эта задача является многоплановой, требует решения комплекса вопросов и системного подхода.

Установление и учет действующих факторов влияния и причин дефектности на каждом конкретном объекте с последующей их систематизацией по степени воздействия – серьезная производственно-исследовательская работа.

Первоначальный учет и анализ проводим с помощью факторных таблиц. Такая таблица представляет собой простейшую схему – алгоритм, связывающий три явления: фактор – причина – дефект (Ф-П-Д). (Денисов, Л.С. Повышение качества сварки в строительстве/ Л.С.Денисов М.:Стройиздат, 1982 -160с.)

Факторные таблицы составляют на основании контроля и анализа сварочного производства в течение трех-пяти лет. Таблицы являются важным практическим инструментом по учету и анализу факторов влияния и причин дефектности.

Таблица 1. Классификация причин по факторной цепочке для сварочных материалов

Фактор-состояние сварочных электродов		
Отрицательные факторные параметры		
Влажность обмазки	Сушка и прокалка не проводятся или неудовлетворительны	Не защищено место сварки от ветра, дождя, снега
Эксцентричность	Эксцентричность сплошная. Брак поставщика.	Эксцентричность до 50% всей партии. Брак поставщика
Низкая прочность обмазки	У всех электродов, брак поставщика	До 50% партии. Брак поставщика
Дефекты поверхности обмазки	Отколы, трещины больше допустимых по стандарту. Брак поставщика.	Отколы, трещины. Брак поставщика
Коррозия стержня электрода	По всей длине всей партии. Брак поставщика	По всей длине всей партии. Резкое увлажнение при длительном хранении в неудовлетворительных условиях
Технологические свойства	Плохое зажигание. Брак поставщика	Нестабильное горение дуги. Брак поставщика

Для учета и анализа используют также очень удобные и наглядные схемы типа «рыбий скелет». Эти схемы отображают последовательность трех явлений: Ф-П-Д. Схему составляют обычно для конкретного объекта. Путем систематизации факторов и их причин определяют конечный результат – дефектность и ее структуру.

Анализ факторов влияния и причин следует проводить на основании большого объема наблюдений. Конечным результатом анализа является определение статистической связи между доминирующими причинами и структурой дефектности. Методика учета и первичного анализа информации о факторах влияния включает следующие основные задачи:

- выявление и учет действующих факторов на объекте;
- определение ОФВ и причин на объекте с использованием факторных таблиц, а также путем изучения конкретного производства;
- систематизация причин, выделение доминирующих причин;
- определение частоты доминирующих причин;
- установление частоты брака по контролируемым соединениям в зависимости от той или иной причины.

При учете и анализе действующих причин важно устанавливать не только качественную, но и количественную связь причин с образуемой ими дефектностью. Количество дефектов и структура дефектности являются окончательной оценкой - мерой опасности действующей причины или причин, поэтому звено цепочки причина – дефект должно быть выражено количеством, размерами и типом дефектов по каждой действующей причине. Поскольку на объекте сварочных работ действует несколько причин (от 15-25) оператору нелегко установить такую связь по каждой причине. Для устранения ошибок и определения главных – доминирующих причин дефектности предложена экспериментально-расчетная схема по алгоритму Ф-П-Д (рис.1)

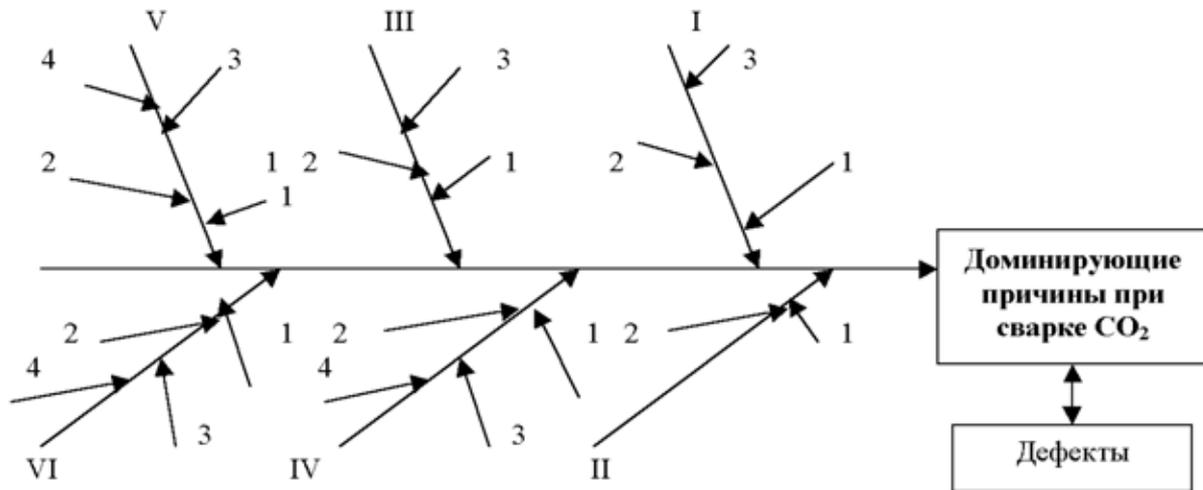


Рис.1. Схема «рыбий скелет». Анализ доминирующих причин при полуавтоматической сварке в углекислом газе и связей причина – дефект

- I – CO₂: 1 - влажность, 2 - примеси; 3 - недостаточная защита;
- II – сварочная проволока: 1 - грязь, масло; 2 - ржавчина;
- III – подготовка: 1,2 - непровар, скос кромок; 3 - кромки не зачищены;
- IV – сборка : 1 - неудовлетворительная прихватка; 2 - смещение; 3 - не выдержан зазор; 4 – нет зачистки;
- V – технология: 1 - нарушен режим; 2 - плохой контакт; 3 - разбрызгивание; 4 – частый отрыв дуги;
- VI – условия: 1- нет сборочного приспособления; 2 - сквозняки; 3 - стесненность; 4- плохая освещенность.

После накопления информации переходим ко второму этапу – определению количественной связи причина – дефект.

Заключение

Главным недостатком в организации повышения качества сварки можно считать отсутствие комплексного системного подхода.

В основу построения системы управления качеством сварочных работ должны быть положены следующие главные принципы:

- централизация и независимость контроля;
- разделение контролируемых элементов на однородные совокупности;
- измерение качества по количественным показателям;
- систематический учет и накопление информации;
- факторно-причинный анализ производства по дефектности;
- планирование уровня качества;
- стимулирование качества.

На основе решения комплекса задач разрабатываем модель управления качеством сварочных работ. Модель реализует научные, технические, организационные, экономические, вероятностные и другие принципы активного воздействия на всех стадиях формирования качества сварных соединений. Базу модели составляют количественные измерители качества с управляющей цепочкой – фактор – причина – дефект.

Модель управления включает семь основных блоков:

- 1) учет, обработка и формирование информации;

- 2) измерение качества и анализ дефектности;
- 3) учет и анализ состояния технологических процессов;
- 4) учет и анализ причин дефектности;
- 5) расчеты базовых характеристик, используемых при управлении;
- 6) планирование качества и его стимулирование;
- 7) процедуры управления качеством

Проблему повышения качества сварки необходимо решать на основе комплекса мер: системы предупреждения брака с применением статистических методов управления качеством, прогрессивной организации контроля, развития и совершенствования сварочного производства, средств технического контроля, планирования качества.

Знать о состоянии факторов влияния и о пределах их изменчивости на объекте в данный момент – значит уметь управлять производством, предупреждать появление брака и, следовательно, управлять качеством сварки.

Список литературы:

- 1) Денисов, Л.С. Повышение качества сварки в строительстве/ Л.С.Денисов М.: Стройиздат, 1982 -160с.
- 2) Адлер, Ю.П. Управление качеством. Часть 1./ Ю.П.Адлер М.: «МИСИС», 2002 – 138 с.

ПРОБЛЕМЫ ГАРМОНИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Пашеева Т.Ю. (Мончегорский филиал МГТУ, кафедра ТмиС)

Нашей стране нужны новые фундаментальные и прикладные знания в области экономических, естественных и технических наук, позволяющие выявить и освоить ресурсные и технологические возможности обеспечения экономического роста.

Сегодня заметны позитивные сдвиги в экономике страны, однако ожидаемый переход от экономики с сырьевой направленностью к экономике с инновационно-ориентированным промышленным производством товаров и услуг явно затягивается, финансовая макроэкономика продолжает доминировать над технологической.

Нельзя сказать, что высшая школа и другие образовательные учреждения не уделяют внимания совершенствованию профессиональной деятельности персонала. Напротив, во все времена забота о преподавательских кадрах, их квалификации и профессиональном росте являлась одной из главных (основных) в деятельности учреждения. Другое дело, что в оценке деятельности сотрудников и подразделений недостаточно четко прослеживается подход, позволяющий сформировать цельное восприятие деятельности сотрудников через профессиональную компетентность.

Современное состояние уровня профессионализма специалистов в России и в промышленно развитых странах Запада можно представить в виде схемы на рис.1.

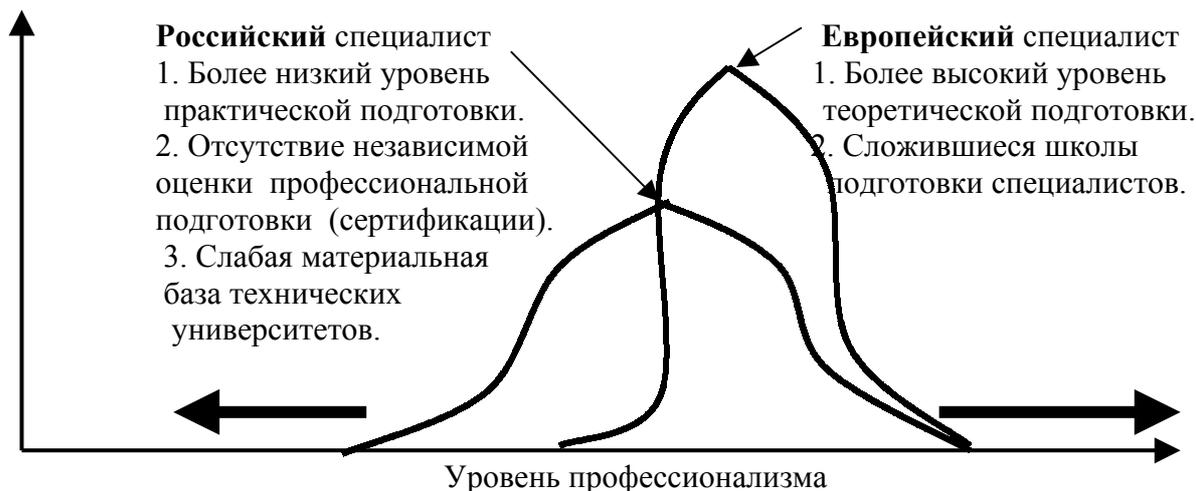


Рис.1. Схема сопоставления уровня профессионализма российских и зарубежных специалистов сварочного производства

Следует отметить, что разброс уровня профессионализма российских специалистов значительно больше. Благодаря традиционно более высокому уровню теоретической подготовки российские специалисты в ряде случаев превосходят западных. Вместе с тем, левая ветвь представленной на рис.1. зависимости распределения далеко уходит от аналогичного для западных специалистов. По мнению специалистов, это можно объяснить более низким уровнем практической подготовки в части знания нормативной документации, нацеленности на практическое использование приобретенных знаний и умений. Вторая причина этого расхождения связана с отсутствием системы независимой оценки профессиональной подготовки (сертификации) отечественных специалистов, что ведет к снижению требовательности. Существенную негативную роль играет слабая материальная база технических университетов и ослабевшая в последние годы связь университетов с производством.

В связи с этим большое значение имеет развитие системы инновационного образования – поиск перспективных моделей подготовки и переподготовки специалистов, стимулирующих достижение того эффекта, который в действительности ожидается при переходе экономики с сырьевой направленностью к экономике инновационного типа. Поиск подобного рода моделей зафиксирован в проектах создания университетов инновационного типа, в концепциях модернизации российского образования, где предусматривается формирование многоуровневой системы подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов для инновационной деятельности в производственно-технической и научной сферах.

Нехватка рабочих рук становится главным препятствием для реализации промышленных инвестпроектов. Проблема дефицита кадров в промышленности, обострившаяся в последние годы, вышла на качественно новый уровень.

Механизм образования кадрового дефицита, характерен для всех отраслей:

- спад производства в 90-х годах «вымыл» кадры из промышленности;
- нарушил систему их воспроизводства (многие ПТУ и техникумы закрылись, а те, что продолжали действовать, работали вхолостую – готовили специалистов без учета реальных потребностей предприятий).

Мы должны смотреть вперед и понимать, что с таким качеством рабочей силы невозможно стать конкурентоспособным на большом рынке. Кадровая политика должна быть пересмотрена.

Проблему усугубляет и то, что у населения неадекватное спросу на рынке труда представление о модных и, наоборот, непрестижных специальностях. Правильно организованная пропаганда могла бы существенно улучшить репутацию инженерно-технических профессий и привлекать новых кандидатов на обучение этим специальностям.

Экономический рост и переход на инновационный путь развития в России будет ограничиваться только дефицитом человеческого капитала. Так что подобная ситуация, когда образование становится дорогим, а демографическая ситуация кардинальным образом не улучшается, предъявляет новые требования к развитию системы высшего образования.

Поиск готовых специалистов на рынке труда – не выход. Рынок уже исчерпан, в свободном обращении специалистов почти не осталось. Например, если менеджеров по продажам для промпредприятий пока найти можно, поскольку человека, имеющего опыт продаж, можно достаточно точно переучить, то с инженерными специальностями все намного сложнее. Хороших инженеров и технических специалистов для предприятий найти почти невозможно. Мало того, квалификация ищущих работу специалистов часто отстает от развития реального производства, так как технологии и оборудование на нем меняется быстрее, чем они успевают их осваивать.

За пятнадцать лет в России произошел сбой в системе образования и в сознании граждан. Все стремятся получить высшее образование, а авторитет простого рабочего находится на очень низком уровне.

Очевиден перекосяк и в структуре подготовки специалистов. Юристов и экономистов в несколько раз больше, чем требуется. В то же время практически не найти профессионального сварщика, токаря, электрика или строителя.

Решение проблемы может быть только одно – совместными усилиями учебных заведений, бизнеса, профсоюзов, общественных организаций повысить престиж рабочих профессий, инженерно-технических кадров. Необходимо выстроить стратегию развития инженерного образования, прогнозировать потребность экономики в тех или иных профессиях, привлекать работодателей к деятельности по профессиональному ориентированию молодежи.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СУДОВ ДЛЯ ЯРУСНОГО ЛОВА

Петрова Н.Е., Колодкин И.А., Кумова Ж.В. (*Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта*)

Abstract. Concept of introduction the limited resource technologies on the basis of large-scale development circle fishing is considered. Modernization of ships for circle fishing allowing to create conditions for development of this fishing on Northern Pool is offered.

Аннотация. В статье рассмотрена концепция внедрения ресурсосберегающих технологий на основе широкомасштабного развития ярусного промысла. Предложена модернизация судов для ярусного лова, позволяющая создать условия для развития этого промысла на Северном бассейне.

1. Введение

Отечественный рыбный промысел Северного бассейна осуществляется в основном с помощью траловых судов, в том числе и маломерных, занимающихся прибрежным ловом. Но исследования показывают, что прибыль, получаемая в результате увеличения добычи морересурсов, сопровождается ущербом, наносимым морской экосистеме траловым промыслом.

Существует концепция оптимизации промысла донных рыб в Баренцевом море на основе широкомасштабного развития ярусного промысла. Суть заключается в том, чтобы максимально уменьшить губительный траловый промысел, заменив его ярусным. Это позволит вовлечь в промысел старшие возрастные группы донных рыб, которые недоступны для вылова траллирующими орудиями лова, существенно снизить или исключить смертность молоди рыб и, таким образом, даже при слабой урожайности поколений, дать возможность стабильно пополнять промысловый и нерестовый запасы и обеспечить многолетний высокий вылов.

Для того, чтобы осваивать этот промысел, необходимы специальные суда-ярусоловы. В современных условиях рыночных отношений постройка новых судов требует больших затрат, которые не могут позволить судовладельцы, таким образом доступным в этих условиях может быть модернизация уже существующих судов.

2. Концепция оптимизации промысла на основе развития ярусного лова

Концепция оптимизации промысла донных рыб в Баренцевом море на основе широкомасштабного развития ярусного промысла состоит в том, что применение укрупненной ячеи не страхует запас от чрезмерного вылова, поскольку без ограничения объемов вылова будет добыто тоже количество рыбы, но с большими затратами времени и моторесурсов.

Живые ресурсы Баренцева моря являются национальным богатством, прежде всего России и Норвегии, поскольку в рыболовных зонах этих двух стран происходит основной жизненный цикл большинства промысловых гидробионтов и ведется самое активное рыболовство.

Благодаря широкомасштабным совместным научным исследованиям, которые проводились учеными этих стран еще в доперестроечный период, была создана надежная правовая основа и механизм сотрудничества между Россией и Норвегией в области рыболовства и сохранения морских живых ресурсов в виде целого ряда межправительственных соглашений и договоренностей.

Благодаря усилиям Российско-Норвежской комиссии удалось привести рыболовство обеих стран в Баренцевом море на лимитированную основу, а по тем видам, запасы которых низки, введен запрет на их промысел или ограничен прилов.

Для проведения научных исследований и внедрения технологии ярусного промысла на Северном бассейне в 1991 году ведущими специалистами ПИНРО было учреждено ООО «Персей». Исследования проводились на специализированных судах МИ-1542 «Кади», МИ-1390 «Константин Константинов», М-0235 «Долгощелье» и М-0234 «Котоярви» в районах Баренцева моря и в прибрежных водах Мурманска с использованием ярусных и сетных орудий лова (Монография «Ярусный промысел в водах Мурманска», Чумаков, Глухов, 1994).

3. Модернизация судов для ярусного лова

В Баренцевом море промысел рыбы осуществляется в основном с помощью траловых судов, как маломерных, занимающихся прибрежным промыслом, так и среднетоннажных.

Для ярусного лова НПП «Вега» были переоборудованы суда проекта 503. Средний рыболовный траулер пр. 503 выпускается в различных модификациях (503М/К, 503МК, 503М/М, 503Н, 503М/РОС, 503МЯ). Строит суда ОАО «Ярославский судостроительный завод». Хорошо спроектированный корпус судна, большая промысловая палуба делают данный проект одним из самых используемых среднетоннажных траулеров российского производства.

Вместе с тем данный проект имеет ряд недостатков:

- недостаточная мощность ССУ, не дает возможность работать разноглубинными тралами;
- площадь рыбофабрики ограничена, что не позволяет полноценно оборудовать ее под стандарты ЕС;
- устаревшая конструкция ходового мостика ограничивает обзор и не позволяет разместить современное радио и рыбопоисковое оборудование.

По виду лова необходимо произвести монтаж ярусной линии «Mustad» для судов-ярусоловов, перепланировку ходового мостика, произвести демонтаж переборок, замену валогенератора, в/н дверей, монтаж поста управления судна и современного радио и рыбопоискового оборудования. В результате переоборудования палуба бака продляется до кормы, рыбофабрика размещается на главной палубе, объем трюма увеличивается до 410 м³ за счет объединения грузового и сетного трюма (вместимость 240 т мороженой продукции).

Проведение модернизационных работ ставит задачу контроля технического состояния судна. Для выявления закономерностей и предупреждения повреждений корпусных конструкций и отказов судовых технических средств судна необходимо обобщить и проанализировать материалы по ремонтам с момента постройки. Проблема оптимизации технического состояния является постоянно актуальной, прежде всего для эксплуатирующего флот организаций, потому что они являются потребителями этих разработок, создающих гарантии безопасности мореплавания и получения экономического эффекта, существенно превосходящего затраты на них.

4. Заключение

Модернизация судов для ярусного лова позволяет создать условия для развития этого промысла на Северном бассейне. Необходимо внедрять ресурсосберегающие технологии, чтобы максимально уменьшить губительный траловый промысел, заменив его ярусным и сетным.

Список литературы:

- 1) **Чумаков, Глухов.** Монография «Ярусный промысел в водах Мурманска», 1994.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ СУДОХОДСТВА КЛАССИФИКАЦИОННЫМИ ОБЩЕСТВАМИ

Баева Л.С., Петрова Н.Е., Котов С.В., Кумова Ж.В., Чистякова М.А.
(Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Abstract. In article the methods directed on improvement of quality and efficient control by courts are considered. Necessity of increase of the control of a technical condition for maintenance of necessary level of their reliability is shown.

Аннотация. В статье рассмотрены методы, направленные на повышение качества и эффективности управления судами. Показана необходимость повышения контроля технического состояния судов для обеспечения необходимого уровня их надежности.

1. Введение

Безопасность человеческой жизни на море определяется многими факторами. Исторически сложилось, что мировое сообщество рассматривало проблему безопасности прежде всего под техническим углом зрения.

Чтобы быть безопасным, судно должно быть спроектировано и построено в соответствии со стандартами безопасности. В процессе эксплуатации безопасность судна складывается из двух составляющих: поддержание безотказной работы судовых систем и судна в целом и безопасная навигационная эксплуатация.

Важным фактором обеспечения безопасности человеческой жизни на море является организация поиска и спасательных операций в случаях бедствий. Сюда можно отнести и такой фактор, как организация безопасного труда экипажа судов. Принимая во внимание то, что основной (до 80%) вклад в аварийность вносит человеческий фактор, для снижения его вредного влияния следует учитывать целый ряд обстоятельств, связанных с условиями жизни и труда, взаимоотношениями в экипаже, усталостью, национальными и религиозными различиями и т.п.

Терроризм и пиратство являются дополнительными факторами, которые в последнее время оказывают все большее влияние на безопасность человеческой жизни на море.

На повышение уровня безопасности судоходства в значительной степени влияют страховые компании, которые требуют значительные страховые ставки, если судно не отвечает тем или иным стандартам безопасности. К стандартам безопасности относятся международные конвенции, кодексы, нормативные акты Международной морской организации (ИМО), требования морских администраций, правила классификационных обществ.

Именно классификационные общества отслеживают весь цикл жизни судна от начала его проектирования и до разделки на металлолом. Сферы деятельности классификационных обществ постоянно расширяются. На уровне правительств разрабатываются и принимаются новые международные документы, контроль за соблюдением которых, морские администрации возлагают на классификационные общества.

2. Методы обеспечения безопасности судоходства

Главным инструментом классификационного общества для обеспечения безопасности судоходства является его нормативная база. Эти документы постоянно совершенствуются на основе новых достижений науки и новых документов,

разрабатываемых Международной морской организацией (ИМО) Европейского Союза и Международной ассоциацией классификационных обществ (МАКО).

Рассмотрим, какую роль играет классификационное общество в области обеспечения безопасности судоходства, на примере Российского морского регистра судоходства (РМРС).

Основными направлениями деятельности РМРС являются следующие:

- освидетельствование судов в постройке и эксплуатации;
- классификация и техническое наблюдение за проектированием, постройкой, эксплуатацией и ремонтом судов и плавучих сооружений с атомными энергетическими установками;
- классификация и техническое наблюдение за проектированием и постройкой морских стационарных и плавучих буровых платформ;
- повышение эффективности и эксплуатационной надежности судов ледового плавания и ледоколов;
- освидетельствование систем безопасности и охраны судов;
- формализованная оценка безопасности.

Последнее направление – формализованная оценка безопасности (ФОБ) - представляет собой методологию, рекомендованную к применению ИМО. Методология представляет собой рациональный и систематический подход к оценке рисков, связанных с судоходством. Причиной появления такого подхода явилась увеличивающаяся статистика аварий и катастроф на море. Цель формализованной оценки безопасности – оценить расходы и выгоды от принимаемых на различных уровнях решений, направленных на снижение этих рисков.

РМРС одним из первых применил методику ФОБ в своей нормативной работе. Кроме того, Регистр выполнил целый ряд научно-исследовательских работ по формализованной безопасности судовых аммиачных установок, по модели ФОБ противопожарной защиты судна, по модели ФОБ судового дизеля. Данный подход предполагает использование ФОБ при разработке правил классификационных обществ. В правила классификации и постройки морских судов закладывается обеспечение приемлемого уровня безопасности и надежности, поддерживаемого в течение всего срока службы судна.

Естественным является желание судовладельцев строить более дешевые суда, но необходимо, чтобы при этом выполнялись требования классификационного общества. Как показывает опыт, уровень безопасности судов, построенных по правилам различных классификационных обществ, оказывается различным. Поэтому было принято решение разработать под эгидой ИМО целевые стандарты на проектирование и строительство новых судов. Это позволит обеспечить применение к конструкции судов в постройке единых международных требований, нацеленных на дальнейшее усиление безопасности и охраны человеческой жизни на море, защиты окружающей среды. В целом преследуются две цели. Первая цель состоит в том, чтобы получить безопасные и не причиняющие вреда окружающей среде суда, которые легко инспектировать и обслуживать. Вторая цель – в определении области применимости при проектировании, строительстве и эксплуатации таких судов. В общем, необходимо обеспечить такое положение, чтобы правильно эксплуатируемое и обслуживаемое судно оставалось безопасным по целому ряду критериев в течение всего срока эксплуатации.

Залогом нормального функционирования судового оборудования является своевременное и качественное выполнение эксплуатационных требований. Этим определяется эксплуатационная безопасность.

Во времена существования государственных судоходных компаний Правила технической эксплуатации (ПТЭ) разрабатывались отраслевыми научно-исследовательскими учреждениями и адаптировались к конкретным типам судов. В настоящее время, когда наряду с крупными судоходными компаниями существует много мелких судовладельцев, у которых отсутствуют соответствующие технические службы, уровень технического обслуживания судового оборудования имеет тенденцию к снижению.

В целях повышения уровня эксплуатационной безопасности для судов возрастом 15 лет и старше классификационные общества разработали процедуру интегральной оценки фактического состояния судов – рейтинговой методики САР (Condition Assessment Program). При выполнении этой методики во время освидетельствования судов сюрвейерами классификационного общества выполняется проверка состояния корпуса судна, машин и механизмов, грузовых систем, основанная на замерах остаточных толщин, имеющихся сведениях о дефектах, замерах вибрации, выполнении пробы масла, расчетах прочности корпуса. После этого в соответствии со шкалой САР выставляется оценка технического состояния в баллах.

Одним из критериев оценки качества деятельности РМРС, направленной на повышение уровня безопасности мореплавания и защиты морской среды, может служить статистика задержаний поднадзорного флота.

Активизация деятельности всего мирового сообщества в рамках Резолюции ИМО А.787 (19) и региональных соглашений, созданных на ее основе, влечет за собой постоянный рост числа задержаний судов.

Однако абсолютные цифры не всегда могут дать объективную оценку ситуации. Необходимо их взаимное соотнесение.

При этом используется показатель, примененный Секретариатом МАКО при проведении оценки качества надзора, осуществляемого обществами - членами МАКО, основанного на данных деятельности Парижского меморандума в 1999г. Здесь за основу принято соотнесение числа задержаний, отнесенных РС к ответственности конкретного классификационного общества, к общему числу задержаний судов, поднадзорных данному обществу. Расчеты, произведенные Секретариатом МАКО по указанной схеме на основании опубликованных Парижским меморандумом данных, ставят РМРС на третье место после ABS и LR, что позволяет отметить соответствие качества производимых Регистром освидетельствований высоким международным нормам и стандартам, а также правильность и действенность усилий РМРС, направленных на исключение субстандартного судоходства.

МКУБ, который введен в действие Главой IX СОЛАС как обязательный к применению, является в настоящее время важнейшим стандартом безопасности и предотвращения загрязнения, это признают все организации морской индустрии. МКУБ впервые в мировой практике потребовал обязательной сертификации береговых подразделений судоходных компаний на международном уровне, чем обеспечил перенос большей части ответственности за безопасную эксплуатацию судов на береговые подразделения судоходных компаний.

На первом этапе сертификации по МКУБ к 1 июля 1998 г. Морским Регистром было сертифицировано 97 компаний и 477 судов, из которых 312 судов под российским флагом. На март 2000 г. сертифицировано 855 судов, из них 533 судна под российским флагом. 1 июля 2002 года заканчивается второй этап сертификации по МКУБ. К этому сроку необходимо сертифицировать на соответствие требованиям МКУБ около 405 судоходных компаний и около 2100 судов. В это количество не входят рыболовные транспортные суда, которые также должны иметь Свидетельства об управлении безопасностью, выданные в соответствии с Резолюцией ИМО А.788 (19). Это большая

работа, и РМРС имеет все необходимые ресурсы для ее выполнения. В настоящее время подготовлен 181 эксперт по МКУБ из числа специалистов Главного управления Морского Регистра и 36 – в представительствах и инспекциях РМРС (www.rs-head.spb.ru).

3. Заключение

Концепция безопасности на море основывается на комплексе организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение сохранности человеческой жизни, судов, перевозимых грузов и охрану окружающей среды.

В качестве организационных и технических мер, которые могут способствовать снижению показателей аварийности, следует рассматривать:

- повышение профессионального уровня плавсостава морских судов в системе курсового обучения по повышению квалификации с последующей тренажерной отработкой практических эксплуатационных ситуаций;
- повышение технических требований к судам старше 15 лет, направленных на обеспечение необходимых параметров прочности конструкций корпусов судов и эксплуатационной надежности оборудования и систем с целью исключения субстандартных судов из эксплуатации, в том числе по причине высокой стоимости поддержания их должного технического состояния;
- усиление деятельности Российского Морского Регистра судоходства, в том числе в рамках Международного кодекса по управлению безопасностью (МКУБ), направленной на создание и внедрение необходимых организационных и технических мер в судоходных компаниях по улучшению технического обслуживания своих судов и обеспечению безопасности мореплавания.

Условия, в которых Регистром осуществляется технический надзор за судами в эксплуатации, характеризуются высоким средним возрастом судов, низким уровнем пополнения флота судами из новостроя, неподдержанием судовладельцами, особенно мелкими, своих судов в надлежащем техническом состоянии, расширением зон и активизацией контроля за судами со стороны государства порта и флага.

С целью совершенствования Правил РМРС и повышения качества рассмотрения технической документации выполнен ряд научных разработок по мореходным качествам судов, в т.ч.:

- анализ и согласование методик расчета амплитуды качки в нормах остойчивости РМРС и в Кодексе ИМО по остойчивости и гармонизация требований к остойчивости и мореходности транспортных судов в правилах РМРС с международными стандартами. Результаты этих работ дают возможность внедрить в правила РМРС международные нормы при одновременном сохранении уровня безопасности, заложенного в Правилах РМРС;
- разработка проекта Правил РМРС по морским ледостойким стационарным буровым платформам с целью создания правил по надзору и классификации морских ледостойких стационарных буровых платформ;
- обеспечение надлежащего технического состояния судна относится в первую очередь к ответственности судовладельца. Оно достигается своевременным проведением предписанных проверок и испытаний, поддержанием техсостояния посредством своевременного ремонта и т.п.

Вопросы влияния человеческого фактора на эффективность и безопасность судоходства находятся в настоящее время под пристальным вниманием международной морской общественности. В связи с возросшей автоматизацией судов и, как следствие, снижением численности экипажей, возникает целый ряд проблем, значительно влияющих на безопасность судоходства. Совмещение обязанностей,

увеличение психологических нагрузок, вызванных, в частности, непрерывным взаимодействием с большим числом автоматизированных приборов, приводят к накоплению усталости и способствуют развитию психологической напряженности в экипаже. В целях преодоления негативного влияния человеческого фактора и предотвращения возможных последствий человеческих ошибок в судоходстве Морской Регистр Судоходства проводит последовательную политику совершенствования механизмов и устройств, взаимодействующих с человеком, в ходе разработки Правил и Руководств.

Список литературы:

- 1) *www.rs-head.spb.ru*

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА РЫБОЛОВНЫХ ТРАУЛЕРОВ

Самсонов А.В., Чурилов В.Л. (Санкт-Петербург, СПбГМТУ, каф. ДВС и ДУ, avsamsonov@rambler.ru)

Abstract. In the article results of energetic balance research for fishing trawlers are considered.

Анализ возрастного состава судов промыслового флота России свидетельствует о том, что общий физический износ судов составляет более 85%, при этом их большая часть устарела морально и не соответствует современным требованиям. За последние 17 лет пополнение промыслового флота практически не производилось: большие рыболовные траулеры не строились, количество построенных средних и малых траулеров составляет несколько единиц.

На данный момент основным желанием потенциального заказчика рыбопромысловых судов является снижение строительной стоимости судна и эксплуатационных затрат при сохранении высоких технико-экономических показателей. Это обуславливает появление ряда требований к проектируемым судам:

- внедрение энергосберегающих технологий;
- повышение производительности рефрижераторного и технологического оборудования;
- внедрение механизации промысловых операций;
- внедрение автоматизации управления СЭУ и судовыми техническими средствами;
- улучшение условий обитаемости;
- сокращение непроизводительных потерь эксплуатационного времени и т.д.

Выполнение этих требований сопровождается увеличением количества потребителей электроэнергии и мощности судовых электростанций, что приводит к увеличению мощности двигателей. С учетом сравнительно небольших размеров машинных отделений требованиям повышения концентрации мощности в заданном объеме, а также увеличения экономичности СЭУ актуальность приобретает применение многофункционального отбора мощности от главных двигателей рыбопромысловых траулеров для привода валогенераторов, гидронасосов промысловых механизмов, компрессоров (1).

Применение многофункционального отбора мощности от главных двигателей позволяет получить значительный экономический эффект за счет применения для главных двигателей тяжелых сортов топлива, обеспечивает длительную работу главных двигателей на оптимальном режиме (двигатели работают при нагрузке 80 – 85% от номинальной мощности), характеризуемом наилучшей экономичностью.

Основной проблемой на стадии проектирования СЭУ является определение энергетического баланса потребителей на различных режимах эксплуатации, от корректной оценки которого во многом зависит правильный выбор главных и вспомогательных механизмов. Укрупнено энергетический баланс рыбопромыслового судна складывается из энергии, расходуемой на движение судна, и энергии, обеспечивающей работу промысловых механизмов, производственно-технологического оборудования, общесудовых потребителей.

Потребность в энергии на рыбопромысловом судне зависит от режима его работы. Основными режимами работы рыбопромысловых траулеров, которые преобладают в составе рыбопромыслового флота, являются:

- свободный ход в район промысла;

- работа в районе промысла, которую подразделяют на поиск объектов промысла, спуск и подъем трала, траление, смена горизонта, переходы в районе промысла;
- дрейф в штормовую погоду;
- свободный ход из района промысла;
- стоянка в порту или в море с выполнением погрузочно-разгрузочных операций;
- стоянка без выполнения погрузочно-разгрузочных операций.

Режим траления является основным рабочим режимом рыболовного траулера и наиболее сложным с точки зрения энергетического баланса. При этом энергетическая установка должна располагать соответствующим постоянным резервом мощности, необходимым для изменения горизонта траления. Наиболее энергонапряженным с точки зрения общей энергетики судна является режим изменения горизонта траления. Хотя в отношении потребности в электроэнергии наиболее энергонапряженным является режим подъема трала.

На режиме траления самая малая потребность в энергии для движения судна наблюдается во время уменьшения скорости хода судна перед началом спуска трала. Наибольшая мощность расходуется в начале спуска, а также при его подъеме. Это обусловлено относительной скоростью трала по отношению к воде во время траления ваеров.

Непосредственно во время процесса траления наблюдается самый большой расход мощности, которая расходуется в основном на привод гребного винта и привод промысловых механизмов. Траление не является режимом с постоянным энергопотреблением, особенно при использовании пелагического трала. Это обусловлено необходимостью увеличения мощности для уменьшения погружения трала при сохранении длины ваеров и наоборот увеличение погружения трала требует уменьшения мощности передаваемой на гребной винт. Нагрузка СЭУ во время спуска и подъема трал незначительна и практически одинакова.

По результатам анализа проектной документации ряда больших рыбопромысловых судов проектов 1288 (типа «Пулковский меридиан»), БМРТ типа «Прометей», В-408 (типа «Иван Бочков»), 1376 (типа «Алтай»), 394АМ (типа «Кронштадт»); средних судов проектов 1332 (типа «Баренцево море»), 502М (типа «Ольга»), 502ЭМ (типа «Василий Яковенко»), Атлантик-333 (типа «Оболонь»), 502Р (типа «Саргасса»), 503 (типа «Альпинист»), 420 (типа «Надежный»), 50010 (типа «Ягры»), СРТР перспективных проектов КБ «Восток» 13720 и 19960; малых судов проектов 1296 (типа «Гируляй»), 12961 (типа «Лаукува»), В-275 (типа «Леда»), 1328 (типа «Балтика»), 1336 (типа «Омар»), МРТ и МРТМ перспективных проектов КБ «Восток» 22210, 21060, 18290 были получены осредненные показатели энергетического баланса для больших, средних и малых траулеров (2).

Результаты исследований представлены на рисунках 1, 2 и 3.

Полученные параметры энергетического баланса целесообразно использовать на стадии эскизного проектирования СЭУ новых типов рыболовных траулеров при применении отбора мощности от главных двигателей на привод валогенераторов и других механизмов.

Однако при этом следует учитывать отдельные требования, предъявляемые к судовой электростанции, промысловым механизмам, рефрижераторным установкам.

При применении результатов исследований также следует учитывать, что большинство материалов было получено для существующих судов, построенных в прошлом веке. Поэтому при проектировании следует принимать во внимание требования настоящего времени, которые могут внести определенные коррективы. В тоже время проведение исследований с учетом современных условий невозможно из-за отсутствия объектов исследований.

Секция "Техническая эксплуатация флота"

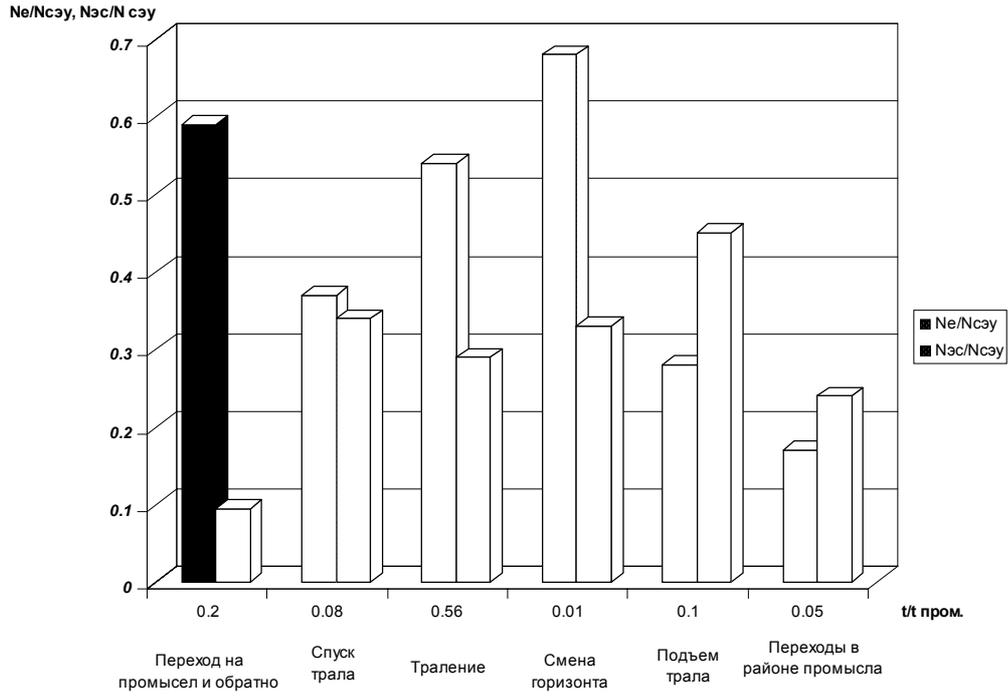


Рис. 1. Энергетически баланс большого морозильного рефрижераторного траулера на промысловом режиме.

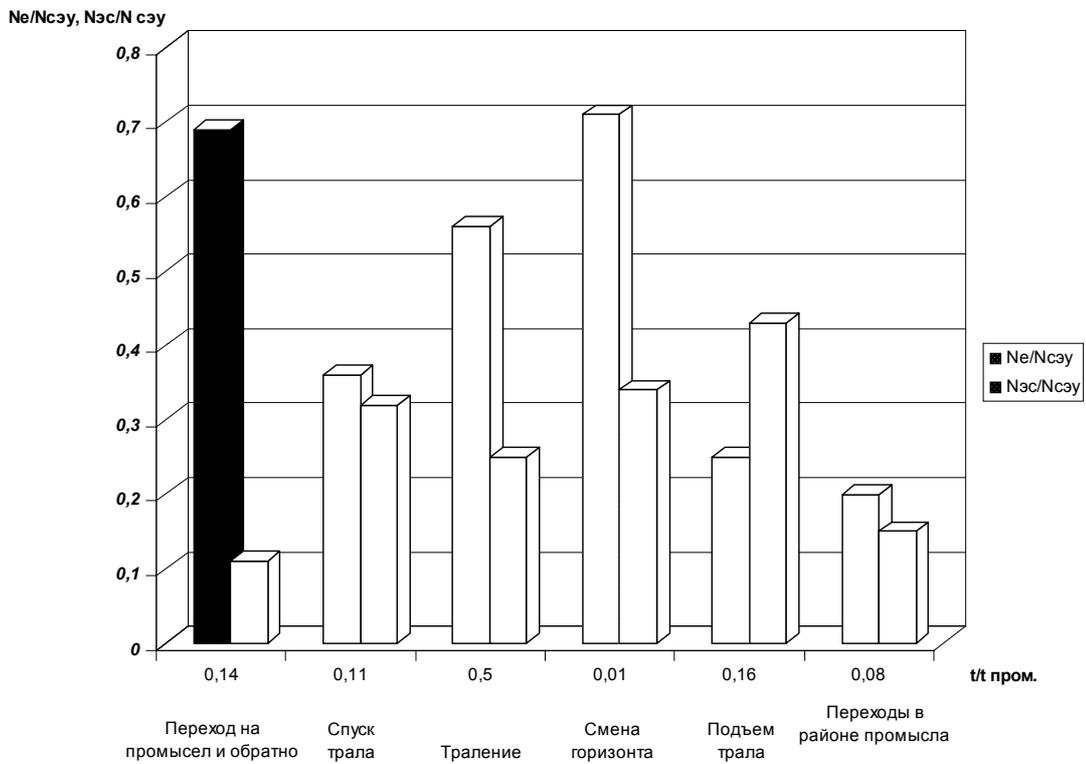


Рис. 2. Энергетически баланс среднего рыболовного траулера на промысловом режиме.

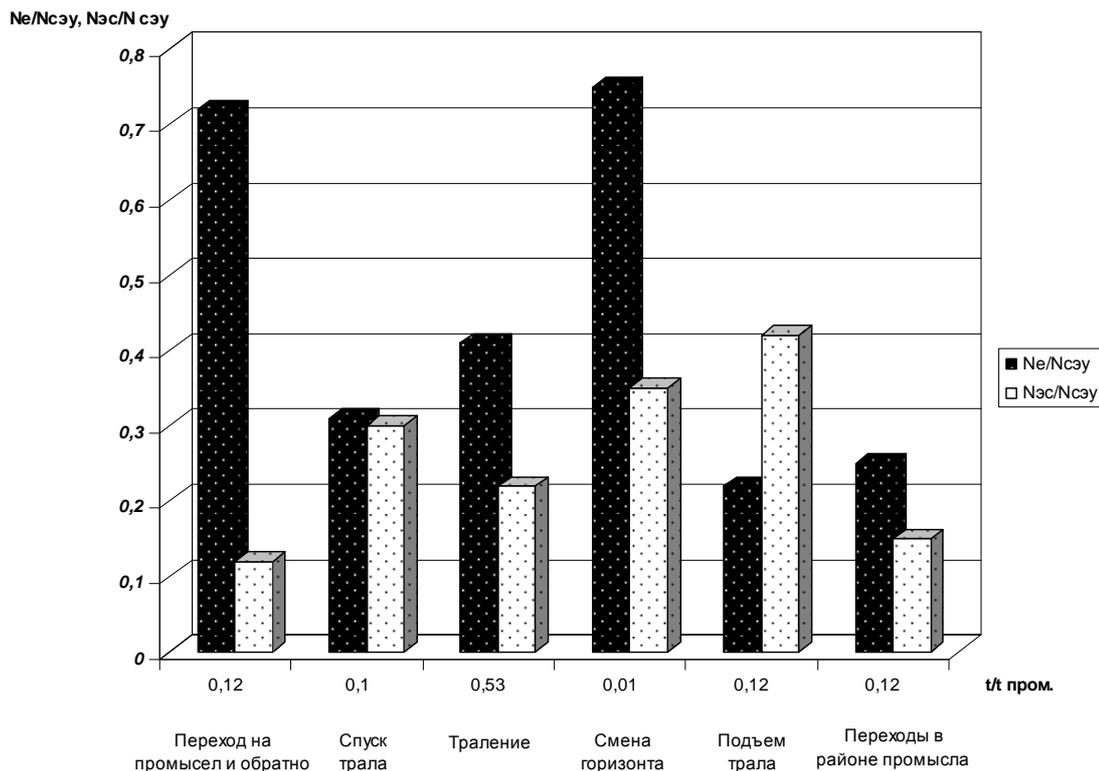


Рис. 3. Энергетически баланс малого рыболовного траулера на промысловом режиме.

Поэтому в заключение следует отметить, что исследования энергетического баланса рыболовных траулеров должны быть продолжены параллельно с проектированием новых судов.

Список литературы:

- 1) Коршунов Л.П. Ресурсосберегающие технологии в энергетических установках промысловых судов. Диссертация в виде научного доклада на соискание ученой степени доктора технических наук. Калининград. 1996.
- 2) Флот рыбной промышленности. Справочник типовых судов. М., Транспорт, 1990.

ВИБРОАКУСТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ ВЫСОКОБОРОТНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Сергеев К.О., Подлесный Е.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра Судовых энергетических установок; Kepstr@rambler.ru)

Abstract. Diagnostics of fuel equipment is one of the most important problems in exploitations of ship engines. The methods of vibroacoustic diagnostics of fuel equipment are considered, examples of instruments used for this are presented, diagnostic sings are inducated in this article.

Топливная аппаратура является одним из важнейших агрегатов дизеля. От степени совершенства топливной аппаратуры и ее технического состояния в процессе эксплуатации зависят показатели рабочего процесса дизеля, его надежность, экономичность, а также эксплуатационные характеристики. В связи с этим к топливной аппаратуре дизелей предъявляют высокие требования. Из-за большого влияния топливной аппаратуры на экономичность и эксплуатационные характеристики дизеля вопросам топливоподачи уделяется большое внимание не только во время конструирования, но и при эксплуатации дизелей.

Наиболее общим методом оценки технического состояния дизеля и его топливоподающей аппаратуры является диагностирование по основным показателям работы. К таким показателям относятся мощность, среднее эффективное давление, крутящий момент, расход топлива, КПД. Многие из этих показателей находятся в тесной корреляционной связи с неисправностями, нарушениями регулировок топливной аппаратуры и сопровождающими их процессами. (1) Отклонение показателей от их исходных значений обуславливает необходимость проверки, прежде всего системы топливоподачи (топливного насоса, форсунок).

Но большинство современных высокооборотных дизелей не имеют индикаторных кранов, что исключает возможность измерения параметров рабочего процесса с целью диагностики топливной аппаратуры. По тому для диагностики топливной аппаратуры таких дизелей используют кривую давления в топливной трубке или диагностику по параметрам вибрации – вибродиагностику.

Идея виброакустической диагностики достаточно проста. Гидродинамические процессы, возникающие вследствие подачи и впрыскивания топлива и имеющие широкий частотный спектр амплитуд давлений и скоростей неизбежно приводят к колебанию топливных трубок высокого давления и корпуса форсунки. Особенности протекания процесса подачи топлива дают основание считать его кратковременным единичным импульсом, который возникает во входном сечении нагнетательного трубопровода вследствие выталкивания топлива плунжером насоса из объема камеры нагнетания. В связи с тем, что топливо — сжимаемая жидкость, во входном сечении нагнетательного трубопровода возникает неустановившееся движение сжимаемой жидкости, при котором от насоса к форсунке со скоростью звука идет первичная волна давления. Скачкообразный переход от проходного сечения нагнетательного трубопровода к проходным сечениям распыливающих отверстий тормозит движение топлива и повышает его давление, вследствие чего возникает гидравлический удар.

В момент впрыскивания поток топлива имеет турбулентный характер. Турбулентность возникает также в результате сжатия струи в сопле и последующего расширения, наличия шероховатостей и острых кромок. Турбулентное движение жидкости характеризуется нерегулярным, беспорядочным изменением скорости во

времени в каждой точке потока. Скорость потока как бы пульсирует около своего среднего, значения, изменяясь от больших до малых значений, т. е. имеет широкий спектр амплитуд. Еще одним источником возбуждения колебаний может быть периодическое изменение давления, связанное со срывом вихрей в топливе из отверстия распылителя. Естественно, что при различных неполадках топливной аппаратуры характер гидродинамических процессов будет меняться, а, следовательно, изменится структура виброграмм. Для проведения виброакустической диагностики необходимо снять осциллограммы вибрации топливной аппаратуры и сравнить их с осциллограммами, полученными при использовании заведомо исправной топливной аппаратуры. При этом, по характеру и степени отклонения полученных осциллограмм от эталонных можно судить об исправности топливной аппаратуры (либо о характере ее повреждения) (1).

Идея подобной вибродиагностики еще пятнадцать лет назад была реализована в разработанной в ЦНИДИ установке «Впрыск» представлявшей собой высокочастотный датчик вибрации с широкополосным усилителем и третьоктавным фильтром с центральной частотой 50 кГц. Сигнал вибрации предлагалось анализировать по осциллограмме на электронном двухканальном осциллографе. Указанный способ регистрации сигнала, представленный на рисунке 1 был очень неудобен, что крайне затрудняло практическое использование указанной аппаратуры.

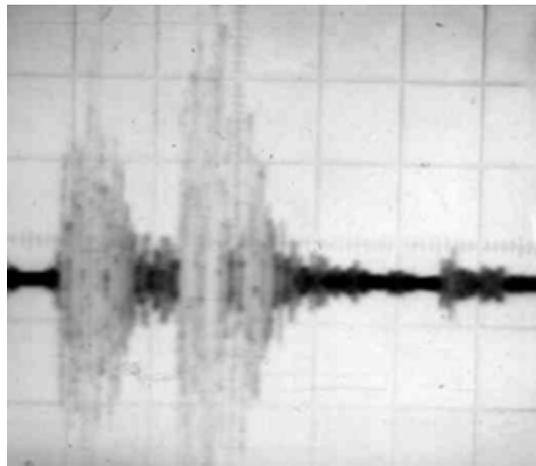


Рисунок 1. - Высокочастотный сигнал вибрации форсунки высокооборотного дизеля

На кафедре СЭУ МГТУ было предложено использовать огибающую высокочастотного сигнала вибрации, что позволяет использовать АЦП и портативную ЭВМ для регистрации сигнала и дальнейшей его математической обработки. Для выделения огибающей использовался простейший аналоговых детектор.

Испытания проводились на лабораторном дизеле 4Ч 10,5/13. Для регистрации сигнала использовался Ноутбук «Эксимер» с АЦП типа NVL-03. Сигнал с третьоктавного фильтра подавался на аналоговый детектор, далее на АЦП и заносился в память ЭВМ.

Испытания проводились в несколько этапов. На первом этапе определялось место для установки датчика прибора. Как выяснилось, наиболее приемлем для целей диагностики сигнал, полученный на форсунке двигателя. На следующем этапе имитировались неисправности форсунки дизеля.

Вид огибающей высокочастотного сигнала, полученного на форсунке дизеля при нагрузке 80%, показан на рисунке 2. Момент появления вибрации совпадает с началом подъема иглы, т. е. с началом подачи топлива. Интенсивность колебаний частиц жидкости определяется перепадом давления перед иглой и после

распыливающих отверстий. Это подтверждается характером нарастания и спада амплитуд колебаний первого виброимпульса. Интенсивность колебательных процессов в жидкости будет увеличиваться до тех пор, пока разность между давлением под иглой и после соплового наконечника будет возрастать. Затем по мере повышения давления в цилиндре вследствие сгорания топлива эта разность уменьшается, и снижаются энергия колебательных процессов в топливе и, соответственно, уровень вибрации корпуса форсунки. Снижение уровня вибрации будет продолжаться до того момента, когда после отсечки топлива произойдет резкое падение давления в полости распылителя. Этот момент связан с возникновением второго виброимпульса, определяемого обратной волной давления в топливопроводе при движении топлива от форсунки к нагнетательному клапану топливного насоса.

Кроме того, необходимо отметить, что интервал $\tau_{п}$ между передними фронтами виброимпульсов практически связан прямой линейной зависимостью с цикловой подачей. Этот фазовый параметр может служить косвенным параметром для оценки изменения цикловой подачи. Иными словами, если добиться автоматического замера рассматриваемого интервала $\tau_{п}$, можно контролировать величину цикловой подачи и, таким образом, распределение мощности по цилиндрам. Передний фронт первого импульса практически вертикален, что при наличии отметки ВМТ может быть использовано для определения действительного угла опережения подачи топлива и его изменения в процессе эксплуатации дизеля, что тоже является ценным диагностическим признаком.

Вид сигнала при имитации неисправности форсунки (потеря упругости пружины) показан на рисунке 3.

В данном случае виброимпульсы начинают сливаться, причем их амплитуда значительно ниже амплитуды виброимпульсов исправной форсунки. Ввиду ослабления затяжки пружины игла поднимается под действием более низкого давления топлива, при этом вибрация корпуса форсунки снижается, что объясняет уменьшение амплитуды сигнала. Время, затрачиваемое на подачу топлива, снижается, и игла возвращается в исходное положение быстрее. Следовательно, временной отрезок от начала подачи до посадки иглы значительно сокращается, что на осциллограммах выглядит как слиянии двух вибросигналов. Кроме того, в момент посадки иглы происходит ее резкий удар о седло, после чего игла отскакивает вверх (этому не может помешать ослабленная пружина) и происходит гидроудар, зарегистрированный прибором и хорошо заметный.

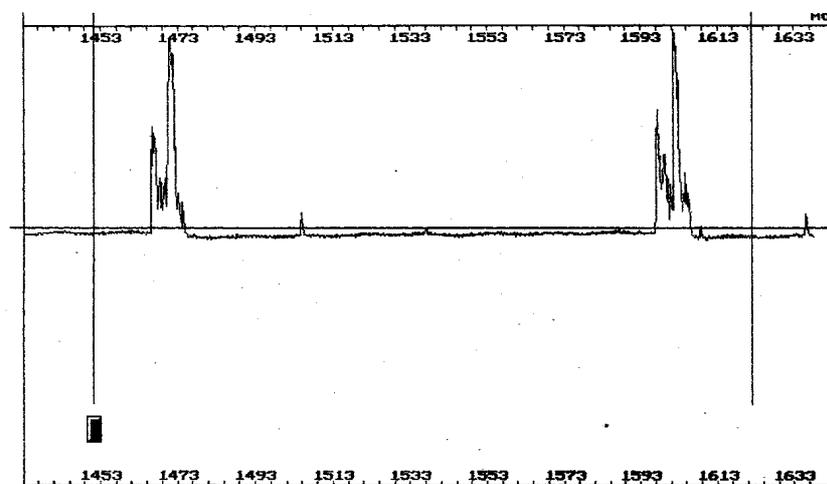


Рисунок 2.- Огибающая сигнала с исправной форсунки дизеля при нагрузке 80%

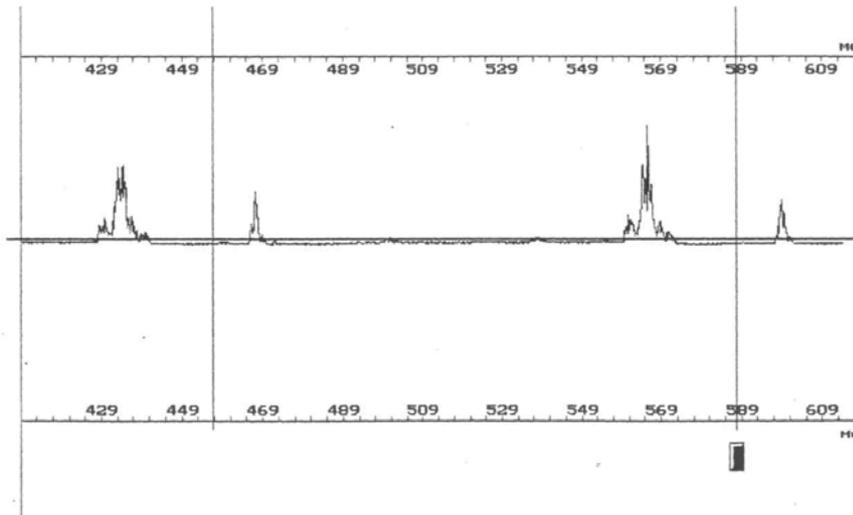


Рисунок 3- Неисправная форсунка (ослабленная затяжка пружины)

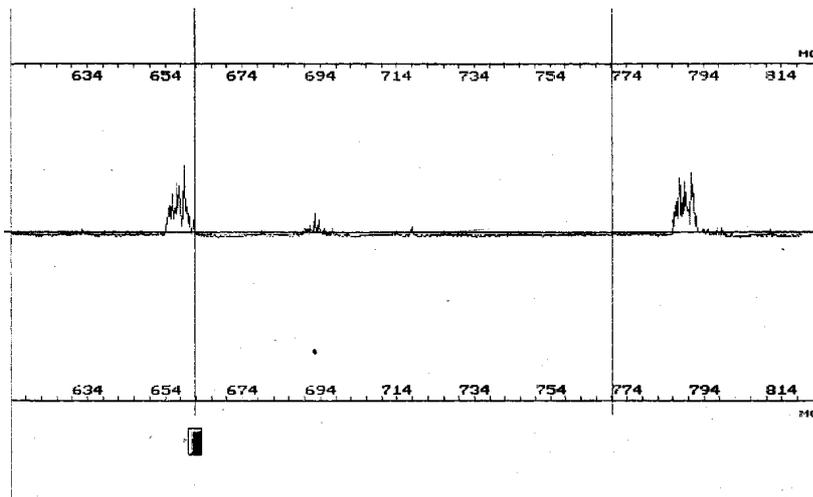


Рисунок 4- Неисправная форсунка (поломка пружины)

На рисунке 4 представлена осциллограмма сигнала вибрации корпуса форсунки с поломанной пружиной при нагрузке на двигатель 80%. Хорошо заметно, что в этом случае виброимпульсы сливаются и уменьшаются по амплитуде на столько, что их практически невозможно различить.

В заключении следует отметить, что виброакустическая диагностика ТА является перспективным, достаточно информативным и точным методом диагностики, а иногда и единственным, учитывая большое количество мощных современных дизелей, не оборудованных индикаторными кранами.

Список литературы:

- 1) Никитин, Е.А. Диагностирование дизелей / Е.А. Никитин [и др.]. – М. : Машиностроение, 1987. – 222 с. : ил.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ИЗМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ МАТЕРИАЛА

Столяренко А.И. (*Мурманск, МГТУ, кафедра физики*)

В [1] впервые в мире были обобщены результаты исследования влияния магнитного поля на мартенситные превращения в сталях.

В монографиях [2], [3] подведены некоторые итоги по термической обработке стали в постоянном магнитном поле до 2,4 МА/м (30 кЭ), с целью определения возможностей реализации технологии для решения задачи получения высокопрочного состояния стали. С научных позиций обсуждаются результаты исследования влияния постоянного магнитного поля на процессы фазовых превращений при термической обработке, в термодинамике, кинетике и механизме распада переохлажденного аустенита в перлитной и бейнитной области температур, мартенситного превращения, при осуществлении отпуска, старения, некоторых видов химико-термической обработки, рекристаллизационного отжига.

В начале XX века (20-30-е годы) в мире существовало небольшое количество установок, на которых можно было получать постоянные магнитные поля высокой напряженности. В настоящее время такие установки имеются во многих лабораториях, что позволяет изучать влияние постоянного магнитного поля на фазовые превращения, которые развиваются во времени, а именно: на перлитное, бейнитное и образование изотермического мартенсита.

Многие новые результаты получены при воздействии на сплавы импульсного и постоянного магнитного полей [4]. Они относятся к изучению влияния магнитного поля на образование мартенситных кристаллов различной морфологии: линзовидного, тонкопластинчатого... - мартенсита. Интересные данные получены о смене типа мартенситных кристаллов при воздействии магнитного поля по сравнению с мартенситом охлаждения, а также об изменении механических свойств различных составляющих сплавов при такой обработке.

Ранее не раскрывался механизм влияния магнитного поля на металлические сплавы. При обсуждении механизма влияния магнитного поля на мартенситное превращение одним из основных был вопрос о природе влияния. В работе [5] был проведен теоретический анализ влияния магнитного поля на мартенситное превращение и показано, что оно хорошо согласуется с термодинамическими принципами (формула Кривоглаза - Садовского). Изменение температуры фазового перехода

$$\delta T = \Delta\sigma H T_0 / q, \quad (1)$$

где H – напряженность магнитного поля, $\Delta\sigma$ – разность удельных намагниченностей, участвующих в превращении фаз, T_0 – температура фазового превращения, q – скрытая теплота превращения.

Нами экспериментально проводились исследования по влиянию сильных импульсных магнитных полей различными напряженностями для ряда сплавов [6], [7]. Опытные данные показали, что δT -эффект, взятого из графика, построенного на экспериментальных данных, всегда меньше, рассчитанного теоретически. Это объясняется тем, что в существовавших теориях, принималось в расчет только энергия магнитного поля H , как внешний параметр и, следовательно, принималась в расчет только часть термодинамического потенциала Φ , обусловленная энергией намагничивания мартенсита. В дальнейшем исследователями было показано, что на

смещение температуры фазового равновесия влияют не только вклад от энергии намагничивания, но и многие другие факторы: вклад от энергии взаимодействия магнитоупругих напряжений с упругим полем зародыша... В нашей работе [6] приведена формула, где, в общем виде, учитываются различные факторы, влияющие на δT -эффект.

В [7] экспериментально установлено, что смещение температуры равновесия под действием сильных импульсных магнитных полей при гамма-альфа превращении подчиняется экспоненциальному закону.

Уже на первых этапах наших исследований после воздействия сильными импульсными магнитными полями изменялся химический состав поверхностного слоя сплавов обработанных полями, повышалось содержание химических элементов, входящих в металл [8].

В работах [5] и [1] Кривоглаз М.А. и Садовский В.Д. из приведенных расчетов делают заключение: «Если при температуре фазового превращения атомы обладают достаточной диффузионной подвижностью, то при фазовых переходах первого рода в растворах происходит перераспределение атомов разного сорта между фазами. В этом случае магнитные поля изменяют не только температуры переходов, но и составы выделяющихся фаз».

Впервые эффект уменьшения периода кристаллической решетки мартенсита сплава Н19ТЮ на образцах, обработанных нами на установке [9] обнаружен в лабораториях Института металлофизики АН УССР г. Киев.

Насколько известно, исследование влияния термомагнитной обработки сильными импульсными полями до 36 МА/м (450кЭ) на период кристаллической решетки мартенсита никем не проводилось.

Марков С.И. в [10] делает вывод: «Приложенное магнитное поле, напряженность которого обеспечивает не только закрепление вектора намагниченности, но и его рост (парапроцесс), в свою очередь, **должно** изменять параметр кристаллической решетки: в области смещения границ доменов и вращения вектора спонтанной намагниченности – в силу изменения магнитного взаимодействия, и в области истинного намагничивания – в силу изменения обменной энергии. Таким образом, существование двух явлений: магнитострикции и магнитоупругого эффекта характеризует одну из особенностей протекания мартенситных превращений в магнитных полях».

Об исследованиях остаточных эффектов, в том числе на период кристаллической решетки мартенсита и об изменениях химических составов сталей и сплавов после термомагнитной обработки сильными полями смотри в работах [11], [12] и [13].

Список литературы:

- 1) Кривоглаз М.А., Садовский В.Д., Смирнов Л.В., Фокина Е.А. Закалка стали в магнитном поле. – М.: Наука, 1977. – 119 с.
- 2) Бернштейн М.Л. Термомагнитная обработка стали. – М.: Metallurgy, 1968. – 95 с.
- 3) Бернштейн М.Л., Пустовойт В.Н. Термическая обработка стальных изделий в магнитном поле. – М.: Машиностроение, 1987. – 256 с.
- 4) Счастливцев В.М., Калетина Ю.В., Фокина Е.А. Мартенситное превращение в магнитном поле. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 323 с.
- 5) Кривоглаз М.А., Садовский В.Д. О влиянии сильных магнитных полей на фазовые переходы // Физика металлов и металловедение, 1964. Т.18, вып. 4. – С. 502-505.

- 6) Мирошниченко, Ф.Д., [и др.] Фазовые $\gamma \leftrightarrow \alpha$ переходы в магнитных полях / Ф.Д. Мирошниченко, О.С. Лагунов, В.Л. Снежной, А.И. Столяренко // Исследования по молекулярной физике и физике твердого тела : сб. статей. – Киев, 1976 – С. 77-80.
- 7) Столяренко, А.И., [и др.] Изменение структурных составляющих в сталях и сплавах при наложении сильных импульсных магнитных полей / А.И. Столяренко, Ф.Д. Мирошниченко, В.Л. Снежной, В.Г. Каниболоцкий, В.Ф. Приходько // Программа и краткое содержание докладов XII коллоквиума центральных заводских лабораторий 23-27 марта 1970г. – М.: Черметинформация, 1970. – С. 107-108.
- 8) Столяренко, А.И. Об остаточных эффектах сплава Н19ТЮ после термомагнитной обработки /А.И. Столяренко, Ф.Д. Мирошниченко, О.С. Лагунов // Актуальные вопросы физики твердого тела: сб. статей.- Киев,1973. - С. 46-48.
- 9) Столяренко, А.И. Получение и измерение сильных импульсных магнитных полей /А.И. Столяренко, В.Г. Каниболоцкий, Г.М. Гребенюк //Актуальные вопросы физики твердого тела: сб. статей (на укр. яз.).- Киев, 1970.-С. 155-159.
- 10) Марков С.И. Исследование влияния постоянного магнитного поля на кинетику фазовых превращений, структуру и механические свойства конструкционных сталей и сплавов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: ЦНИИТМАШ, 1970. – 25 с.
- 11) Столяренко, А.И. Влияние сильных магнитных полей на свойства сталей и сплавов /А.И.Столяренко, Ф.Д. Мирошниченко // Тезисы докладов второго всесоюзного совещания по механизму и кинетике мартенситных превращений 21-24 мая 1973г. – Киев,1973. –С. 96-97.
- 12) Столяренко, А.И. Остаточные эффекты в сталях и сплавах после термомагнитной обработки полями до 36 МА/м / А.И. Столяренко, Е.А. Столяренко – Мурманск, Наука и образование, 2004 Материалы Международной научно-технической конференции (Мурманск, 7-15 апреля 2004 г. в 6 частях) – Мурманск: МГТУ, 2004, Ч. 5 –С. 341- 345.
- 13) Столяренко, А.И. О влиянии сверхсильных магнитных полей на некоторые свойства сталей / А.И. Столяренко, Е.А. Клиндух, П.А. Столяренко – Мурманск, Наука и образование, 2005 Материалы Международной научно-технической конференции (Мурманск, 6-14 апреля 2005 г. в 7 частях) – Мурманск: МГТУ, 2005, Ч. 7 – С. 173 – 176.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ОТБОР КАДРОВ ДЛЯ ФЛОТА РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Баева Л.С., Чистякова М.А. (*Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта*)

Abstract. In article principles of professional selection, principles of working out of rational methods of training and the sea preparation, considering conditions of activity and psychophysiological possibilities of an organism are considered.

Аннотация. В статье рассмотрены принципы профессионального отбора, принципы разработки рациональных методов обучения и морской подготовке, учитывающих условия деятельности и психофизиологические возможности организма.

1. Введение

Роль человеческого фактора в обеспечении успешного функционирования управляемых людьми сложных технических систем огромна. От профессиональных знаний и опыта операторов в значительной мере зависит качество работы современных сложных систем, эффективность их применения и, как правило, безопасность людей и техники.

Как показывают многочисленные исследования, свыше 70% аварийных ситуаций связаны с «человеческим фактором», что объясняется целым рядом причин, важнейшая из которых – недостаточная профессиональная подготовка морских специалистов.

Успешность подготовки лиц морской профессии основывается на их отборе для обучения и морской подготовке, учитывающих условия деятельности и психофизиологические возможности организма. Разные профессии предъявляют к человеку различные требования. В одном случае он должен развивать большие силы, в другом случае – больше ловкости, в третьем – больше внимательности и т.д., но один и тот же индивидуум не обладает всеми этими качествами в равной мере. При этом, чем сложнее и ответственнее выполняемая деятельность, тем большую роль приобретают индивидуальные особенности человека.

Практикой обучения установлено, что далеко не каждый здоровый человек может стать штурманом, освоить управление судном, впитать тонкости мастерства механика.

Стремление к профессиональному мастерству в соответствии со своими возможностями, склонностями и интересами является одной из ведущих задач для каждого специалиста. Ее решению способствует проведение профессионального отбора, сущность которого заключается в выявлении лиц, в наибольшей степени соответствующих требованиям конкретной специальности по своим индивидуальным качествам.

2. Профессиональный отбор

Профессиональный отбор включает в себя изучение социальных характеристик человека и уровня его общеобразовательной и специальной подготовленности, а также медицинское и психологическое обследование. Эти направления могут рассматриваться как отдельные виды, компоненты профессионального отбора. Целью социальных исследований будущего специалиста является оценка его моральных качеств, некоторых социально-демографических данных, организаторских

способностей, общественной активности, а также мотивов выбора профессии, интересов, отношений в коллективе, устойчивости к воздействию социальных факторов профессиональной деятельности, готовности переносить служебные и жизненные тяготы. Оценка уровня подготовленности (образовательный отбор) предусматривает определение у кандидатов знаний и навыков, необходимых для обучения, освоения и совершенствования по избранной профессии.

Медицинский отбор выявляет лиц, которые по состоянию здоровья и уровню физического развития могут успешно овладеть морской профессией и в течение длительного времени эффективно выполнять свои профессиональные обязанности.

Психологический отбор судовых специалистов направлен на изучение тех психических и психофизиологических качеств кандидатов, которые определяются требованиями конкретных профессий или специальностей, способствуют успешному их овладению и последующей эффективной деятельности. Условия воспитания, жизни и труда человека весьма существенно влияют на формирование и развитие многих черт личности, однако, некоторые из них имеют природную биологическую обусловленность. Поэтому в процессе психологического отбора предусматривается, во-первых, оценка психологически устойчивых психофизиологических свойств, таких как характеристика работы анализаторов, динамика основных нервных процессов, типологические свойства высшей нервной деятельности; во-вторых, приобретенных в процессе жизни и деятельности социально-психологических качеств: направленность личности, коммуникабельность (контактность) склонность к лидерству, коллективизм, конформизм и др.; в-третьих, особенности психических процессов, свойств и состояний.

В практическом отношении, в зависимости от задач отбора, характера контингента и профессиональных требований, психологический отбор может разрабатываться и проводиться либо в полном своем объеме с ориентацией на всестороннее обследование и изучение личности, либо в более ограниченном объеме (психофизиологическом – для некоторых специалистов операторского профиля; социально-психологическом – для отбора на руководящие должности и др.).

Проведение мероприятий по психологическому отбору, прежде всего требует ответа на вопрос о необходимости, целесообразности этой работы. Как правило, необходимость отбора определяется зависимостью профессиональной эффективности от индивидуальных различий, либо данными психологического анализа будущей деятельности. Основными исходными предпосылками для решения задач психологического отбора служит, с одной стороны, наличие индивидуальных различий в состоянии профессионально значимых качеств личности, а с другой – связь между успешностью обучения или рабочей деятельности и характером этих индивидуальных различий. Отсюда следует, что потребность в проведении отбора возникает, во-первых, когда успех подготовки специалистов существенно зависит от состояния профессионально значимых качеств. Во-вторых, необходимость отбора определяется наличием резкой дифференциации между хорошими и плохими специалистами по степени надежности и эффективности их профессиональной деятельности, когда в основе этой дифференциации лежат индивидуальные особенности действий специалиста в экстремальных условиях, в аварийных ситуациях.

При решении вопроса о целесообразности создания системы отбора обязательно должны быть учтены имеющиеся или потенциальные возможности повышения эффективности обучения или работы специалистов за счет оптимизации их подготовки, рационализации режимов труда, отдыха, обучения и профессиональной деятельности, улучшение эргономических качеств судовой техники и т.д.

3. Принципы системного подхода

Одним из главных принципов (помимо принципа научной обоснованности рекомендаций по отбору) является принцип системного подхода к разработке всей процедуры психологического отбора, т.е. изучение особенностей развития и взаимосвязи профессионально значимых качеств личности, а также влияния на них характеристик объекта, содержания, условий и организации деятельности. Психологическое обследование конкретного человека следует проводить с позиции всестороннего изучения динамической функциональной структуры личности (принцип личностного подхода). Психологический отбор судовых специалистов должен процедуру непрерывного изучения состояния и развития профессионально важных качеств личности в процессе обучения и последующей деятельности для уточнения прогноза, выработки рекомендаций по распределению, назначению и т.д. (принцип динамического пролонгированного отбора).

Результаты психологического отбора следует использовать не только для прогнозирования, но и формирования профессиональной пригодности путем учета индивидуально-психологических особенностей личности в процессе воспитания, обучения, тренировки, профессиональной деятельности курсантов и специалистов.

Психологический профессиональный отбор окажет, несомненно, большую помощь в повышении эффективности промышленного труда. Морские специалисты, получившие профессиональную специализацию с учетом их личностных особенностей, будут испытывать больше моральное удовлетворение от процесса и результатов своей трудовой деятельности. Все это самым благоприятным образом скажется на увеличении производительности, снижении текучести, повышении трудовой дисциплины, уменьшении несчастных случаев.

Практическая реализация практических рекомендаций - всегда очень сложная и ответственная задача. По отношению же к профессиональному отбору можно, наверное, сказать, что задача эта высшей степени ответственности – ведь решается профессиональное определение человека. Помимо большой эрудиции и опыта она потребует от решающих ее лиц высокой осторожности и такта. Особенно это необходимо для работы с кандидатами, результаты испытания которых оказываются ниже требуемых для данной профессии норм. Даже если психолог с высокой степенью уверенности считает, что нецелесообразной для человека определенную специализацию, он не может оперировать категорическими суждениями. Поэтому здесь необходим индивидуальный подход к каждому кандидату. Мы должны не «закрывать дверь в профессию», а рекомендовать и советовать те или иные конкретные шаги. И в принципе не исключено, что в отдельных случаях человек, обладающий очень сильной и устойчивой профессиональной направленностью, большой силой воли, сможет добиться достаточно больших успехов в данной профессии.

Основная задача и вместе с тем основная трудность профотбора состоит в том, что он должен предвидеть возможности успешной профессиональной специализации в деятельности, которой человек ранее не занимался. Сделать это по вполне понятным причинам, очень сложно. Но сделать это все-таки необходимо. Можно, конечно, подождать, пока человек обучится и начнет работать, а затем через некоторый период оценить его профессиональную пригодность. Но ведь такие ожидания при неблагоприятном исходе обернутся потерей времени и, что очень важно, моральным ущербом для человека.

Для осуществления квалифицированного профессионального отбора по «морским» способностям необходимы, прежде всего, научно обоснованная профиограмма, знание конкретных требований, предъявляемых человеку данным видом деятельности. Высокие успехи в морской деятельности могут быть достигнуты за

счет различного сочетания и гармоничного развития многих качеств, характеризующих определенную одаренность личности, т.е. наиболее полноценное выражение человеческих возможностей. Те индивидуумы, которые легко ориентируются в самой различной обстановке, быстро вырабатывают перцептивные, умственные и сенсомоторные навыки, устойчивы к влиянию стрессовых факторов – за счет хорошего развития всех нужных качеств или за счет быстрой и умелой компенсации отдельных недостатков – легко овладевают и морской профессией.

Таким образом, основой психологических требований, к будущему моряку является общее функциональное совершенство психики, высшей нервной деятельности, ее гибкость и пластичность, хорошая приспособляемость к самым различным условиям. Это выражается прежде всего в высокой одаренности, под которой подразумевается, как указал С.Л. Рубинштейн (1946), «взятая в ее единстве совокупность всех данных человека, от которой зависит продуктивность его деятельности, включая в единстве и взаимопроникновении с интеллектом и все другие свойства и особенности личности, в частности, эмоциональной сферы, темперамента – эмоциональная впечатлительность, тонус, темп деятельности и т.п.»

Сказанное, разумеется, не означает, что для морского обучения следует отбирать лиц с возможно более высоким уровнем развития всех без исключения психических качеств и свойств личности. Профессиографический анализ позволяет конкретизировать качества, необходимые будущему моряку, которые в общем виде сводятся к следующему: высокая одаренность, быстрые темп протекания физических процессов, широкие возможности интенсификации и активация психической деятельности; эмоциональная устойчивость к стрессовым ситуациям; повышенные адаптационные способности организма и психики; высокая самооценка и уровень притязаний, уверенность в себе, стремление к лидерству, адекватность мобилизации при усложнении обстановки; сильная воля, активная направленность и интерес к морскому труду.

Перечисленные качества нельзя назвать строго специфическими для морского труда, естественно, они благоприятны для многих специальностей. Однако морская деятельность требует более высокого развития и более полного сочетания этих качеств.

Исследованиями определены профессионально важные качества, положенные в основу психологического отбора механиков, штурманов, инженеров, радистов, диспетчеров управления движением, операторов радиолокационных станций.

4. Вывод

Следовательно, профессиональный отбор кадров есть специализированная процедура изучения и вероятностной оценки пригодности людей к овладению специальностью, подходящей ему, его субъективным интеллектуальным и психофизиологическим возможностям; достижению требуемого уровня мастерства и успешному выполнению профессиональных обязанностей в типовых и специфически затрудненных условиях. В профессиональном отборе выделяются четыре стороны или компонента: медицинский, физиологический, педагогический и психологический.

Сущностью психологического компонента является диагностика и прогнозирование способностей.

Минимальным условием, определяющим практическую целесообразность психологического отбора является наличие доказанной его социально-экономической необходимости, обоснованной и апробированной системы отбора, наличие подготовленных и имеющих опыт кадров для проведения отбора специалистов определенного профиля: летчиков, космонавтов, водолазов, моряков и других профессий.

Список литературы:

- 1) Кудрявцева В.З., Ходий О.А. Эргономика на флоте рыбной промышленности. – Мурманск: изд-во «Север» 2002 г. – с. 264.
- 2) Кобзев В.В. Эргономический анализ деятельности корабельных специалистов в аварийных ситуациях // Судостроение 2002. № 2. С. 43-46.
- 3) Катанович А.А. Автоматизированный тренажерный комплекс для подготовки экипажей кораблей // Судостроение 2007. № 1. С. 46-48.

СЕКЦИЯ
«АВТОМАТИКА И
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ
СУДОВ»

Секция «Автоматика и электрооборудование судов»

- Маслов А.А., Власова А.Р., Яценко В.В., Власов А.В.** Создание концентратомера для непрерывного автоматического контроля параметров копильных препаратов..... 1147
- Маслов А.А., Власов А.В., Кайченев А.В.** Особенности управления стерилизационной установкой АВК-30..... 1150
- Маслов А.А., Власов А.В., Кайченев А.В.** Особенности разработки автоматической системы управления процессом стерилизации для стерилизационной установки АВК-30 1154
- Маслов А.А., Висков А.Ю., Кайченев А.В.** Разработка и внедрение в учебный процесс и производство лабораторных экспериментальных установок на базе оборудования «ОВЕН» 1158
- Лебедев А.И., Богомолов А.В.** Современные материалы в трансформаторных магнитоупругих преобразователях..... 1162
- Лебедев А.И., Лопатин А.С.** Влияние продольных колебаний на работу дизель-генераторных установок..... 1166
- Маслов А.А., Висков А.Ю.** Современный подход к подготовке инженеров в области промышленной автоматизации..... 1169
- Мухалев В.А.** Определение параметров асинхронного двигателя методом измерения мгновенных значений напряжения и тока статора 1172
- Прохоренков А.М., Качала Н.М.** Исследование эффективности использования адаптивных алгоритмов для настройки различных структур регуляторов в системах, подверженных влиянию случайных возмущений 1173
- Прохоренков А.М., Совлуков А.С., Качала Н.М.** Цифровая обработка сигналов в реальном масштабе времени 1177
- Прохоренков А.М., Сабуров И.В.** Информационное обеспечение процессов принятия решений при управлении производством..... 1181
- Ремезовский В.М.** Компьютерные технологии в тренажерной подготовке механиков..... 1185
- Саватеев Д.А.** Создание действующей векторной диаграммы однофазного трансформатора средствами компьютерной анимации..... 1187
- Саватеев Д.А.** Использование компьютерной анимации для создания интерактивной круговой диаграммы асинхронной машины..... 1191
- Совлуков А.С., Маслов А.А., Яценко В.В., Власова А.Р.** Резонаторный метод измерения концентрации растворов с применением полосковых линий..... 1195
- Маслов А.А., Яценко В.В., Власова А.Р., Власов А.В.** Разработка математической модели микрополоскового датчика 1200

СОЗДАНИЕ КОНЦЕНТРАТОМЕРА ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ КОПТИЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Маслов А.А., Власова А.Р., Яценко В.В., Власов А.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра Автоматики и вычислительной техники, ican2005@yandex.ru)

Abstract. The article describes structure and principles of functioning XXX and its usability for determining chemical composition of smoke liquids.

Аннотация. В статье описывается структура и принцип функционирования прибора-концентратомера и его применение для определения химического состава коптильных препаратов.

В условиях рыночной экономики одним из важнейших моментов является повышение эффективности технологических процессов, так как позволяет получать продукцию более высокого качества при одновременном сокращении производственных затрат.

В совместных исследованиях кафедр «Автоматики и вычислительной техники» (АиВТ) и «Технологии пищевых производств» (ТПП) Мурманского государственного технического университета ведутся работы, направленные на улучшение качества получаемой рыбной продукции путем автоматизации процессов ее приготовления. Так, в рамках ГБ НИР «Комплексная модернизация систем контроля и управления процессами стерилизации и копчения» кафедрой АиВТ разрабатывается автоматический концентратомер для контроля параметров коптильных препаратов в процессе их производства и хранения.

Принцип функционирования прибора заключается в определении степени изменения амплитуды и фазы гармонического сигнала при прохождении его через измерительную ячейку, помещаемую в исследуемую среду. Изменение этих параметров также напрямую зависит от частоты подаваемого сигнала.

Через исследуемую жидкость пропускается набор гармонических сигналов определенной частоты и амплитуды. После снятия отклика автоматически строятся амплитудно-частотная и фазо-частотные характеристики, по которым проводится анализ и определяется состав раствора.

Функциональная схема прибора представлена на рисунке 2.

На датчик, погруженный в исследуемый раствор, при помощи генератора подается набор гармонических сигналов частотой от 1 до 100 МГц. Амплитудными детекторами фиксируются и передаются в микроконтроллер значения амплитуд входного и выходного сигналов. С помощью фазового детектора, построенного на базе умножителя с выходом по напряжению (4-Quadrant Multiplier), определяется и передается в управляющий микроконтроллер сдвиг фаз между этими сигналами. Определение фазы осуществляется по формуле 1:

$$2\sin(\omega t) * \sin(\omega t + \varphi) = \cos(\varphi) - \cos(2\omega t + \varphi) \quad (1)$$

Высокочастотная составляющая $\cos(2\omega t)$ исключается при помощи фильтра низких частот, в результате получается значение постоянного напряжения, пропорциональное $\cos(\varphi)$, из которого можно программными методами вычислить значение сдвига фаз.

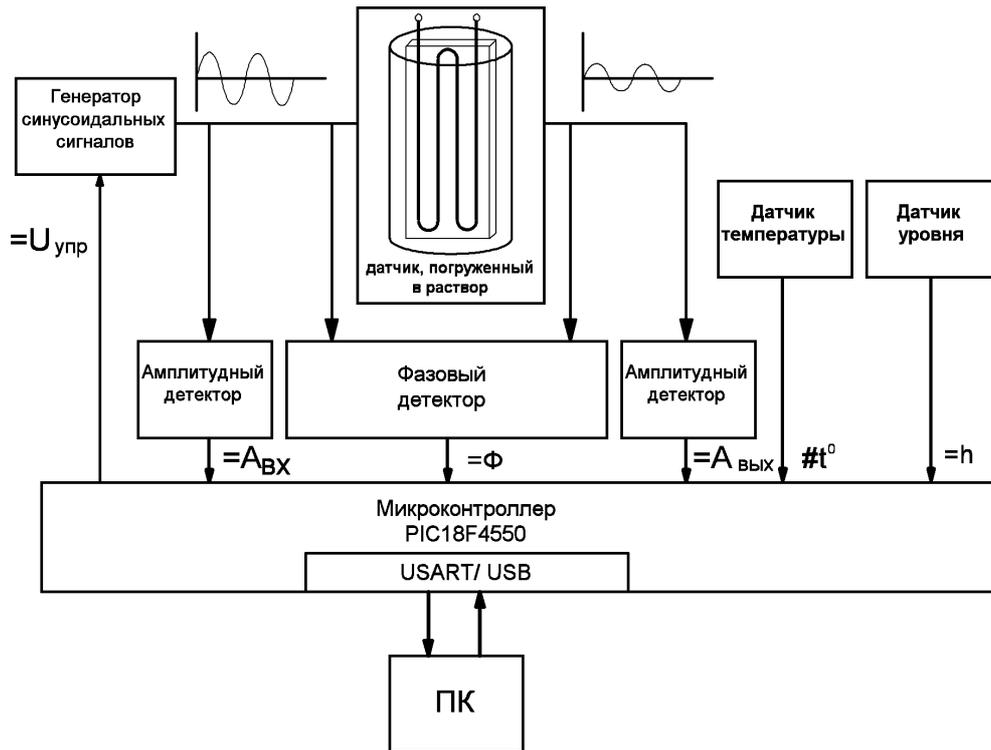


Рисунок 2 – Функциональная схема прибора-концентраметра

В качестве управляющего устройства был выбран микроконтроллер PIC18F4550 фирмы Microchip, так как он имеет функциональные возможности, полностью удовлетворяющие поставленной задаче (достаточные производительность и объем памяти программ и оперативной памяти, поддержка программирования на языках высокого уровня, низкое энергопотребление, поддержка USB-интерфейса и др.)

Микроконтроллер, получив информацию, для каждого значения частоты вычисляет отношение амплитуд входного и выходного сигналов и формирует таблицы точек для построения амплитудно- и фазочастотной характеристик.

В ходе экспериментов было выяснено, что на результаты измерений оказывают существенное влияние температура исследуемого раствора и уровень погружения датчика в жидкость. Для компенсации этого влияния в прибор интегрированы датчики температуры и уровня, по показаниям которых выполняется корректировка показаний.

Использование данного прибора планируется осуществлять в двух направлениях:

1. Сбор и хранение базы данных о химическом составе известных жидкостей как в памяти микроконтроллера, так и в памяти ПК (подключение к ПК может осуществляться по двум интерфейсам: USART и USB).
2. Экспресс-анализ исследуемого многокомпонентного раствора.

В дальнейшем концентраметр планируется внедрить в технологическую установку получения коптильного препарата. Прибор будет анализировать степень готовности препарата, сравнивая его с заранее выбранным эталоном. Помимо этого, будет проверяться содержание вредных веществ в получаемом растворе, и, если их концентрация превысит допустимую, будет выдаваться предупредительный сигнал.

На базе этого прибора в дальнейшем может быть разработана система автоматического управления процессом получения коптильного аппарата, в которой он будет выступать в роли датчика выходного параметра объекта (концентрации коптильного препарата).

В настоящее время прибор находится на заключительной стадии разработки (сборка и отладка). Основную проблему при этом представляет сложность топологии печатной платы, вызванная применением SMD-компонентов, а также необходимость реализации защиты от помех высокочастотных элементов.

Список литературы:

- 1) Ершов, А.М. Метод диэлектрической спектроскопии измерения физических свойств жидкостей / А.М. Ершов, А.А. Маслов, А.С. Совлуков, А.Р. Курамшина, В.В. Яценко // Матер. российской конф. с междунар. участием "Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения (УКИ'08)" (10-12 ноября 2008 г.) - Москва: ИПУ РАН, 2008. - С. 191-193.
- 2) Ершов, А.М. Метод диэлектрической спектроскопии измерения физических свойств жидкостей / А.М. Ершов, А.А. Маслов, А.Р. Курамшина, В.В. Яценко //Наука и образование-2008 [Электронный ресурс] : материалы междунар. научно-техн. конф. (Мурманск, 02-10 апреля 2008 г.) / МГТУ - Электрон. текстовые дан. (20 Мб).- Мурманск : МГТУ, 2008.- С. 918

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СТЕРИЛИЗАЦИОННОЙ УСТАНОВКОЙ АВК-30

Маслов А.А., Власов А.В., Кайченев А.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра Автоматики и вычислительной техники, ican2005@yandex.ru)

Abstract. This paper contains information on the process of creating sterilizer AVK-30. The results of processing experimental data for the purpose of upgrading its efficiency, elements of automated control system and its hardware are being described.

Аннотация. В статье описывается процесс создания стерилизационной установки АВК-30. Приводятся выводы по результатам экспериментов, проводимых с целью повысить энергетическую эффективность установки. Описываются составляющие системы автоматического управления и элементная база для ее построения.

Стерилизация является одним из наиболее распространенных и надежных способов консервирования пищевой продукции. Выпуском консервной продукции занимаются как крупные, так и малые предприятия. В условиях современного рынка перед малыми предприятиями всегда стояла задача поддержания конкурентоспособности выпускаемой продукции, решение которой затруднено отсутствием на рынке недорогих и эффективных отечественных стерилизационных установок (1).

Кафедры Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) и Технологии пищевых производств (ТПП) МГТУ длительное время сотрудничают в рамках проведения совместных исследований технологических процессов переработки гидробионтов. В 2007 году было принято решение о расширении фронта исследований по стерилизации, что потребовало приобретения дополнительной стерилизационной установки.

После анализа рынка наиболее оптимальным было признано решение создать собственную малогабаритную, эффективную и недорогую стерилизационную установку, как для проведения научных исследований, так и для разработки прототипа установки для последующего продвижения на рынок.

Стерилизационная установка была построена на базе медицинского стерилизатора ВК-30 и получила название АВК-30. Основными критериями, которыми руководствовались разработчики при создании установки, были:

- **дешевизна.** Состояние дел на рынке стерилизационных установок таково, что затраты на приобретение даже одной единицы современного оборудования часто превышают возможности малого предприятия. Разработка недорогой, но эффективной стерилизационной установки позволит предложить «малому бизнесу» современный вариант решения проблемы;
- **экономичность.** Для обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции необходимо минимизировать затраты на производство;
- **полная автоматизация процесса.** Требуется для обеспечения высочайшего качества продукции;
- **безопасность.** Стерилизационная установка использует среды, находящиеся под высоким давлением и с температурой выше 100 °С, а также требует присоединения к электрической сети, а потому ее исполнение должно соответствовать нормативным документам.

ВК-30 был соответствующим образом модернизирован для получения из него автоклава (удален эжектор для сушки медицинских предметов, переработана схема

подачи пара в стерилизационную камеру). На автоклав были установлены датчики температуры и давления, позволяющие фиксировать критичные параметры процесса.

Для продолжения работы требовалось получить опытные данные, основываясь на которых можно было найти пути повышения энергетической, а значит, и экономической эффективности. Для этого на кафедре АиВТ МГТУ был создан программно-аппаратный комплекс, состоящий из регистратора, датчиков температуры и избыточного давления, а также компьютерного программного обеспечения (2, 3).

При проведении экспериментов производилась стерилизация балластных банок, в ходе которой фиксировались температура среды в стерилизационной камере, температуры воды и паровоздушной смеси в парогенераторе, давления в стерилизационной камере и парогенераторе, а также уровень воды в парогенераторе.

По результатам экспериментов были сделаны следующие выводы:

- в процессе стерилизации пар отбирается не из магистрали, а от парогенератора, являющегося источником ограниченной мощности, поэтому при расчете управляющего воздействия для стерилизационной камеры необходимо учитывать параметры (давление и температуру) пара в парогенераторе;
- необходимо повысить эффективность реализации этапа охлаждения, на котором охлаждающая вода отбирала энергию не только от продукта и стенок стерилизационной камеры, но от парогенератора посредством теплообмена через рубашку. В качестве решения было предложено добавить в установку сосуд (получивший название «экономайзер»), который на период этапа охлаждения будет вмещать содержимое парогенератора;
- экономайзер должен также использоваться на других этапах процесса стерилизации для сохранения отбросной энергии, которая в иных установках невосвратно уходит с конденсатом и продувочным паром;
- длительность пароподготовки (предшествующей каждому циклу стерилизации) должна быть сокращена повышением начальной температуры подогреваемой воды за счет использования ее по замкнутому циклу и уменьшением начального объема воды (так как на процесс требуется около 5 литров, а в начале пароподготовки парогенератор наполняется до 15 литров);
- необходимо сократить тепловые потери аппарата путем дополнительной теплоизоляции парогенератора и крышки стерилизационной камеры.

Стерилизационная установка была дополнительно оснащена исполнительными механизмами (электромагнитными клапанами) и экономайзером (рисунок 1). Так как электромагнитные клапаны являются нелинейными объектами, то управлять при помощи непрерывного закона регулирования стерилизационной камерой можно лишь после дискретизации подаваемого на них управляющего сигнала широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). Импульсный режим работы клапана подачи пара, теоретически, приведет к интенсивному перемешиванию греющей среды и позволит обеспечить более однородные условия нагрева для банок с продуктом.

ВК-30 состоит из стерилизационной камеры и парогенератора. Из этого следует, что система управления процессом стерилизации должна содержать взаимосвязанные системы управления парогенератором и стерилизационной камерой.

Основное требование, предъявляемое к системе управления парогенератором, следующее: параметры пара на выходе (давление – степень сухости или давление – температура) должны соответствовать заданным, при этом влияние возмущающих воздействий должно быть сведено к минимуму. При этом эффективность переноса тепла паром из парогенератора в стерилизационную камеру будет максимальной и синтез системы управления процессом стерилизации упростится, так как значения параметров греющей среды будут зафиксированы на постоянном уровне.

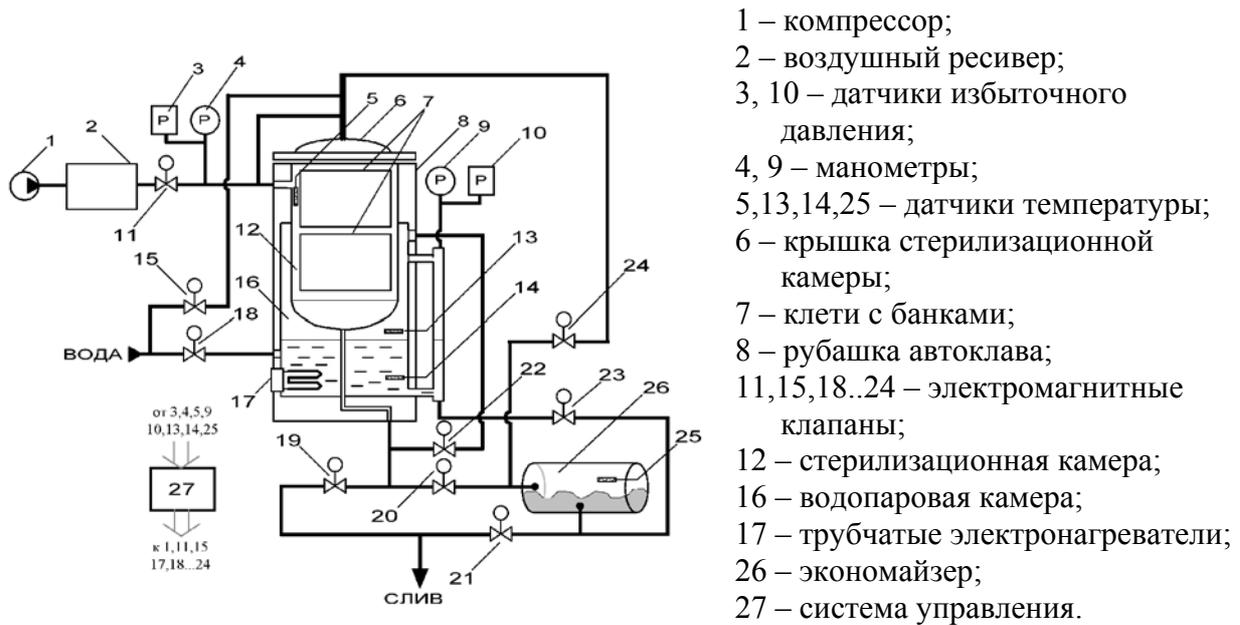


Рисунок 1 – Стерилизационная установка АВК-30 с экономайзером

Система управления парогенератором относится к системам стабилизации. Основным возмущающим воздействием для этой системы является отбор пара в стерилизационную камеру. Для повышения качества поддержания давления пара необходимо ввести в систему управления парогенератором выходной сигнал регулятора температуры греющей среды в стерилизационной камере.

Неосновным возмущающим воздействием для системы управления парогенератором является отбор тепла окружающей средой. Для учета теплообмена с окружающей средой при расчете управляющего воздействия установка была оборудована датчиком температуры окружающей среды.

Таким образом, система стабилизации давления в парогенераторе должна относиться к классу комбинированных систем автоматического управления, осуществлять управление по отклонению давления в парогенераторе и управление по возмущающим воздействиям – по отбору тепла стерилизационной камерой и потерям тепла в окружающую среду.

Требования к системе управления стерилизационной камерой следующие: температура греющей среды в камере должна максимально точно соответствовать параметрам формулы стерилизации, давление в стерилизационной камере должно обеспечивать отсутствие деформации тары, условия нагревания должны быть максимально одинаковы для всей стерилизуемой партии. Соответственно, система управления стерилизационной камерой включает в себя подсистему управления температурой греющей среды и подсистему поддержания давления в стерилизационной камере.

С точки зрения алгоритма функционирования подсистема управления температурой греющей среды стерилизационной установки относится к системам программного управления, так как изменение управляемой величины (температуры в стерилизационной камере) производится в соответствии с заранее заданной программой на основании требований технологического процесса, а именно формулы стерилизации. Оптимизация регулятора температуры греющей среды в стерилизационной камере должна вестись с использованием математической модели температурного поля греющей среды в стерилизационной камере.

Возмущающими воздействиями для этой подсистемы является теплообмен с окружающей средой и потери отбросного тепла. Следовательно, подсистема управления температурой греющей среды должна являться комбинированной системой управления.

Подсистема поддержания давления в стерилизационной камере также относится к системам программного управления.

Современный этап развития науки и техники предлагает широкий выбор технических средств автоматизации процесса управления для реализации управляющих алгоритмов. Применительно к стерилизующим установкам можно наблюдать использование целого спектра различного оборудования для управления технологическим процессом стерилизации – начиная от промышленных компьютеров с сенсорным дисплеем и заканчивая построенными на базе ПЛК или программных регуляторов системами. С учетом поставленной задачи наиболее предпочтительным кажется последний вариант в силу меньших габаритов и стоимости ПЛК по сравнению с промышленными компьютерами.

Система управления АВК-30 будет построена на базе оборудования компании «ОВЕН», являющейся одним из лидеров отечественного рынка средств автоматизации. Ее основным узлом будет программируемый логический контроллер ПЛК154, сочетающий в себе достаточную производительность с хорошим набором каналов дискретного и аналогового ввода-вывода. Остальными элементами системы являются модули дискретного (МДВВ) и аналогового ввода-вывода (МВА8), предназначенные для расширения возможностей контроллера по вводу и выводу аналоговой и дискретной информации, а также панель оператора ИП320, при помощи которой будет осуществляться управление установкой.

В настоящее время идет монтаж управляющих блоков на стерилизационную установку одновременно с разработкой алгоритма работы системы автоматического управления в SCADA-системе CoDeSys. Особое внимание уделяется обеспечению простоты и интуитивности при работе пользователя с установкой.

Таким образом, современные средства автоматизации позволяют повысить эффективность работы стерилизационной установки путем реализации оптимальной многоконтурной системы управления технологическим процессом, при этом качество продукции будет оставаться на стабильно высоком уровне.

Список литературы:

- 1) Мошелкова В.Ю., Рязанцев В.Е. Новое поколение российской стерилизационной техники // «Техника и технология». - №3/2007. – М.: «Пищевая промышленность», 2007. – С. 40-41.
- 2) А.А. Маслов, А.В. Власов, А.В. Кайченков. Программно-аппаратный комплекс для экспериментального исследования температурного поля в стерилизационной камере автоклава. Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 26 февраля – 28 февраля 2008 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 500с.
- 3) Маслов А.А., Власов А.В., Кайченков А.В. Практическая реализация программно-аппаратного комплекса для экспериментального исследования температурного поля в стерилизационной камере автоклава. Современные технологии в машиностроении: Сборник статей XI Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2007. – с. 267-269.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СТЕРИЛИЗАЦИИ ДЛЯ СТЕРИЛИЗАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ АВК-30

Маслов А.А., Власов А.В., Кайченев А.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра Автоматики и вычислительной техники, ican2005@yandex.ru)

Abstract. This article describes modern automatic equipment and software and the embedding features in the automation control system of the sterilization process.

Аннотация. В статье рассмотрены современные средства автоматизации и особенности их внедрения в автоматической системе управления процессом стерилизации.

Введение

За последние сто лет стерилизационные установки непрерывно совершенствовались, пройдя долгий путь от аппаратов на ручном управлении до элементов полностью автоматизированных комплексов, в которых автоклав является частью линии по обработке пищевой продукции. Только полная автоматизация процесса позволяет обеспечить надлежащее качество продукции при высокой экономичности установки [1].

В настоящее время ситуация, сложившаяся на отечественном рынке стерилизационного оборудования для пищевой промышленности, характеризуется тем, что 80% - это старое или дорабатываемое последние годы оборудование. Импортных же автоклавов, представленных на рынке западными производителями, достаточно много, но для их закупки у многих российских предприятий не хватает средств [2]. Нужно отметить, что в этом многообразии практически не представлены малогабаритные стерилизационные установки (для пищевых производств).

Одним из выходов в сложившейся ситуации является разработка и внедрение на предприятиях недорогих, экономичных, надежных отечественных автоматизированных стерилизационных установок. Такие установки, обладающие малыми массогабаритными показателями, также необходимы лабораториям, осуществляющим разработку режимов стерилизации, так как в процессе получения параметров формулы приходится осуществлять множество пробных автоклавоварок, причем в партию включаются как тестовые консервы, так и балласт, на который приходится значительное количество расходуемой на процесс энергии. Все это делает работу по разработке режимов стерилизации достаточно ресурсоемкой. Малогабаритная установка для подобной задачи должна иметь возможность воспроизводить условия, имеющиеся в конкретном автоклаве, для которого разрабатывается режим стерилизации.

Также малогабаритные стерилизационные установки могут пригодиться малым предприятиям, в особенности расположенным в тех районах, где мало развита или вообще отсутствует производственная инфраструктура. Такая стерилизационная установка (или несколько установок) может стать центральным узлом производственной линии консервного мини-завода, который сможет осуществлять выпуск консервированной рыбной продукции.

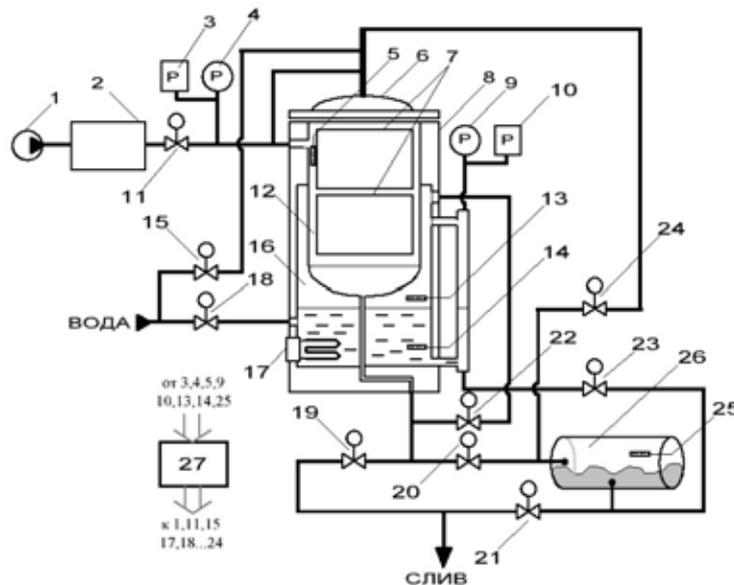
Основные требования к стерилизационной установке для упомянутых областей применения следующие:

- дешевизна;
- экономичность;

- полная автоматизация процесса, включая составление термобаттиграмм;
- безопасность.

Описание объекта

Всем вышеперечисленным требованиям соответствует стерилизационная установка АВК-30 (Рисунок 1), разработанная в экспериментальных лабораториях кафедры Автоматики и вычислительной техники (А и ВТ) и кафедры Технологий пищевых производств (ТПП) Мурманского государственного технического университета (МГТУ), где на протяжении многих лет ведется целенаправленная работа по исследованию процесса стерилизации и совершенствованию стерилизационного оборудования.



1 – компрессор; 2 – воздушный ресивер; 3, 10 – датчики избыточного давления; 4, 9 – манометры; 5 – датчик температуры среды стерилизационной камеры; 6 – крышка стерилизационной камеры; 7 – клетки с банками; 8 – рубашка автоклава; 11 – э/м клапан подачи воздуха; 12 – стерилизационная камера; 13 – датчик температуры паровоздушной среды в парогенераторе; 14 – датчик температуры воды в парогенераторе; 15 – э/м клапан подачи охлаждающей воды в стерилизационную камеру; 16 – водопаровая камера; 17 – трубчатые электронагреватели; 18 – э/м клапан подачи воды в парогенератор; 19 – сливной э/м клапан; 20 – э/м клапан слива из стерилизационной камеры в экономайзер; 21 – э/м клапан слива из экономайзера; 22 – э/м клапан подачи пара; 23 – э/м клапан слива из парогенератора в экономайзер; 24 – продувочный э/м клапан; 25 – датчик температуры паровоздушной среды в экономайзере; 26 – экономайзер; 27 – система управления.

Рисунок 1 – Стерилизационная установка АВК-30

Система управления процессом стерилизации

Современный этап развития науки и техники предлагает широкий выбор технических средств автоматизации процесса управления для реализации управляющих алгоритмов. Применительно к стерилизующим установкам можно наблюдать использование целого спектра различного оборудования для управления технологическим процессом стерилизации – начиная от промышленных компьютеров с сенсорным дисплеем и заканчивая построенными на базе программируемых логических контроллеров (ПЛК) или программных регуляторов системами. В силу меньших габаритов и стоимости ПЛК по сравнению с промышленными компьютерами наиболее предпочтительным является последний вариант.



Рисунок 2 – Система управления процессом стерилизации

Целенаправленная работа кафедры автоматика и вычислительной техники (АиВТ) МГТУ по внедрению оборудования фирмы «ОВЕН» в учебный процесс убедила разработчиков в правильности выбранного направления реализации системы управления и контроля процессом стерилизации на базе отечественного оборудования промышленной автоматизации [3]. В рамках программы поддержки вузов, реализуемой компанией «ОВЕН», кафедре были предоставлены оборудование (ПЛК154, аналоговый модуль ввода МВА8, адаптер сети АС4, блок управления симисторами и тиристорами БУСТ, датчики температуры) и программный комплекс (CoDeSys), отвечающие современным промышленным стандартам (Рисунок 2). Для реализации полностью автоматизированной стерилизационной установки кафедрой АиВТ были закуплены недостающие элементы системы управления и исполнительные механизмы: модуль дискретного ввода-вывода МДВВ, панель оператора ИП320, датчики давления, электромагнитные клапаны.

Основой автоматической системы управления стерилизационной установкой является ПЛК154 фирмы «ОВЕН». Контроллер программируется в комплексе CoDeSys (Рисунок 3), занимающей на сегодняшний день лидирующие позиции на рынке систем программирования МЭК (Международной Электротехнической Комиссии).

«Три кита», составляющие CoDeSys это:

- специализированные редакторы для ввода прикладных программ;
- встроенные компиляторы, генерирующие исполняемый машинный код;
- широкий набор средств отладки и сопровождения.

CoDeSys включает 5 специализированных редакторов для каждого из стандартных языков программирования: Список Инструкций (IL), Функциональные блок-диаграммы (FBD), Релейно-контактные схемы (LD), Структурированный текст (ST), Последовательные функциональные схемы (SFC). Редакторы поддерживаются большим числом вспомогательных инструментов, ускоряющих ввод программ. Это ассистент ввода, автоматическое объявление переменных, интеллектуальная коррекция ввода, цветовое выделение и синтаксический контроль при вводе, масштабирование, автоматическое размещение и соединение графических элементов.

В одном проекте можно совмещать программы, написанные на нескольких (от двух до пяти) языках МЭК, либо использовать один из них. Помимо средств

подготовки программ, CoDeSys включает встроенный отладчик, эмулятор, инструменты визуализации и управления проектом, конфигураторы ПЛК и сети.

В основу CoDeSys положено несколько важных идей, которые выделяют его в группе лидирующих комплексов МЭК. Напротив, он включает ряд дополнений, не предусмотренных стандартом (языки SFC и упрощенный SFC, поддержка указателей и действий в функциональных блоках). CoDeSys компилирует прикладные программы в машинный код, поэтому создаваемые пользователями программы имеют наивысшее быстродействие[4].

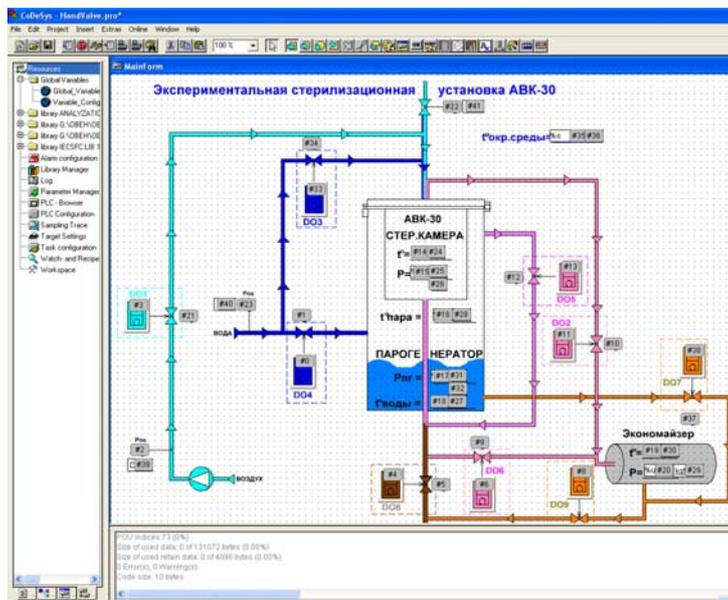


Рисунок 3 – Форма отображения программного комплекса CoDeSys

Выводы

Таким образом, ПЛК со средой программирования CoDeSys является современным удобным и эффективным средством разработки автоматических систем управления. Реализация системы автоматического управления процессом стерилизации на базе вышеперечисленных программно-аппаратных средств позволит:

- повысить эффективность работы стерилизационной установки;
- оптимально регулировать все параметры процесса и поддерживать с заданной точностью параметры формулы стерилизации.

Список литературы:

- 1) Технология рыбы и рыбных продуктов: Учебник для вузов/ В.В. Баранов, И.Э. Бражная, В.А. Гроховский и др.; Под ред. А.М. Ершова. – СПб.: ГИОРД. –944 с.: ил.
- 2) В.Ю. Мошелкова, В.Е. Рязанцев Новое поколение российской стерилизационной техники//«Техника и технология». – №3/2007. – М.: «Пищевая промышленность», 2007. – С. 40-41.
- 3) А.А. Маслов, А.В. Кайченков А.В., Саженов Р.А., Коваль А.Е. Система управления микроклиматом//«Автоматизация и производство». – №1/2008. – М.:«АиП»,2008. – С.36-37
- 4) А.Ж. Брокерев, А.В. Петров Программируемые логические контроллеры, МЭК системы программирования и CoDeSys//«Автоматизация и производство». – №1/2006. – М.:«АиП»,2006. – С. 24-27

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС И ПРОИЗВОДСТВО ЛАБОРАТОРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА БАЗЕ ОБОРУДОВАНИЯ «ОВЕН»

Маслов А.А., Висков А.Ю., Кайченев А.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра Автоматики и вычислительной техники, ican2005@yandex.ru)

Abstract. This article considers the questions of developing and implementing the experimental laboratory plants into teaching process and production, which are based on the "OWEN" equipment.

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы разработки и внедрения в учебный процесс и производство лабораторных и экспериментальных установок, построенных на базе оборудования «ОВЕН».

Особую роль в процессе подготовки высококвалифицированных инженерных кадров играют практические навыки, которые студенты получают в процессе выполнения лабораторных работ в рамках учебно-лабораторного практикума по ряду дисциплин, проводимых кафедрой «Автоматика и вычислительная техника» (АиВТ) МГТУ.

На кафедре АиВТ в течение ряда лет проводится целенаправленная деятельность по разработке учебно-лабораторных комплексов в рамках дипломного проектирования студентов и курсантов. Это позволяет оперативно обновлять учебные лаборатории с учетом специфики учебного процесса и современных требований практики. Кроме того, собственные разработки, будучи более удобными в использовании и лучше соответствующие реальным особенностям отрасли, оказываются дешевле изготавливаемых на заводах-изготовителях. Так, разработанные на кафедре стенды распределенных систем управления на базе модулей удаленного сбора данных (ADAM-4000 и I-7000) и комплексы для разработки и отладки проектов АСУ ТП на базе промышленных компьютеров MIC2000 (ADVANTECH) и пакета моделирования автоматических систем регулирования Autoscont, являются основой лаборатории компьютерных систем управления (КСУ). Внедрение в учебный процесс этого оборудования позволило повысить уровень подготовки инженеров [1].

Следует отметить, что программно-технические комплексы (ПТК), созданные на базе оборудования иностранного производства, используемые при создании стендов, имели относительно высокую стоимость.

В 2005 году кафедра АиВТ МГТУ приняла участие в программе поддержки высших учебных заведений по оснащению лабораторий современным оборудованием промышленной автоматизации, проводимой российским производственным объединением «ОВЕН». На полученном от компании «ОВЕН» оборудовании были разработаны два учебных лабораторных стенда «Автоматическая система управления микроклиматом на базе микропроцессорных регуляторов «ОВЕН» [2].

В 2007 году с учетом положительного опыта предыдущего сотрудничества производственным объединением «ОВЕН» было поставлено новейшее отечественное оборудование промышленной автоматизации, включая последние разработки: программируемых логических контроллеров (ПЛК 154-220.У-Л), регуляторов частоты вращения вентилятора ЭРВЕН, модулей ввода аналоговых сигналов МВА8 и т.д.

В настоящее время на кафедре А и ВТ внедрены в учебный процесс две лабораторных установки «Автоматическая система управления температурой в помещении» (рисунок 1).

Лабораторный стенд «Автоматическая система управления температурой в помещении».

В рамках данной лабораторной работы студенты знакомятся с внутренней структурой (на плакатах) и работой микропроцессорного регулятора температуры ТРМ и регулятора скорости вращения вентилятора ЭРВЕН. Студентам предлагается настроить эти регуляторы. Исследуя процессы управления температурой в помещении, студенты на практике получают навыки настройки АСУ и опыт практической работы с микропроцессорными регуляторами «ОВЕН».

Лабораторный стенд позволяет:

- 1) настроить регуляторы температуры и частоты вращения;
- 2) оценить эффективность используемого метода поддержания температуры:
 - а) при поддержании температуры в помещении изменением мощности нагрева через ТРМ при постоянном потоке обдува;
 - б) при поддержании температуры в помещении изменением потока обдува через ЭРВЕН при постоянной мощности нагрева;
- 3) Настроить регуляторы ТРМ и ЭРВЕН на совместную работу контуров управления температурой и скоростью обдува с целью достижения:
 - максимально быстрой компенсации возмущающего воздействия (холодного воздуха);
 - минимума расхода электроэнергии;

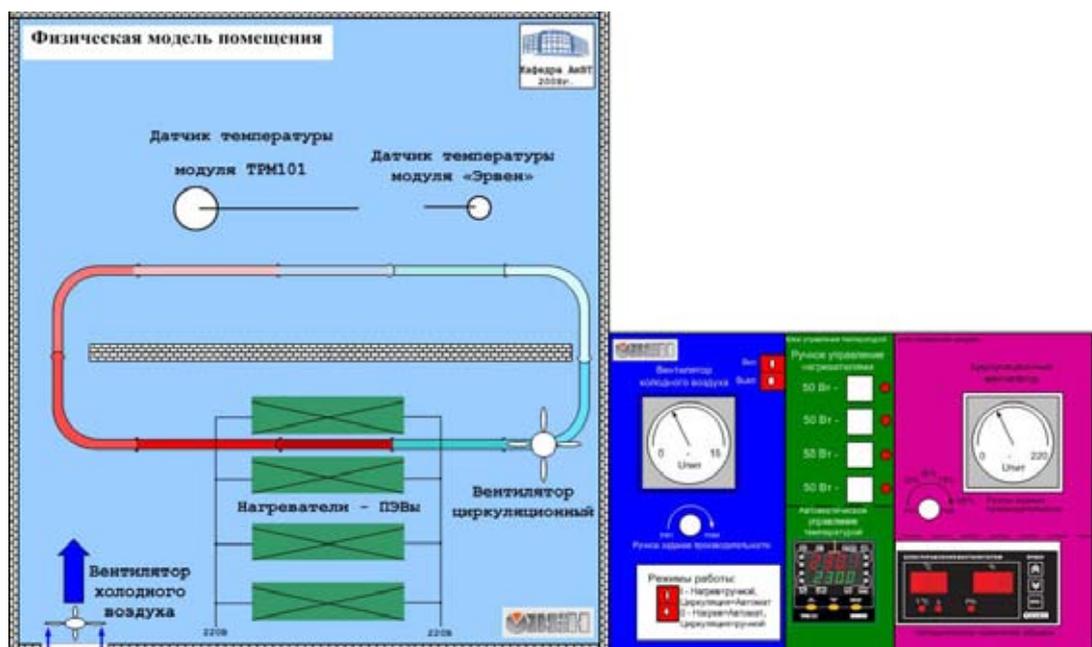


Рисунок 1 – Лабораторная установка «Автоматическая система регулирования температуры в помещении на базе микропроцессорных регуляторов «ОВЕН»

Комплекс для разработки и отладки проектов АСУТП на базе «ОВЕН» ПЛК 154 в настоящее время разрабатывается в рамках дипломного проектирования студентов специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств» (рисунок 2).

Лабораторный программно-технический комплекс на базе «ОВЕН» ПЛК 154.

В рамках лабораторных работ, выполненных на ПТК студенты ознакомятся с принципами функционирования аппаратных средств, структурой и функциями ПЛК 154, конфигураторами приборов и средой разработки CoDeSys. Студентам будет предложено разработать:

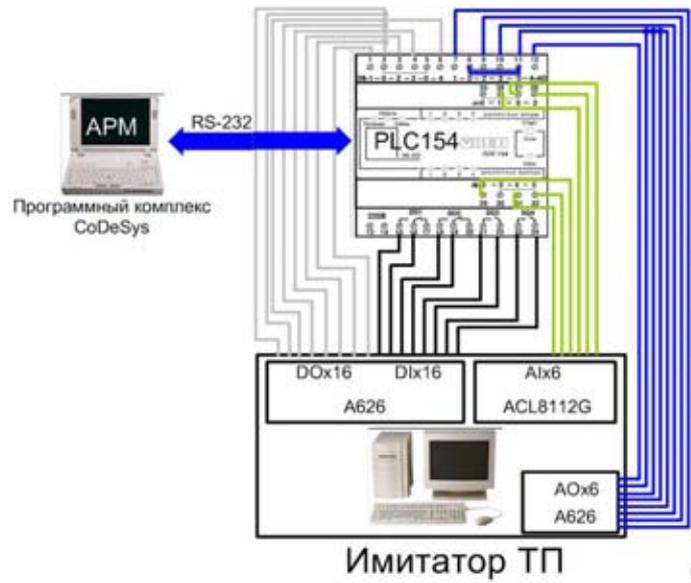


Рисунок 2 – Лабораторный программно-технический комплекс на базе «ОВЕН» ПЛК 154

- 1) подсистему ввода/вывода сигналов;
- 2) АСУ с релейными регуляторами, включая настройку регуляторов;
- 3) АСУ с ПИД – регулятором, включая настройку регулятора.

Опыт, полученный коллективом кафедры АиВТ в ходе комплексной компьютеризации учебного процесса, позволяет проводить научные исследования и реализовывать практические проекты по автоматизации технологических процессов пищевой промышленности

Система управления процессом стерилизации на базе оборудования «ОВЕН».

В экспериментальных лабораториях кафедры Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) и кафедры Технологий пищевых производств (ТПП) МГТУ ведется исследованию процесса стерилизации и совершенствованию стерилизационного оборудования. В рамках данной работы был создан программно-аппаратный комплекс для получения математической модели стерилизационной камеры автоклава, состоящий из двух модулей ввода аналоговых МВА8 и адаптера сети АС3, датчиков температуры и компьютерного программного обеспечения (рисунок 3) [3]. Оборудование и программное обеспечение также было получено в рамках программы поддержки вузов, проводимой компанией «ОВЕН».



Рисунок 3 – Программно-аппаратный комплекс для получения математической модели стерилизационной камеры автоклава

В настоящее время в лаборатории современных технологических процессов переработки гидробионтов (кафедра ТПП) ведется разработка экспериментальной малогабаритную стерилизационной установки АВК-30 на основе медицинского стерилизатора ВК-30. На установке АВК-30 реализована АСУ процессом стерилизации на базе ПЛК154 и программного комплекса CoDeSys.

Выводы:

Разработка и внедрение в учебный процесс и производство лабораторных экспериментальных установок на базе оборудования «ОВЕН» позволяет обеспечить лаборатории кафедры современным отечественным оборудованием промышленной автоматизации, а также проводить исследования в области технологии пищевых производств.

Список литературы:

- 1) А.А. Маслов, А.Ю. Висков Современный подход к разработке проектов АСУТП// «Современные технологии автоматизации». - №3/2001. – М.: СТА-ПРЕСС, 2001. – С. 68
- 2) А.А. Маслов, А.В. Кайченев А.В., Саженов Р.А., Коваль А.Е. Система управления микроклиматом // «Автоматизация и производство». - №1/2008. – М.: «АиП», 2008. – С. 36-37
- 3) А.А. Маслов, А.В. Власов, А.В. Кайченев. Особенности работы программно-аппаратного комплекса для экспериментального исследования температурного поля в стерилизационной камере автоклава периодического действия. Межвузовский сборник трудов по материалам Международной научно-технической конференции «Наука и образование – 2008». [Электронный ресурс] МГТУ.- Электрон. текст.дан.- Мурманск: МГТУ, 2008.

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ТРАНСФОРМАТОРНЫХ МАГНИТОУПРУГИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ

Лебедев А.И., Богомолов А.В. (Санкт-Петербург, Государственная морская академия имени адмирала С.О. Макарова, кафедра «Электродвижение и автоматика судов», ptical@mail.ru, bogosja@list.ru.)

Abstract. Achievements in the field of materials science have allowed to develop materials with high magnetostriction. Use of such materials as reference sensitive elements magneto elastic transducers will allow increasing sensitivity of converters tens, hundreds and even thousand times. As a material of magnetic conductor as it is possible to use magnetically soft nanocrystalline alloys allowing considerably to lower a level of losses and to increase a class of accuracy measuring magneto elastic transducer.

Автоматизация судовых энергетических установок (СЭУ) требует создания надежных устройств, позволяющих осуществлять непрерывный автоматических контроль, основных величин, определяющих работу СЭУ: мощности главного двигателя, частоты вращения, крутящего момента, упора гребного винта, крутильных и продольных колебаний.

Для измерения крутящего момента, крутильных и продольных колебаний в настоящее время широкое применение нашли тензорезисторные преобразователи, применение, которых связано с существенными недостатками: необходимостью приклеивания тензорезисторов к поверхности вала и наличию токосъемных колец.

Бесконтактные датчики с тензорезисторными преобразователями отличаются сложностью и наличием электронных элементов расположенных на вращающемся валу.

Малое значение выходного сигнала измерителей механических напряжений предъявляет такие высокие требования к токосъемным устройствам, которые практически трудно обеспечить в условиях эксплуатации.

В ГМА им. адм. С.О.Макарова разработаны магнитоупругие датчики, отличающиеся простотой конструкции, бесконтактным съемом информации, большим значением выходного сигнала, точностью измерений, стабильностью характеристик, малой инерционностью и высокой надежностью.

Анализ существующих методов измерения основных величин характеризующих работу судовых энергетических установок показал, что наиболее перспективными являются трансформаторные магнитоупругие преобразователи (ТМУП) [5], принцип действия которых основан на использовании магнитоупругого эффекта.

В магнитоупругих преобразователях используется магнитоупругий эффект, который проявляется в той или иной степени у всех ферромагнитных материалов. Магнитоупругий эффект заключается в изменении магнитных свойств ферромагнитных материалов под действием механических напряжений.

Принцип действия ТМУП рассмотрен в [3].

На рис.1 показана конструкция трансформаторного МУП, состоящего из двух взаимно перпендикулярных П-образных сердечников, на каждом из полюсов которых расположены катушки. Размеры сердечников таковы, что линии, соединяющие проекции центров полюсов А, В, С и D на поверхность чувствительного элемента, образуют квадрат ADBC. Между сердечниками преобразователя и его чувствительным элементом имеется воздушный зазор. В качестве чувствительного элемента может использоваться рабочая часть контролируемой детали. Катушки полюсов А и В

соединяют между собой последовательно таким образом, чтобы имело место чередование полярности полюсов. Катушки полюсов С и D соединяются аналогично. Катушки полюсов А и В питаются от сети переменного тока и образуют обмотку возбуждения, служащую для создания переменного электромагнитного поля. Выходное напряжение снимается с измерительной обмотки, образованной катушками полюсов С и D.

Выражение для ЭДС трансформаторного МУП имеет следующий вид [3].

$$e = -\frac{i\omega\Phi_m W_u}{2\pi R_{\mu u}} \sqrt{i\gamma\omega} \ln \frac{\left[\lambda + 1 + \sqrt{2}(\lambda - 1)\sin\left(\frac{\pi}{4} - 2\varphi\right)\right]^2 + 4\lambda}{\left[\lambda + 1 + \sqrt{2}(\lambda - 1)\sin\left(\frac{\pi}{4} + 2\varphi\right)\right]^2 + 4\lambda} \cdot e^{i\omega t} \quad (1)$$

где: W_u - количество витков измерительной обмотки;

ω - угловая частота сети;

γ - электрическая проводимость материала вала;

$$\lambda = \frac{\mu_y}{\mu_x};$$

μ_y, μ_x - значения магнитных проницаемостей материала вала вдоль действия главных нормальных напряжений;

$\mu_{\Sigma} = \sqrt{\mu_x \mu_y}$ - эквивалентное значение магнитной проницаемости;

φ - угол между координатными осями X_1, Y_1 , связанными с магнитопроводом преобразователя, и главными осями анизотропии X, Y .

Φ_m - амплитудное значение магнитного потока, втекающего в контролируемый участок вала через полюса обмотки возбуждения.

Анализ выражения (1) показывает, что приведённая зависимость изменяется по периодическому закону в функции угла φ и имеет экстремальные значения при

$$\varphi = \frac{\pi}{4} \pm n \frac{\pi}{2}, \text{ где } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

При $\varphi = 45^\circ$ ЭДС преобразователя имеет максимальное значение и равна:

$$e = \frac{\Phi_m W_u}{2\pi R_{\mu u}} \sqrt{i\gamma\omega} e^{i\omega t} \ln \lambda$$

При измерении крутящего момента и крутильных колебаний полюса измерительной обмотки С и D располагаются вдоль образующей вала, а полюса обмотки возбуждения А и В - по окружности вала.

Линии, соединяющие центры проекций полюсов А, В, С, D направлены под углом 45° к образующей вала, т.е. совпадают с направлением главных нормальных напряжений, возникающих под действием крутящего момента [5].

Для измерения осевого усилия и продольных колебаний, магнитопровод ТМУП следует развернуть на угол 45° .

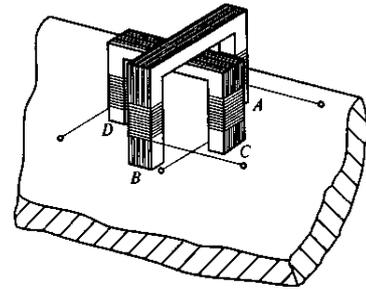


Рис. 1. Конструкция трансформаторного МУП

Аналитические и экспериментальные исследования показали отсутствие взаимного влияния крутящего момента и осевого усилия на выходной сигнал ТМУП.

Чувствительным элементом (ЧЭ) трансформаторного магнитоупругого преобразователя обычно является участок вала или корпуса судна. Сложная зависимость магнитоупругой чувствительности ЧЭ от многих факторов (химического состава материала, механической и термической обработки) затрудняет получение универсальной зависимости изменения магнитной проницаемости от механических напряжений, что вызывает необходимость индивидуальной тарировки ТМУП.

В работе [4] представлен ТМУП с эталонным чувствительным элементом (ЭЧЭ) выполненном из трансформаторной стали с известными магнитными характеристиками.

Для увеличения чувствительности ТМУП в качестве материала ЧЭ можно использовать не трансформаторную сталь, а современные материалы с гигантской магнитострикцией [1, 2].

В 1961 – 1965 годах было установлено [1], что анизотропная магнитострикция редкоземельных металлов тербия Tb, диспрозия Dy их сплавов и ферритов-гранатов при низких температурах превышает анизотропную магнитострикцию железа, кобальта, никеля и их сплавов в десятки, сотни и даже тысячи раз. Несколько позднее такая гигантская магнитострикция была обнаружена в так называемых интерметаллических соединениях TbFe₂ и DyFe₂ [2], в которых гигантская магнитострикция реализуется не только при низких температурах, но и при температурах выше комнатной.

Использование перечисленных выше материалов в качестве ЧЭ позволит значительно увеличить чувствительность ТМУП.

До недавнего времени практическому применению высокострикционных свойств редкоземельных магнетиков препятствовали следующие факторы.

1. Вредное влияние магнитной анизотропии, которая приводит к тому, что гигантская магнитострикция реализуется в очень сильных магнитных полях. Необходимо изготавливать эти материалы с малой магнитной анизотропией для того, чтобы можно было управлять гигантской магнитострикцией с помощью слабого поля. В настоящее время разработано несколько технологий приготовления таких материалов.

Необходимо изыскивать материалы с гигантской магнитострикцией и с точками Кюри выше комнатных.

2. Редкоземельные материалы плохо поддаются механической обработке из-за высокой хрупкости.

Современные достижения в области материаловедения позволяют избежать перечисленных факторов. Среди наиболее перспективных материалов следует отметить синтезированное интерметаллическое соединение Tb_{0,27}Dy_{0,75}Fe₂, которое обладает пониженной магнитной анизотропией с сохранением высокой магнитострикции [2]. Для улучшения механических свойств данного материала можно использовать технологии аморфизации.

3. В качестве материала для магнитопровода ТМУП предпочтительнее использовать нанокристаллические магнитомягкие материалы [6, 7]. Использование нанокристаллических магнитомягких аморфных и нанокристаллических материалов, обладающих высокой магнитной проницаемостью, позволяет повысить чувствительность измерительных преобразователей и точность преобразования измеряемых величин [7].

Хорошая механическая обрабатываемость нанокристаллических сплавов позволяет придавать магнитопроводам различную форму. Разработанный компанией

«ГАММАМЕТ» нанокристаллический сплав ГМ414 (ГМ414А, ГМ414В, нанокристаллический сплав ГМ414 после обработки в продольном и поперечном магнитном поле соответственно) нашел широкое применение в измерительных трансформаторах тока и напряжения, а так же в различных реакторах и других электромагнитных устройствах[7]. Использование материала ГМ414 в магнитопроводах ТМУП позволит повысить класс точности прибора.

Таким образом, использование современных материалов в ТМУП позволяет значительно увеличить как чувствительность, так и точность измерений.

Список литературы:

- 1) Белов К.П. Магнитострикционные явления и их технические приложения. М.: Наука, 1987.
- 2) Белов К.П. Магнитострикционные явления. Материалы с гигантской магнитострикцией. // Соросовский образовательный журнал. – 1998. - № 3. – С. 112 – 117.
- 3) Жадобин Н.Е. Магнитоупругие преобразователи в судовой автоматике. Л.: Судостроение, 1985, 92 с.
- 4) Жадобин Н.Е., Крылов А.П., Многофункциональный датчик крутящего момента и частоты вращения с магнитоупругим преобразователем. // Эксплуатация морского транспорта. – 2007. - № 4 (50). – С. 57 – 58.
- 5) Жадобин Н.Е., Лебедев А.И. Магнитоупругие преобразователи в СЭУ // Транспорт Российской Федерации. – 2006. № 6. – С. 36 – 38.
- 6) Стародубцев Ю.Н., Белозеров В.Я. Нанокристаллические магнитомягкие материалы. // Компоненты и технологии. – 2007. - № 4. – С. 144 – 146.
- 7) Стародубцев Ю.Н., Белозеров В.Я. Аморфные и нанокристаллические сплавы для измерительных преобразователей. // Компоненты и технологии. – 2008. - № 1. – С. 38 – 42.

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ НА РАБОТУ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

Лебедев А.И., Лопатин А.С. (Санкт-Петербург, Государственная морская академия имени адмирала С.О. Макарова, кафедра «Электродвижение и автоматика судов», ptical@mail.ru, ciia@mail.ru)

Abstract. Longitudinal vibrations render strong negative influence on a condition of ship electric machines. In the literature frequently there are messages about damages of electric machines of the axial vibrations caused by influence. The most intensive axial vibrations meet in diesel engine - generating installations. A plenty of breakages of electric machines because of longitudinal vibrations demands more detailed studying of the reasons of their occurrence.

Продольные или осевые колебания дизель-генераторной установки получили признание лишь в последнее время. Разработаны методы расчетного определения частот свободных колебаний, и резонансных амплитуд.

Проведенные эксперименты показали, что амплитуда продольных колебаний возрастает с увеличением осевых усилий. Большие осевые усилия характерны для судовых установок, где валопровод принимает давление воды на винт, поэтому часты явления резонансных продольных колебаний в судовых дизельных установках с жестким соединением винта и двигателя. Упорный подшипник такой установки может быть либо выносным, либо встроенным в остов двигателя, в последнем случае он может одновременно являться и опорным подшипником.

Чтобы рассчитать частоты собственных продольных колебаний, необходимо знать вес всех деталей, соединенных с валопроводом, податливость отдельных участков валопровода и самого упорного подшипника.

При проектировании судовых дизельных установок рассчитываются как крутильные, так и продольные колебания, однако это правило не распространяется на судовые дизель-генераторные установки, поскольку утвердилось мнение, что в них отсутствуют постоянные осевые силы; однако дизель-генераторные установки также подвержены продольным колебаниям, поскольку коленчатый вал испытывает давление в осевом направлении, которое меняется с изменением нагрузки (1).

Под воздействием знакопеременных осевых усилий особенно сильно разрушались спинки вкладышей рамовых подшипников и их постели, компрессионные прокладки под пятками шатунов и, несколько меньше, пальцы головных подшипников и другие детали (1, 2, 3).

Кроме того, в двигателях ледокола «Киев» заклинивало демпферы крутильных колебаний фирмы «Холсат», установленные на передних концах коленчатых валов, а также два раза появлялись трещины в верхних головках шатунов, имевшие усталостный характер (2, 3). Первоначальными причинами продольных колебаний являются силы давления газов и инерции, вызывающие колебания изгиба, из-за чего возникают продольные колебания коленчатого вала. Они могут развиваться и от крутильных колебаний, но в гораздо меньшей степени.

Под действием сил давления газов и инерции колено изгибается, и щеки его несколько раздвигаются, создавая осевое колебательное усилие (колебания раскепа) рис. 1. Основная частота переменных усилий у двухтактного двигателя равна частоте вспышек. При совпадении частоты возмущающих усилий с частотой собственных колебаний возникают мощные резонансные продольные колебания, воздействующие на весь шатунно-кривошипный механизм, в результате чего возникают переменные усилия,

вызывающие поломки деталей или относительные их сдвиги, способствующие появлению фреттинг-коррозии.

Чем больше амплитуда этих сдвигов и контактное давление на поверхностях номинально неподвижных сопряженных деталей, тем интенсивнее фреттинг-коррозия. Подвижки вкладышей рамовых подшипников в их постелях возникают при перекосе рамовых шеек коленчатого вала во время работы двигателя, что было экспериментально доказано канд. техн. наук Н.В. Алферовой на ледоколах «Киев» и «Ленинград» (1).

Обычно коленчатый вал является очень жесткой деталью и собственные частоты продольных колебаний лежат значительно выше рабочих оборотов, поэтому возникновения резонансных продольных колебаний. следует опасаться в большей степени у многоцилиндровых (более 8 цилиндров) двигателей (1), поскольку в этом случае повышается частота возмущающих усилий и снижается из-за увеличения длины коленчатого вала частота собственных колебаний.

Сильно развитые продольные колебания приводят к смещению якорного железа генераторов постоянного тока. В результате этих смещений натирается металлическая пыль, которая выдувается через вентиляционные каналы в станину машины. При прогрессировании этого явления величина относительного смещения железа якоря может увеличиться и в дальнейшем может происходить обрыв петушков в лобовых частях обмотки якоря со стороны коллектора. Продольные колебания так же приводят к ослаблению крепления ступиц якорей на валах и появлению в этом месте фреттинг-коррозии. На рис. 1 показаны ускорения продольных колебаний валов ледоколов «Киев», «Ленинград», «Красин» с различными массами маховиков S_m (2).

В дизель-генераторных установках переменного тока продольные колебания так же приводят к появлению фреттинг-коррозии в месте крепления ступицы к валу и появлению трещин в опорах крепящих статор возбуждителя к корпусу генератора, что в свою очередь приводит к уменьшению воздушного зазора между статором и ротором возбуждителя.

Оценка и повышение надежности и долговечности судовых дизель-генераторных установок неразрывно связано с изучением характерных отказов и повреждений их элементов и выявлением причин их возникновения. Поэтому поиск причин отказов с целью их ликвидации является важнейшей задачей.

Вместе с тем выполнение мероприятий, связанных с модернизацией дизель-генераторных установок (установка противовесов, изменение массы маховика и т.д.), может в некоторых случаях привести к возникновению в диапазоне рабочих частот вращения двигателя резонансных повышенных продольных колебаний.

Оценить степень развития резонансных продольных колебаний до модернизации или их появление в результате проведения модернизационных работ можно по анализу собственных частот колебаний продольно-колеблющейся системы и по характеру повреждений отдельных элементов дизель - генератора.

Многолетний опыт эксплуатации судовых дизель - генераторов и обобщение результатов анализа их повреждений показал, что повышение надежности их элементов связано как с совершенствованием конструкции, качественным их изготовлением и монтажом на судне, так и с повышением качества судоремонтных работ и улучшением эксплуатационных показателей работы.

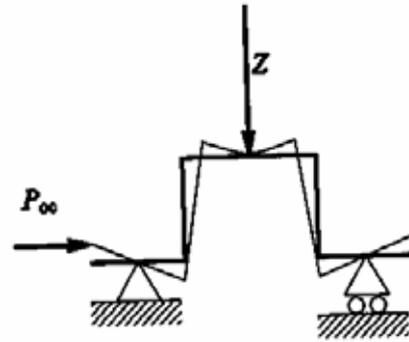


Рис. 1. Схема возбуждения осевых колебаний вала при действии на кривошип радиальной силы Z .

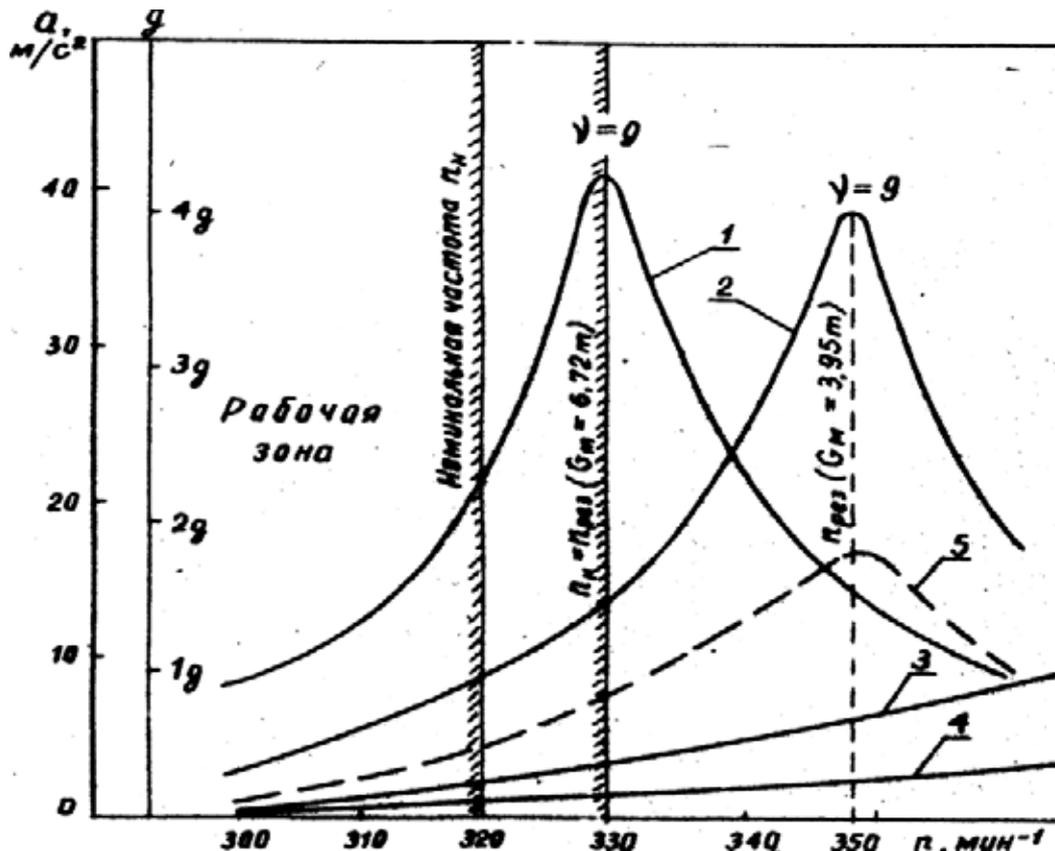


Рис. 1. Ускорения продольных колебаний валов ГДГ ледоколов: 1 - «Киев», $C_m = 6,72$ т; 2 - «Киев», $C_m = 3,95$ т; 3 - «Ленинград», $C_m = 0,47$; 4 - «Красин», $C_m = 2$ т.

В дизель-генераторной установке со встроенным упорным подшипником могут возникать продольные резонансные колебания, частота которых зависит от степени нагруженности двигателя и величины зазора в упорном подшипнике. Коленчатый вал такой установки испытывает осевые усилия, возникающие из-за деформаций кривошипа. Дизель-генераторная установка должна рассчитываться на продольные колебания. Расчет рекомендуется выполнять при различных величинах зазоров в упорном подшипнике. Расчет может быть выполнен по среднеарифметическому значению податливости при заданных значениях амплитуд, зазора в упорном подшипнике и среднего положения упорного гребня.

Список литературы:

- 1) Алферова, Н.В. Продольные колебания дизель-генераторной установки / Н.В. Алферова // Труды ЦНИИМФ. – 1970. вып. 126. С. – 108. – 116.
- 2) Горбунов, Е.Я. Влияние продольных колебаний коленчатых валов на работу главных дизель - генераторов ледоколов типа «Москва» / Е.Я. Горбунов // Труды ЦНИИМФ. – 1970. вып. 125. С. – 89. – 104.
- 3) Сюбаев, М.А. Анализ аварий и неисправностей в судовых электроустановках / М.А. Сюбаев, А.Б. Хайкин, Е.А. Шеинцев. Л.: Судостроение. – 1975.

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

Маслов А.А., Висков А.Ю. (Мурманск, МГТУ, кафедра Автоматики и вычислительной техники, maslova@mstu.edu.ru, viskovaju@mstu.edu.ru)

Abstract. In the paper the questions of introducing into educational process the industrial automation hardware and software are considered in reference to engineers' training. The main proposes of the technical refit are indicated and the directions of further development of the specialized educational kits are observed. The examples of cooperation with industrial automation companies are given.

Подготовка квалифицированных инженеров в области промышленной автоматизации немыслима без формирования у выпускника набора устойчивых навыков работы с современными техническими средствами и программным обеспечением промышленных компьютерных систем управления. Эти навыки студент может получить, только работая с техническими средствами, максимально сходными с реально эксплуатируемыми в промышленности, и программным обеспечением, фактически используемым на практике. Причем, такие программно-технические комплексы должны позволять проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, то есть не являться формальными симуляторами существующих АСУ. В этом смысле производственная практика, предусматриваемая учебными планами не достаточно эффективна, так как никто не позволит практиканту перепрограммировать или перенастраивать производственные управляющие комплексы, к тому же с риском возникновения нештатных ситуаций. Решение данной проблемы видится в разработке и внедрении в учебный процесс специальных учебно-лабораторных комплексов, построенных на базе наиболее распространенных технических средств. Однако, такие разработки оказываются достаточно дорогостоящими, кроме того необходимо учитывать отраслевую и региональную специфику, степень популярности в промышленности тех или иных решений. Таким образом, адекватное оснащение специализированных учебных лабораторий возможно только в рамках достаточно тесного сотрудничества с компаниями, работающими в области промышленной автоматизации. Это сотрудничество должно быть направлено, во-первых, на актуализацию задач построения учебных технических средств в соответствии с рекомендациями бизнеса, во-вторых, на оказание спонсорской помощи в плане материально-технического оснащения учебного процесса.

Кафедра автоматики и вычислительной техники (АиВТ) МГТУ в течение ряда лет занимается разработкой и внедрением в учебный процесс комплексов для разработки и отладки проектов АСУ ТП (КРОП). Целевой аудиторией, использующей это лабораторное оборудование, являются учащиеся старших курсов специальностей 180404.65 "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики", 230105.65 "Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем" и 220301.65 "Автоматизация технологических процессов и производств", выпускники по которым будут сталкиваться в своей практической деятельности с современными компьютерными системами сбора данных и управления. Особенностью деятельности кафедры АиВТ по оснащению учебных лабораторий специализированным оборудованием является широкое привлечение самих учащихся к разработке таких комплексов в рамках курсового и дипломного проектирования. В настоящее время активно используются следующие виды КРОП:

- комплексы для изучения микропроцессорных систем на базе микроконтроллеров семейства PIC, позволяющие разрабатывать и отлаживать программное обеспечение микроконтроллеров в имитационном режиме в системе Proteus, разрабатывать и отлаживать аппаратно-программные комплексы на базе микроэлектронных компонентов, изучать схемотехнические особенности и вопросы сопряжения элементов;
- комплексы для изучения АСУ на базе микропроцессорных регуляторов Производственного объединения "Овен", позволяющие закрепить знания и получить практические навыки специфической деятельности по наладке таких систем и настройке различных алгоритмов управления;
- комплексы для изучения компьютерных систем управления на базе технических средств компании Advantech и SCADA – систем, позволяющие научиться самостоятельно разрабатывать и отлаживать программно-технические комплексы, включая вопросы разработки драйверов УСО, программную реализацию алгоритмов сбора данных, автоматического управления и ведения архивов, и закрепить навыки практической настройки цифровых регуляторов.

Широкое использование в учебном процессе вышеперечисленных видов специализированных технических средств обучения, построение методической структуры преподаваемых специальных дисциплин, обеспечивающей повышенную заинтересованность учащихся в активной и регулярной персональной учебной работе, позволило кафедре АиВТ выпускать специалистов, имеющих достаточно высокий базовый уровень компетентности. Кроме того, организованный таким образом учебный процесс ориентирует выпускников на самообразование и дает практические навыки самостоятельного овладения сложными программно-техническими комплексами современной промышленной автоматике. Анализ практической деятельности выпускников показывает, что, в основном, им достаточно двух - трех месяцев работы на производстве для овладения новыми аппаратными средствами и программным обеспечением до уровня, позволяющего самостоятельно реализовывать основные элементы промышленных АСУ ТП. Такой уровень подготовки вызвал интерес и одобрение со стороны бизнес-сообщества, что на практике вылилось в ряд взаимовыгодных программ сотрудничества.

Так ПО "ОВЕН" активно предоставляет на безвозмездной основе в рамках программы поддержки высшей школы оборудование собственного производства. В 2005-2007 гг. были поставлены датчики, микропроцессорные регуляторы, программное обеспечение, что позволило кафедре АиВТ изготовить и внедрить в учебный процесс лабораторные комплексы "Микропроцессорная системы управления микроклиматом" и "Автоматическая система управления температурой". В 2008 г. ПО "ОВЕН" предоставило кафедре АиВТ программируемые логические контроллеры ПЛК-154 и SCADA-систему CoDeSys. В настоящее время на базе этих контроллеров в рамках дипломного проектирования ведутся работы по созданию очередных КРОП. Основным эффектом от внедрения этих комплексов состоит в том, что среда CoDeSys является весьма распространенным средством и позволяет создавать программное обеспечение не только для линейки ПЛК от "ОВЕН", но и, например для контроллеров WAGO I/O.

В конце 2008 г. Санкт-Петербургское отделение фирмы Siemens и мурманская компания "Энерготехмонтаж" предоставили, также на безвозмездной основе, программируемые логические контроллеры S300 и инжиниринговый пакет Simatic STEP7 v 5.4., а также набор плат ввода-вывода для имитаторов технологических процессов. Поскольку контроллеры, в свою очередь, обеспечены полным набором устройств ввода-вывода, было принято решение создать полнофункциональные

трехмашинные КРОП. Верхний уровень, реализуемый на базе ПК, является рабочим местом разработчика/оператора, на нем установлены пакет STEP7 и другие SCADA-системы, поддерживающие контроллеры S300. Следует отметить, что технические средства Siemens являются одними из самых распространенных, а специалисты, способные эффективно использовать эту технику, традиционно востребованы компаниями-разработчиками промышленных АСУ. Использование контроллеров S300 в качестве локальной системы управления КРОП позволит внедрить в учебный процесс SCADA-системы, ранее не изучавшиеся из-за отсутствия возможности отлаживать проекты. Имитатор технологических процессов также строится на базе ПК, оснащенного платами ввода-вывода и будет работать в двух режимах:

- стандартный, под управлением разработанного на кафедре пакета AutoCont для моделирования динамических процессов в режиме реального времени в операционной системе MS DOS, позволяющий создать поток физических сигналов от математической модели технологического процесса, симулировав для локального регулятора реальный объект управления;
- расширенный, под управлением SCADA-систем, имеющих драйверы предоставленных УСО (Genie от Advantech и TraceMode 5 от AdAstra Research Group), в дополнение к функциям стандартного режима позволяющий разрабатывать и отлаживать проекты недорогих одноуровневых систем на базе ПК, используя локальную систему управления в качестве моделирующей подсистемы.

Отдельный класс технических средств автоматизации образуют частотные преобразователи. Компании разработчики все шире используют частотно-регулируемые приводы и нуждаются в специалистах, способных эффективно их внедрять. Компания Schneider Electric при содействии ООО «Производственная Компания «ЭлТехМонтаж», г. Мурманск предоставила частотный преобразователь Altivar 71 с картой дополнительного контроллера и программное обеспечение PowerSuite. В настоящее время на кафедре АиВТ ведутся работы по созданию оригинального КРОП, использующего частотный преобразователь в качестве управляющего блока и физическую модель на базе электромашинного усилителя. Такой комплекс позволит изучать вопросы построения простых локальных систем управления, использующих частотный преобразователь в качестве регулятора.

Разработка и внедрение вышеперечисленных учебно-лабораторных комплексов позволит охватить учебным процессом все наиболее существенные классы технических средств автоматизации. Это в свою очередь позволит поднять качество подготовки инженеров и повысить привлекательность образования в МГТУ, компаниям, занимающимся промышленной автоматизацией, более эффективно решать свои кадровые проблемы, а для выпускников откроет дополнительные возможности в плане получения интересной и достойно оплачиваемой работы. Кроме того полученный позитивный опыт взаимовыгодного сотрудничества будет способствовать возникновению совместных проектов по другим направлениям деятельности.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ МЕТОДОМ ИЗМЕРЕНИЯ МГНОВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА СТАТОРА

Мухалев В.А. (*Мурманск, МГТУ, кафедра электрооборудования судов*)

Для определения рабочих характеристик асинхронных двигателей используется метод круговых диаграмм, реализуемых на основе данных опыта холостого хода и короткого замыкания (ГОСТ 7217 -87 Методы испытания асинхронных двигателей). При использовании аналоговых измерительных приборов или преобразователей возможно измерение только действующих значений напряжения и тока статора, а также потребляемой мощности испытуемого двигателя. Определение активных и индуктивных сопротивлений статора и ротора асинхронного двигателя (сопротивлений схемы замещения) на основе таких измерений достаточно сложно и дает недопустимую погрешность при испытании маломощных двигателей. В работе предлагается методика определения сопротивлений схемы замещения асинхронного двигателя с помощью измерения мгновенных значений напряжения, тока, угла сдвига между ними (угла φ), активной и полной мощности в реальном масштабе времени. Определение мгновенных значений тока, напряжения и угла φ производится с помощью измерительной системы, включающей в себя три трансформатора напряжения, три трансформатора тока, блок устройства связи с объектом (УСО) и персональный компьютер (ПК). Программа написана на языке C#, входящем в платформу Visual Studio .NET. Расчеты сопротивлений асинхронного двигателя производятся ПК в реальном времени, что позволяет наблюдать и фиксировать их изменение в функции скольжения. Расчеты выполнены в пакете Matlab, графические возможности которого позволяют сделать построение точной круговой диаграммы двигателя, на основе которой рассчитываются его рабочие характеристики.

Экспериментальные исследования показали что в течение определенного отрезка времени (примерно шести периодов питающего напряжения) при пуске двигателя на холостом ходу мгновенные значения напряжения, тока и угла φ полностью совпадают со значениями аналогичных параметров при опыте с заторможенным ротором. Откуда следует, что предлагаемый метод позволяет производить опыт короткого замыкания асинхронного двигателя без затормаживания ротора, что значительно ускоряет и удешевляет производство испытаний.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ НАСТРОЙКИ РАЗЛИЧНЫХ СТРУКТУР РЕГУЛЯТОРОВ В СИСТЕМАХ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ВЛИЯНИЮ СЛУЧАЙНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ

Прохоренков А.М.¹, Качала Н.М.² (Мурманск, МГТУ,

¹ кафедра Автоматики и вычислительной техники,

² кафедра Информационных систем; prohorenkovam@mstu.edu.ru)

Abstract. Application efficiency of adaptive subsystem for tuning various structures of regulators is studied. These regulators provide compensation of disturbing factors' influence in control contours of steam boilers in a thermal power station producing thermal power for heat supply of a city

В настоящее время одним из основных направлений совершенствования систем автоматического управления (САУ) является повышение точности управления и стабилизации технологических параметров в достаточно узких пределах.

Обеспечение заданного качества управления является важной проблемой как при проектировании систем управления, так и при их промышленной эксплуатации. Проектирование систем управления технологическими объектами требует решения задач, связанных с разработкой структуры системы управления, оптимизирующей динамические и статические режимы работы объектов и реализующей законы управления относительно принятых критериев качества. Широко используемые методы расчета параметров регулятора по математической модели объекта, полученной при идентификации параметров модели в разомкнутой системе регулирования, дают только начальную настройку регуляторов. С целью обеспечения устойчивого функционирования систем управления с заданными показателями качества в процессе промышленной эксплуатации средств автоматизации возникает необходимость периодической перенастройки параметров регуляторов. Перенастройка регуляторов является следствием дрейфа параметров объекта управления, случайным характером возмущающих и управляющих воздействий, а также различными режимами работы объектов. Кроме того, в многомерных системах имеет место взаимное влияние контуров регулирования.

Несвоевременная настройка регуляторов в соответствии с эксплуатационной ситуацией на объекте управления приводит к экономическим потерям в промышленности и энергетике. В связи с этим возникает задача построения адаптивных алгоритмов настройки регуляторов и исследования эффективности их использования при изменяющихся характеристиках объектов управления, случайных задающих и возмущающих воздействий.

В работе исследовалась эффективность использования регуляторов в контурах управления котлоагрегатом тепловой станции, вырабатывающей пар на нужды теплоснабжения города.

Случайный характер задающих и возмущающих воздействий, которым подвержены объекты, функционирующие в составе автоматизированных технологических процессов, требует реализации стратегии управления с учетом вероятностных характеристик измеряемых величин.

Качество работы любой системы управления определяется величиной ошибки, равной разности между заданным $g(t)$ и текущим $x(t)$ значениями регулируемой величины:

$$e(t) = g(t) - x(t). \quad (1)$$

Ошибка системы, определяемая формулой (1), является также случайной величиной. В подобных системах точность управления характеризуется математическим ожиданием квадрата ошибки [2] и условие оптимальности системы записывается в виде:

$$\eta = M[e^2(t)] = \min. \quad (2)$$

Величина η , как начальный момент второго порядка ошибки системы, может быть выражена через математическое ожидание и дисперсию ошибки. Обобщением критерия (2) является критерий экстремума заданной функции математического ожидания и дисперсии ошибки [2]:

$$f(M(e), D(e)) = \text{extremum}. \quad (3)$$

В системах стабилизации параметров необходимо обеспечить регулирование по минимуму математического ожидания и дисперсии ошибки, а, следовательно, требуется обеспечить минимум функции (3). В этом случае математическое ожидание ошибки можно представить в следующем виде:

$$M[e(t)] = M[g'(t) - x(t)] = M[g(t) + \zeta(t)] - M[x(t)] = g(t) - M[x(t)] = M_3(t) - M_T(t), \quad (4)$$

где $\zeta(t)$ – стационарная помеха с нулевым математическим ожиданием, $g(t) = \text{const}$, $M_3(t)$, $M_T(t)$ – заданное и текущее значения математического ожидания регулируемого параметра.

Выражение (4) является смещением регулируемого параметра по математическому ожиданию, которое должно стремиться к минимально допустимому значению:

$$\varepsilon_m(t) = M_3(t) - M_T(t) \rightarrow \min. \quad (5)$$

Смещение регулируемого параметра по дисперсии определяется по формуле:

$$\varepsilon_{\sigma^2}(t) = \sigma_3^2(t) - \sigma_T^2(t) \rightarrow \min, \quad (6)$$

где, $\sigma_3^2(t)$, $\sigma_T^2(t)$ – заданное и текущее значения дисперсии регулируемого параметра.

Принимая во внимание возможность оценки качества по величине смещения математического ожидания $\varepsilon_m(t)$ и дисперсии $\varepsilon_{\sigma^2}(t)$, обеспечивающих достижение заданных показателей качества процесса управления (величина перерегулирования, время регулирования, коэффициент успокоения), будем минимизировать следующий функционал [3]:

$$J = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\varepsilon_{m_i}^2 + \varepsilon_{\sigma_i^2}) \rightarrow \min. \quad (7)$$

Сформулированный критерий качества позволяет осуществить структурный синтез системы управления, с помощью которой возможно реализовать автоматическую настройку параметров регуляторов, функционирующих в условиях случайных возмущений. Задачу структурного синтеза системы управления сформулируем следующим образом. Для объекта, заданного своей математической моделью, найти управление $u(t) = f(x(t), g(t), V(t))$ как функцию от величины задания $g(t)$, регулируемой величины $x(t)$ и возмущения $V(t)$, обеспечивающее движение замкнутой системы в соответствии с критерием качества (7).

В общем случае объект характеризуется структурной и параметрической неопределенностью. При априори заданной модели объекта управления имеет место только непараметрическая неопределенность. Обозначим в виде p множество

параметров модели. Тогда параметрическую неопределенность зададим в виде совокупности соотношений:

$$p_i^- \leq p_i \leq p_i^+, \quad i = \overline{1, m},$$

где верхние индексы (+) и (-) – значения границ параметра p_i объекта. Границы значений параметров определяют допустимое множество θ возможных состояний объекта управления. В любой момент времени объект управления описывается вектором неизвестных значений параметров $\xi \in \theta$, влияющих на поведение объекта в динамике. Кроме того, на поведение объекта в динамике влияют измеряемые возмущения $r = r(t)$, не измеряемые возмущения $\varphi = \varphi(t)$ и управляющее воздействие $u = u(t)$.

В условиях действия заранее неизвестных случайных возмущающих воздействий и изменяющихся с течением времени характеристик объекта для достижения цели управления САУ должна быть реализована в классе адаптивных систем.

Таким образом, возникает задача разработки, с учетом принятых выше допущений, адаптивного алгоритма управления, который использует измеряемые величины и для любого $\xi \in \theta$ обеспечивает достижение заданной цели управления. Задача управления состоит в обеспечении с заданной точностью, согласно (5) и (6), значений регулируемой величины.

Предлагаемая структура системы управления входит в класс адаптивных самонастраивающихся систем. Контур самонастройки является замкнутым. Самонастройка производится по результатам измерения регулируемой величины $x(t)$, вспомогательной регулируемой величины $z(t)$, возмущающего воздействия $r(t)$ и задающего воздействия $g(t)$ (рис. 1).

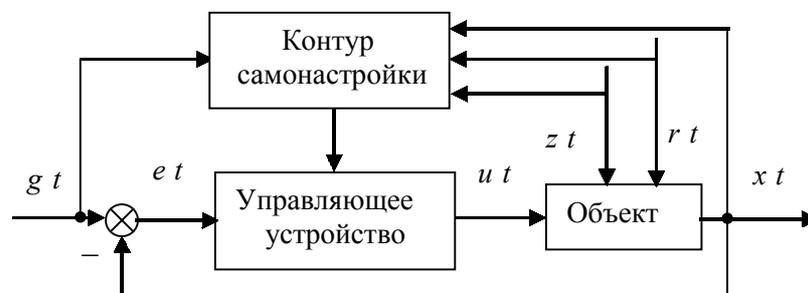


Рис. 1. Общая структура системы управления

Введение вспомогательной регулируемой величины $z(t)$ обусловлено особенностями технологического процесса выработки пара. Информация о вспомогательных регулируемых величинах используется в ряде контуров управления котлоагрегатом. Так, например, в системе регулирования уровня в барабане котла такой величиной является расход питательной воды $G_{пв}(t)$. Назначение сигнала о расходе воды состоит в устранении влияния возмущений, идущих со стороны питательного клапана и обусловленных изменением давления воды в питательной магистрали. В качестве второго примера можно привести систему регулирования температуры перегретого пара, в которой вспомогательной регулируемой величиной является температура пара за пароохладителем.

Управляющее устройство состоит из регулятора, который при известном $\xi \in \theta$ обеспечивает достижение цели управления. Контур самонастройки настраивает вектор

параметров регулятора при изменении ситуации на объекте управления при неизвестных возмущениях параметров объекта $\xi \in \theta$.

Самонастройка выполняется путем анализа естественного хода процесса управления и поиска экстремального значения показателя качества (7).

Для проверки работоспособности предложенного подхода при решении задачи регулирования уровня воды была разработана модель системы в среде MATLAB 6.5 с помощью средств Simulink. С целью учета взаимовлияния контуров регулирования в модель был включен также контур регулирования давления в котле. В докладе представлена структурная схема моделируемой системы управления. Разработанная модель использовалась для исследования эффективности функционирования различных типов регуляторов по одноимпульсной, двух импульсной и трех импульсной схем подключения. В одноимпульсной схеме регулирование уровня выполняется по отклонению уровня от заданного значения. В двух импульсной схеме используется информация по отклонению уровня в барабане котла и по отбору пара из него. В трех импульсной схеме регулирование осуществляется по отклонению уровня, по возмущению отбором пара и по изменению расхода питательной воды.

В докладе представлены полученные результаты моделирования, которые позволяют сделать вывод о том, что нельзя однозначно утверждать о преимуществе нечетких и нейро регуляторов перед классическими регуляторами. При синтезе нечетких регуляторов существуют проблемы с оценкой изменения диапазона базовых переменных, выбором количества термов входных и выходных переменных, а также выбором вида функций принадлежности. Основной недостаток заключается в том, что нельзя описать все возможные ситуации и включить их в базу правил, поэтому система с нечетким регулятором может иметь гораздо худшие характеристики, чем при регулировании классическими регуляторами. Полученные результаты моделирования структур нейроконтроллеров обеспечивают хорошие показатели качества регулирования. Этот тип регуляторов нельзя рекомендовать к применению в САУ с быстроизменяющимися режимами, так как время обучения нейроконтроллеров значительное. Нейроконтроллеры намного более сложные для реализации, чем традиционные регуляторы.

Список литературы:

- 1) Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети. Matlab 6.- М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002 г., 496 С.
- 2) Основы автоматического управления / Под ред. В.С. Пугачева. – М.: Наука, 1967 г., 680 С.
- 3) Прохоренков А.М., Солодов В.С., Татьянченко Ю.Г. Судовая автоматика. - М.: Колос, 1992 г., 448 С.
- 4) Прохоренков А.М, Глухих В.Г, Совлуков А.С. Управление качеством горения контура котлоагрегата с помощью нечетких регуляторов. // Вестник ЧГТУ. Спецвыпуск – Черкассы: ЧГТУ, 2006 г., С. 228-230.

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

Прохоренков А.М.¹, Совлуков А.С.¹, Качала Н.М.² (Мурманск, МГТУ,

¹ кафедра Автоматики и вычислительной техники,

² кафедра Информационных систем; prohorenkovam@mstu.edu.ru)

Abstract. Research results on filtration quality of sinusoidal, linear and exponential noisy signals by Kalman filter and flowing average filter are presented.

В настоящее время одной из актуальных задач информационно-измерительных комплексов автоматизированных систем управления технологическими процессами является задача синтеза алгоритмов обработки сигналов, характеристики которых относятся к классу случайных процессов. И на этой основе разработка фильтров, имеющих повышенные точностные характеристики оценки полезной детерминированной компоненты на основании измерения наблюдаемого сигнала. К настоящему времени разработано большое количество различных методов цифровой обработки зашумленных сигналов. Однако их применение в измерительных системах АСУ ТП ограничено, поскольку особенностями данных систем являются разнообразие детерминированных составляющих наблюдаемых сигналов, изменение во времени принятых для расчета фильтров исходных предпосылок и отсутствие достаточного количества информации о свойствах объектов управления и условиях их функционирования.

В существующей практике обработки измерительных сигналов информационно-измерительными системами реального времени одним из первых этапов является этап выявления класса случайного процесса (стационарный или нестационарный). Выводы о классе процесса делаются, как правило, на основе проверки статистических гипотез о наличии тренда [1]. В отличие от сложившейся практики предлагается включить в информационно-измерительную систему блок, в котором реализуется процедура классификации случайного процесса (блок 5, рис. 1) позволяющая выявить характер не стационарности процесса и вид детерминированных составляющих. В результате этой классификации процесс, заданный вектором информативных признаков P_i , соотносится с одним из наперед заданных классов d_j случайных процессов:

$$P_i = \{p_{i,1}, p_{i,2}, \dots, p_{i,n}\} \rightarrow y \in \{d_1, d_2, \dots, d_m\}.$$

Первым этапом процедуры обработки случайных процессов должен быть этап формирования вектора информативных признаков.

В условиях ограниченной априорной информации о свойствах исследуемого процесса решение о классе процесса следует принимать по результатам применения совокупности непараметрических критериев. Как известно, при использовании непараметрических критериев в качестве нулевой гипотезы H_0 принимается гипотеза, что все наблюдения независимы и процесс является случайным, альтернативной является гипотеза H_1 – временной ряд содержит детерминированные составляющие. В связи с существованием только двух возможных исходов предлагается получить обобщенный классификационный показатель на основе байесовской процедуры для бинарных признаков [2]. В блоке 1 (рис. 1) выполняется расчет непараметрических критериев, в блоке 2 реализуется алгоритм получения обобщенного классификационного показателя по совокупности критериев.

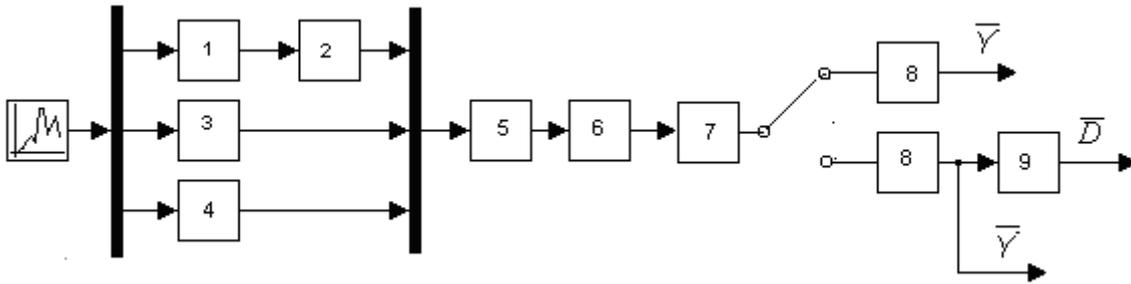


Рис.1. Структура информационной системы обработки случайного процесса

Одним из методов анализа временных рядов, ориентированным на выявление детерминированных компонент случайного процесса, является метод Херста [3]. По значению показателя Херста можно оценить, является ли наблюдаемый процесс шумом или он содержит монотонную или периодическую составляющую. Расчет показателя Херста выполняется в блоке 3 (рис. 1).

Важной характеристикой случайного процесса является корреляционная функция. Случайный временной ряд, не содержащих детерминированных составляющих, при различных лагах имеет близкие к нулю коэффициенты корреляции. Если во временном ряде присутствует некоторая детерминированная составляющая, то найдутся лаги, для которых значения коэффициентов автокорреляции выйдут за пределы 95 % доверительного интервала [4]. В блоке 4 рассчитывается и анализируется функция автокорреляции. Таким образом, вектор информативных признаков предлагается формировать из обобщенного показателя по совокупности непараметрические критериев, показателя Херста и числа лагов, превышающих доверительные границы автокорреляционной функции.

В силу наличия неопределенности исходных данных для установления класса наблюдаемого процесса предлагается использовать методы нечеткой логики. Целью блока процедуры нечеткой классификации является определение класса процесса (стационарный, нестационарный), вида процесса (аддитивный, мультипликативный, аддитивно-мультипликативный) и типа детерминированной составляющей. Далее в блоке 6 (рис. 1) определяются параметры детерминированной аддитивной составляющей. Для периодической составляющей в блоке 6 оценка периода T в момент времени n определяется по максимуму функции:

$$R(n, T) = \sum_{i=0}^{N-1} y_{n+i} y_{n-T+i}.$$

В блоке 7 осуществляется выбор интервала усреднения. Для сигналов, математическое ожидание которых изменяется по периодическому закону, предлагается использовать полученные в результате моделирования зависимости интервала усреднения от интервала дискретизации и периода наблюдаемого сигнала.

В случае линейной и монотонной аддитивных составляющих в блоке 7 для оценки интервала усреднения можно хранить базу данных номограмм, отражающих зависимость среднеквадратической ошибки ξ от параметров детерминированных составляющих и интервала усреднения. Задав значение ξ и, зная оценки параметров детерминированной составляющей и доверительные интервалы для оценок, можно получить допустимый интервал усреднения.

В блоке 8 (рис. 1) реализуется алгоритм скользящего среднего. Оператор скользящего среднего одновременно с вычислением оценок математического ожидания \hat{x}_1 допускает выполнение операции центрирования. По результатам операции

центрирования можно судить о качестве оценок математического ожидания исследуемого процесса.

Наблюдаемые процессы могут относиться к классу процессов нестационарных по дисперсии и корреляционной функции. В этом случае необходимо получить оценки дисперсии, что предполагает включение в систему обработки случайного процесса блока нормирования (рис. 1, блок 9). Степень отличия оценки дисперсии от единицы после нормирования будет говорить о качестве выделения мультипликативной детерминированной составляющей исследуемого процесса.

Процесс функционирования АСУ ТП протекает в условиях воздействия контролируемых и неконтролируемых помех как внешних по отношению к системе, так и внутренних, поэтому практически все процессы, протекающие в системах управления, являются случайными. Наличие высокочастотных шумовых составляющих в измерительном сигнале снижает качество управления.

В связи с этим важной задачей является построение процедуры фильтрации измерительного сигнала, обеспечивающую минимальную НСКО математического ожидания полезной компоненты.

В реальных условиях эксплуатации промышленных систем наблюдается отклонение параметров процессов от расчетных, поэтому точность оценок ухудшается. Как правило, вектор состояния \mathbf{X} является зашумленным. При этом модель сигнала на выходе объекта управления и параметры шума априори неизвестны. Перечисленные причины ограничивают применение фильтра Калмана. В алгоритме скользящего среднего оценка \hat{x}_1 может быть получена при вычислении по рекуррентной формуле:

$$\hat{x}_1(k) = \hat{x}_1(k-1) + \frac{1}{c} [y(k+h) - y(k-1-h)], \quad (1)$$

где c – интервал усреднения (сглаживания), $h = (c-1)/2$.

Нормированная среднеквадратическая ошибка (НСКО) для аддитивной модели процессов с разными детерминированными составляющими приведена на рис. 2. Расчеты показали, что НСКО практически не зависит от вида детерминированной составляющей, потому, что коэффициент усиления K и корреляционная матрица вектора состояния P не зависят от поступающих значений вектора измерений y . Дисперсия шума v существенно влияет на НСКО: увеличение дисперсии шума на порядок приводит к росту на порядок и нормированной среднеквадратической ошибки. Результаты моделирования для аддитивно-мультипликативной модели сигнала, аддитивная составляющая которого изменяется по экспоненциальному закону, представлены на рис. 3. Кривая 1 характеризует НСКО при экспоненциальной мультипликативной составляющей, 2 – линейной, 3 – периодической составляющей. Если мультипликативная составляющая изменяется по периодическому закону, то наблюдаются резкие изменения коэффициента усиления фильтра, а к середине интервала наблюдения он становится равным нулю.

Для системы, заданной уравнениями динамики случайных процессов, были так же проведены расчеты с фильтром Калмана второго порядка. Для аддитивной модели фильтр второго порядка не дал улучшения оценок \mathbf{X} для выбранных условий моделирования. В случае же аддитивно-мультипликативной модели, элементы матрицы ошибок обращаются в бесконечность и матрица коэффициентов усиления становится вырожденной.

Предложенная процедура обработки случайных процессов по одной реализации позволяет повысить точность оценки математического ожидания и дисперсии, одним из элементов, которой является фильтр скользящего среднего.

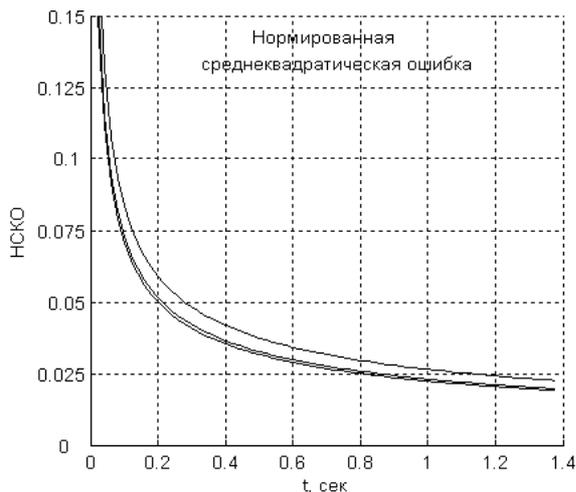


Рис. 2

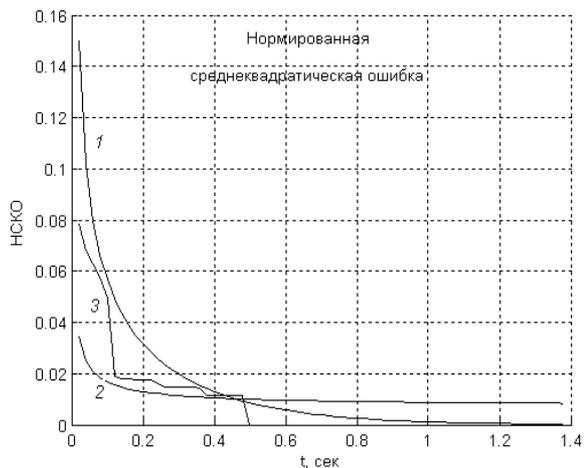


Рис. 3

В докладе предложен алгоритм обработки случайных процессов с использованием фильтра скользящего среднего. С целью повышения точности вероятностных характеристик измеряемых сигналов, фильтрации предшествует процедура классификации наблюдаемого процесса. В зависимости от класса процесса, вида процесса, типа и параметров детерминированных составляющих реализуются автоматическая настройка интервала усреднения и выбор алгоритма обработки, предусматривающего блок центрирования или блок нормирования, или последовательное включение обоих блоков.

Список литературы:

- 1) Кендалл М., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды / Пер. с англ. – М.: Наука, 1976. – 736 с.
- 2) Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ / Пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – 488 с.
- 3) Федер Е. Фракталы / Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 254 с.
- 4) Тюрин Ю. Н., Макаров А. А. Статистический анализ данных на компьютере / Под ред. В. Э. Фигурнова – М.: ИНФРА-М, 1998. – 528 с.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ

Прохоренков А.М.¹, Сабуров И.В.² (Мурманск, ¹ МГТУ, кафедра Автоматики и вычислительной техники, prohorenkovam@mstu.edu.ru;
² Государственное областное теплоэнергетическое предприятие "ТЭККОС"; saburov@tekos.ru)

Abstract. Coordination of interaction between control objects of a thermal power plant is studied. Such a plant has sources of thermal power, networks and thermal power consumers. Optimal managing decisions are shown to be possible under intelligent data support of operative staff. In this case data on functioning of controlled objects are used both on-line and also via presentation of forecasted data.

Современная автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП) представляет собой многоуровневую человеко-машинную систему управления. В процессе совершенствования технических средств, а так же аппаратно-программных средств, расширялся круг задач и функции, решаемые АСУ ТП. В процессе этой эволюции менялись и функции человека (оператора), призванного обеспечить регламентное функционирование технологического процесса. Диспетчер в многоуровневой автоматизированной системе управления технологическими процессами получает информацию с монитора ЭВМ и воздействует на объекты, находящиеся от него на значительном расстоянии, с помощью телекоммуникационных систем, контроллеров, интеллектуальных исполнительных механизмов. Диспетчер становится главным действующим лицом в управлении технологическим процессом. Технологические процессы в теплоэнергетике являются потенциально опасными, так, за тридцать лет число учтенных аварий удваивается примерно каждые десять лет. Известно, что в сложных системах энергетики соотношение между составляющими ошибки для установившихся режимов составляют [1]:

1. Из-за неточности исходных данных - 82-84%.
2. Из-за неточности модели - 14-15%.
3. Из-за неточности метода - 2-3%.

Ввиду такой большой доли погрешности исходных данных, возникает и погрешность в расчете целевой функции, что приводит к значительной зоне неопределенности при выборе оптимального режима работы системы. Отсюда возникает необходимость разработки методов, учитывающих неопределенность исходных данных при решении задач многоуровневого управления технологическими процессами. Вопросы принятия решений в условиях больших ошибок во входных данных, вызванных ошибками в оценке информации, а также сбоями в работе и отказами устройств измерения и передачи данных обсуждаются в целом ряде работ [1, 2, 3]. Эти проблемы можно устранить, если рассматривать автоматизацию не просто как способ замещения ручного труда непосредственно при управлении производством, а как средство анализа, прогноза и управления. Полезный эффект простой автоматизации (реализуемой в форме диспетчеризации) невелик: в лучшем случае, он лишь незначительно превышает издержки эксплуатации самой системы контроля и управления. Переход от диспетчеризации к системе поддержки принятия решения означает переход к новому качеству - интеллектуальной информационной системе предприятия. Таким образом, на производствах с диспетчерским управлением остаётся

проблема технологического риска. В основе любой аварии (кроме стихийных бедствий) лежит ошибка человека (оператора). Одна из причин этой тенденции – старый традиционный подход к построению сложных систем управления, ориентированный на применение новейших технических и технологических достижений и недооценка необходимости использования методов ситуационного управления, методов интеграции подсистем управления, а также построения эффективного человеко-машинного интерфейса, ориентированного на человека (диспетчера). Таким образом, требование повышения надежности систем диспетчерского управления является одной из предпосылок появления нового подхода при разработке таких систем: ориентация на оператора/диспетчера и его задачи. Для преодоления отмеченных выше проблем в работе предлагается концепция разработки алгоритмического обеспечения АСУ ТП теплоэнергетического предприятия, как многоуровневой интегрированной системы, сочетающей на каждом уровне процедуры оптимизации управления с методами идентификации параметров управляемого процесса и информационного обеспечения для решения задач принятия решений оперативным персоналом.

В настоящее время при построении АСУ ТП актуальной задачей является перенос функций диспетчера по анализу данных, прогнозированию ситуаций и принятию соответствующих решений на компоненты интеллектуальных систем поддержки принятия и исполнения решений (СППИР) [3,4]. Концепция систем поддержки принятия и исполнения решений включает целый ряд средств, объединенных общей целью - способствовать принятию и реализации рациональных и эффективных управленческих решений. СППИР - это диалоговая автоматизированная система, выступающая в качестве интеллектуального посредника, поддерживающего естественно-языковой интерфейс пользователя со SCADA-системой, использующая правила принятия решений и соответствующие модели с базами знаний. СППИР организует удобный диалог SCADA-системы с пользователем – диспетчером, представляя в виде, удобном для оператора необходимую информацию. Наряду с этим, СППИР осуществляет функцию автоматического сопровождения диспетчера на этапах анализа информации, распознавания и прогнозирования ситуаций. Такая информационная поддержка диспетчера по анализу параметров технологического процесса помогает выбрать наилучшие решения, в зависимости от возникшей ситуации, по реализации управляющих воздействий, корректируя тем самым ход технологического процесса путём оптимизации его параметров в соответствии с заданным критерием качества управления.

Основными структурными составляющими предлагаемой СППИР являются база знаний и механизм логического вывода. База знаний предназначена для хранения совокупности фактов, закономерностей, отношений (знаний), описывающих проблемную область, и правил, описывающих целесообразные формы структурирования, формализации и преобразования знаний в этой области. Механизм логического вывода представляет собой совокупность способов применения правил вывода. При этом, используя текущие или промежуточные исходные данные (факты) и знания из базы знаний, формируется последовательность правил. Эти правила, будучи применены к исходным данным (фактам), полученным от SCADA-системы в результате контроля состояния технологического процесса, приводят к решению конкретной задачи диагностики, прогнозирования и регулирования параметров технологического процесса. Гибкая открытая структура СППИР позволяет расширять функциональные возможности системы и круг задач, решаемых в процессе ее эксплуатации, а также постоянно повышает точность анализа, прогнозирования, планирования, организации, координации и контроля принимаемых решений за счет использования накапливаемого в базе знаний опыта. Применение SCADA-технологий

позволяет достичь высокого уровня автоматизации в решении задач разработки систем на уровне алгоритмов управления, а также алгоритмов сбора, обработки, передачи, хранения и отображения информации. В настоящее время SCADA является основным и наиболее перспективным методом автоматизированного управления сложными динамическими системами [2,4]. Среди основных функций SCADA–систем следующие: сбор информации о ТП; обеспечение интерфейса оператора; сохранение истории процесса; непосредственно автоматическое управление в необходимом объеме. Таким образом, SCADA–системы – хороший инструмент для разработки ПО АСУ ТП, за исключением возможности полноценного тестирования как высокоэффективных алгоритмов управления, работающих при изменяющихся параметрах ТП, так и всей системы в целом, в случаях неумелых действий оператора, приводящих к аварийным ситуациям ТП. Особенно актуальны эти задачи на предприятиях теплоэнергетики, где процессы протекающие в элементах технологических систем носят случайный, нестационарный характер. Среди этих процессов отбор тепловой энергии потребителями в зависимости от температуры окружающей среды, времени работы предприятий, а также параметров котлоагрегата: качество горения топливной смеси в топке, содержания солей в котловой воде, режимов работы основного и вспомогательного оборудования и др.

Непрерывно возрастающая сложность реализации алгоритмов контроля функционирования объектов систем управления в различных режимах и ситуациях привела к необходимости выработки новых подходов при реализации стратегий принятия управленческих решений операторами АСУ ТП [3,4]. Эти стратегии предусматривают необходимость разделения всего процесса принятия решений при реализации управления на такое число уровней, чтобы решение задачи оптимизации на каждом из них было не сложным. Но с возникновением многоуровневых иерархических систем управления появилась и новая задача согласования и координации решений, принимаемых на всех уровнях.

В докладе предлагается новый подход, предусматривающий координацию принятия оптимальных, в смысле заданных показателей качества управления, управленческих решений в двухуровневой системе, смысл которой сводится к следующему. Элементы подсистем управления передают в центр набор основных информативных показателей работы, характеризующий вектор состояния объекта управления. Эта информация представляет собой векторный показатель элемента, допустимый с точки зрения его локальных ограничений. На основании получаемых вариантов центр формирует план реализации стратегии управления, оптимальный с точки зрения функционирования всей системы. Далее этот план передается элементам системы управления и детализируется ими.

Для установления взаимосвязи традиционных задач с новыми задачами управления в докладе предлагается структура системы управления теплоэнергетическим предприятием в виде иерархической. Эта структура предусматривает реализацию функциональных задач управления на основных уровнях: локального регулирования, локальной оптимизации, координации локальных систем оптимизации, оперативного управления и принятия решений оператором/диспетчером.

При решении задач локального управления в работе предложены алгоритмы нечёткого управления, осуществляющих настройку коэффициентов передачи регуляторов непрерывного управления в соответствии с уставками, задаваемыми локальными оптимизаторами. Эти уставки реализуются в соответствии с заданными показателями качества управления. На этом же уровне выполняются алгоритмы ситуационного управления, реализующие управляющие воздействия в классе: «ситуация – стратегия - действие».

На уровне координации осуществляется согласованное управление локальных оптимизаторов с целью достижения общей задачи функционирования всей системы в целом. При этом, для оптимизации используются критерии оптимальности, которые разработаны и представлены в работе для каждого объекта управления и учитывают требования элементов всей иерархической системы. На уровне оперативного управления и принятия решений, с помощью алгоритмов ситуационного управления, реализованных на основе методов нечёткой логики, общие цели и задачи управления в конкретных ситуациях преобразуются в конкретные задания для локальной оптимизации. Кроме решения отмеченных выше задач, на этом уровне решаются алгоритмы ситуационного управления при распределении энергетических ресурсов теплоэнергетического предприятия между потребителями энергии. Принятие оператором-диспетчером управленческих решений в различных, в том числе и нестандартных ситуациях, стало возможным только на основе реализации алгоритмов интеллектуальной поддержки. С этой целью на этапе ситуационного моделирования разработаны инструкции, которые позволяют оператору принимать управленческие решения в соответствии с утверждёнными нормативно - правовыми документами, определяющими действия оператора в различных ситуациях. Для решения этих задач используются программные средства SCADA-технологий.

Использование предложенного подхода для разработки проектов АСУ ТП, содержащего имитатор технологических процессов, позволяет реализовывать в составе АСУ ТП высокоэффективные алгоритмы: управления и контроля (оптимальное управление, адаптивное управление, диагностика технического состояния, оценивание и идентификация параметров объекта); а также интеллектуальной поддержки операторов. Следовательно, этот подход позволяет создавать программное обеспечение АСУ ТП, сокращая при этом сроки внедрения проектов.

В докладе представлены результаты, полученные при моделировании объектов управления теплоэнергетического предприятия, позволяющие решать задачу информационной интеллектуальной поддержки операторов автоматизированной системы управления котлами котельной «Северная», а также автоматизированной системы диспетчерского контроля и управления центральными тепловыми пунктами и насосными станциями города Мурманска.

Список литературы:

- 1) Месарович М., Мако Д., Такахара Я. Теория иерархических многоуровневых систем. М: Мир, 1973, 456с.
- 2) Prokhorenkov A.M. Methods for identification of random process characteristics in information processing systems // IEEE Transactions on instrumentation and measurement, pp 492-496, vol.51, no. 3, 2002.
- 3) Прохоренков А.М. Реконструкция отопительных котельных на базе информационно-управляющих комплексов. // Наука производству - 2000. № 2.- с.51-54.
- 4) Методы робастного нейро-нечеткого и адаптивного управления. Под ред. Н.Д. Егупова. М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002, - 658с.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРЕНАЖЕРНОЙ ПОДГОТОВКЕ МЕХАНИКОВ

Ремезовский В.М. (Мурманск, МГТУ, кафедра электрооборудования судов)

В настоящее время за рубежом наблюдается устойчивая тенденция к внедрению интегрированных систем управления (ИСУ) судном с единым управлением, осуществляемым с комплексного центрального поста управления (КЦПУ) – с автоматизированного рабочего места судоводителя в ходовой рубке. Появились новые классы судов, управление которыми осуществляет один вахтенный помощник капитана с ходового мостика («ОМВО –ships» – One Man Bridge Operated ships). ИСУ позволяют решать сложные функциональные задачи контроля и управления не только машинно–котельным или навигационным комплексом но и технологическим процессом всего судна, что позволило повысить эффективность управления, его надежность, и снизить эксплуатационные расходы. Для эксплуатации ИСУ необходима специальная подготовка персонала. К наиболее известным методам повышения эффективности подготовки относятся методы обучения на базе тренажерной подготовки. Созданные на базе ЭВМ тренажеры создают для обучаемого условия деятельности, максимально приближенные к реальным.

Программное обеспечение ЭВМ должно выполнять следующие задачи:

- сбор информации о значениях технологических параметров объекта и системы управления;
- фиксация предаварийных и аварийных значений технологических параметров;
- формирование команд управления объектом;
- контроль технологических параметров;
- доступ к командам управления системой;
- доступ к уставкам и таймерам системы управления и контроля;
- обмен измеренными и рассчитанными величинами технологических параметров;
- передачи сигналов состояния системы.

Пакет прикладных программ должен быть максимально ориентирован на обучаемого и преподавателя и позволять:

А) обучаемому:

- осуществлять диалоговое взаимодействие с программными модулями, предназначенными для изучения и освоения управленческих навыков;
- осуществлять управление симуляторами;
- документировать и анализировать процесс освоения учебного материала;

Б) преподавателю:

- осуществлять формирование учебных заданий;
- управлять библиотеками процедур и файлами данных.

На кафедре Электрооборудования судов МГТУ ведется обучение курсантов судомеханического факультета на тренажере DGS-4000. Тренажер на базе микропроцессорной системы фирмы DEIF (Дания) предназначен для обучения судовых специалистов несению вахты в ЦПУ современного судна с высокой степенью автоматизации. Тренажер обеспечивает тренинг по контролю и управлению судовой электроэнергетической системой в различных режимах её работы, включая предаварийный и противоаварийный режим. В тренажере предусмотрен режим предупредительного управления (безопасный режим), предотвращающий возможность «сползания» системы в аварийный режим. Тренажер с успехом используется для

обучения механиков и электромехаников контролю и управлению генераторными агрегатами в полуавтоматическом и автоматическом режиме. В тренажере предусмотрена возможность имитации различных неисправностей, что позволяет обучать отработке действий механика по поиску, локализации и устранению неисправностей оборудования системы в аварийных ситуациях. Тренажер позволяет курсантам отрабатывать действия по сигналам тревог, связанных с работой электроэнергетического комплекса. Дистанционный контроль и управление тренажером электроэнергетической системы осуществляется на персональном компьютере с установленным программным продуктом M-VISION. С помощью стандартного интерфейса создана локальная вычислительная сеть, обслуживающая 10 персональных компьютеров для обучающихся. Используется компьютер верхнего уровня, связанный с системами управления генераторными агрегатами с помощью сети ARC – network. На его дисплее можно проследить за рабочим состоянием генераторных агрегатов, а с его панели управления – производить перепрограммирование величин параметров контроля и управления ими. На кафедре разработаны методики проведения тренинга, позволяющие решать поставленные задачи.

СОЗДАНИЕ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ ВЕКТОРНОЙ ДИАГРАММЫ ОДНОФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА СРЕДСТВАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ АНИМАЦИИ

Саватеев Д.А. (Мурманск, МГТУ, кафедра электрооборудования судов)

Abstract. Computer animation is a mean of electromagnetic processes visualization and educational environment building. Animated mathematical model of transformer and its application in technical subject learning are considered in this article.

Создание действующей компьютерной модели трансформатора имеет своей целью решение методической задачи обучения студентов технических специальностей вуза ... Чему же?

Предложение, с которого начата эта статья невозможно окончить, не вступив в противоречие со здравым смыслом. Речь должна идти о преподавании дисциплины "Электрические машины", однако надлежащее использование русского языка не предполагает формулировки "обучение электрическим машинам" или "обучение трансформаторам". Не претендуя на авторство мысли о том, что обучить чему-либо невозможно, а можно только самостоятельно этому научиться, следует заметить следующее. Формулировки, связанные с обучением наукам – физике, математике, и даже умениям – чтению, черчению, семантика русского языка (в отличие от преподавательского сообщества) все же приемлет. Однако когда речь заходит о прикладных дисциплинах, употребление глагола "обучение" становится совершенно невозможным. Нельзя не использовать эту особенность родной речи для постановки и решения методических задач преподавания технических дисциплин вуза.

Итак, модель трансформатора – его векторная диаграмма – известна и используется в преподавании электрических машин десятилетиями. Она наглядно иллюстрирует взаимное расположение векторов электрических величин, рассматриваемых при анализе работы трансформатора, во всех возможных режимах его эксплуатации. Задача преподавателя заключается в том, чтобы передать эту модель студентам, нацеленным на изучение электрических машин переменного тока, с тем, чтобы они могли использовать ее в процессе самообучения. Результат во многом будет зависеть от того, насколько свободно учащийся овладеет этим инструментом.

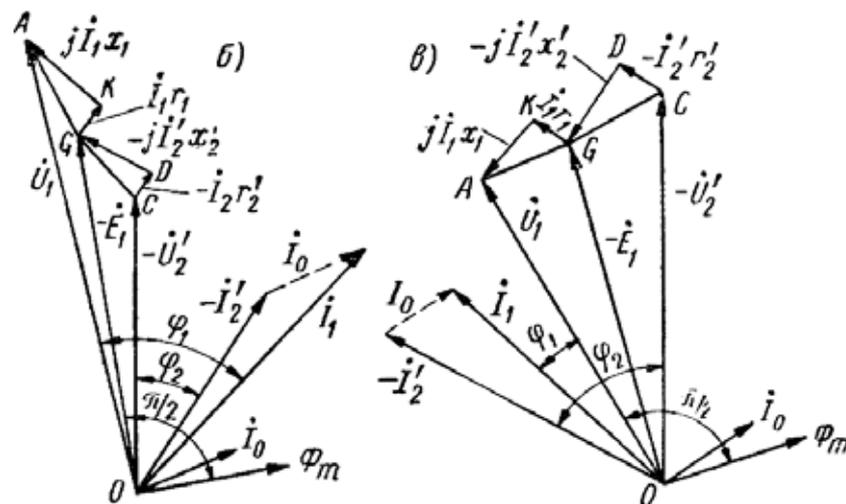


Рис. 1. Иллюстрация из учебника (1): векторные диаграммы однофазного трансформатора при активно-индуктивной и емкостной нагрузках.

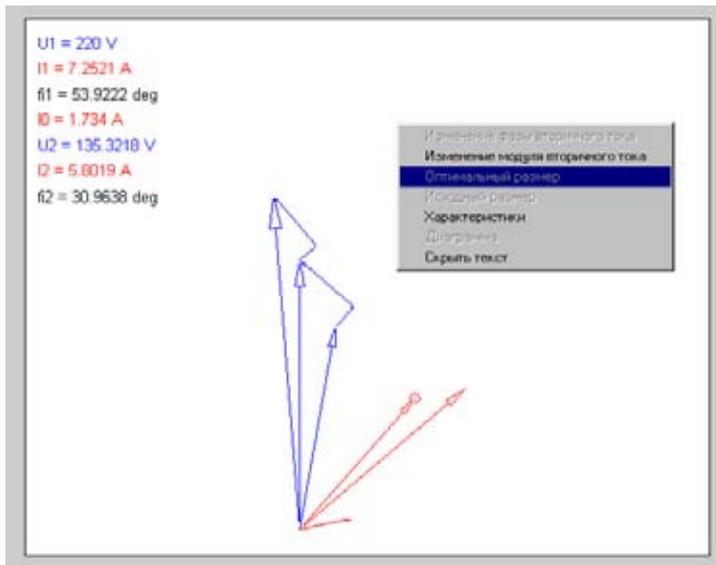


Рис. 2. Фрагмент окна компьютерного приложения "Векторная диаграмма и характеристики трансформатора".

Именно такой подход предполагает классическая методика преподавания дисциплины (1, 2, 3) однако средства реализации методики всегда были ограничены. В первую очередь имеется в виду недостаточная наглядность иллюстраций, приводимых в основных учебниках. На рисунке 1 представлен фрагмент источника (1), содержащий векторные диаграммы трансформатора, работающего на активно-индуктивную и активно-емкостную нагрузки. Такое изложение материала является традиционным и, с авторскими особенностями, повторяется в других учебниках. Помимо этого, обязательно приводятся векторные диаграммы для двух предельных режимов – холостого хода и короткого замыкания, а также несколько диаграмм, иллюстрирующих зависимость изменения напряжения трансформатора от угла и тока нагрузки. Обучение умению воспроизводить этот минимальный набор диаграмм является непростой, но совершенно бесполезной задачей, решение которой и будет тем самым бессмысленным "обучением трансформатору".

Иллюстративные возможности печатной книги весьма ограничены, и сами по себе не дают понимания того, что диаграммы, приводимые в учебниках, являются лишь отдельным фазам движения одной векторной модели. Для того чтобы уловить это движение и понять, что, собственно, движется, требуются дополнительные методические средства и приемы. На первые роли в создании таких средств сегодня выступает компьютерная анимация. На рисунке 2 представлен фрагмент окна компьютерного приложения, предназначенного для работы с действующей векторной моделью однофазного трансформатора. Приложение написано в среде MATLAB и вызывается из командного окна функцией `circus_trans(220,2+6j,20+100j,3+8j,20+12j)`. Входные аргументы функции в порядке их записи в скобках: напряжение питания первичной обмотки, комплекс сопротивления Z_1 , комплекс сопротивления цепи намагничивания Z_0 , комплекс сопротивления Z_2' и комплекс сопротивления нагрузки Z_H' . Это значит, что векторная диаграмма строится для конкретного трансформатора, по параметрам его схемы замещения и для заданной нагрузки. За нулевую принята фаза потока (на рис.1 – Φ_m , на рис. 2 не показывается), действующие значения первичного и вторичного напряжения, всех токов схемы замещения, а также, значения углов (на рис.1 – φ_1 и φ_2) размещаются в левом верхнем углу координатных осей (рис. 2). Первые два пункта контекстного меню – "Изменение фазы вторичного тока" и "Изменение модуля вторичного тока" предназначены для выбора режима работы векторной модели. Если выбран первый пункт, можно, "захватив" указателем мыши конец вектора вторичного тока (при неподвижном

состоянии модели он отмечен круглым маркером), перемещать его, изменяя угол нагрузки φ_2 в диапазоне от $+90^\circ$ до -90° . На рисунке 3.б) показана серия положений вектора вторичного тока заданной длины. Вместе с вектором тока I_2 перемещаются все векторы диаграммы, проходя бесконечное множество промежуточных положений, включая положения, изображенные на рисунке 1. Таким образом, векторная модель трансформатора оказывается действующей, и все ее изменения становятся не воображаемыми, а наблюдаемыми.

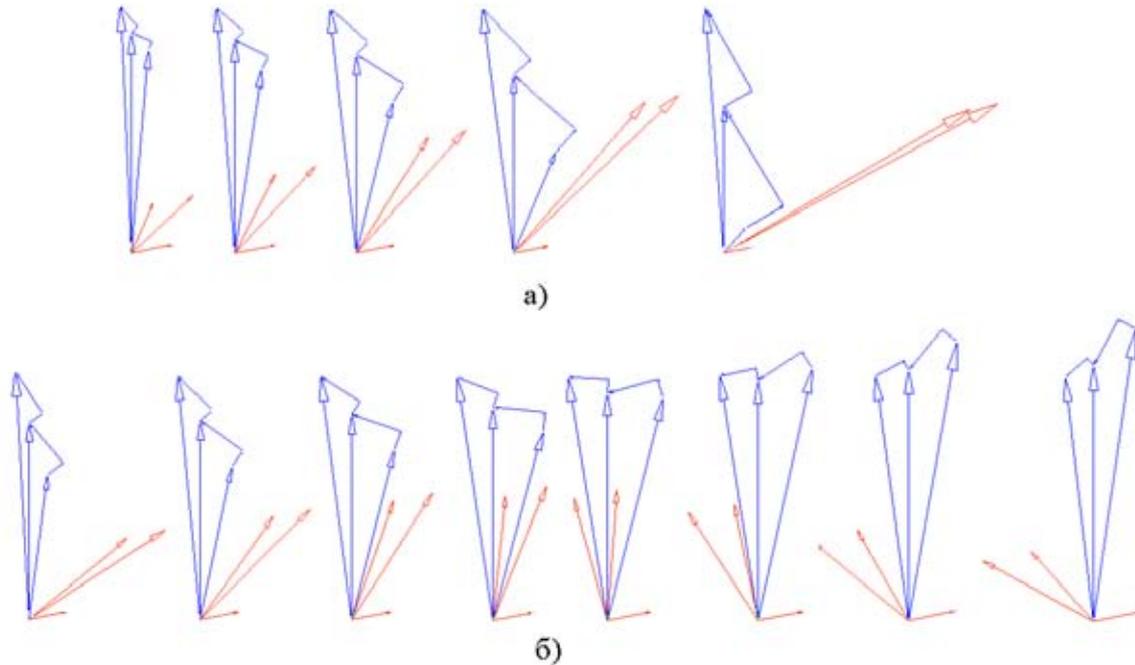


Рис. 3. Перемещение векторов модели в режиме "Изменение модуля вторичного тока" (а) и "Изменение фазы вторичного тока" (б).

Зависимость изменения напряжения от характера нагрузки является важной характеристикой, используемой при изучении трансформатора. Если эта характеристика строится одновременно с описанным перемещением векторов диаграммы, ее смысл и связь с происходящими в трансформаторе процессами становится более очевидной. При выборе пункта контекстного меню "Характеристики" (рис. 2) открывается окно, в котором средствами компьютерной анимации реализуется такая возможность. На рисунке 4 показано, что фаза вторичного тока изменяется от $+90^\circ$ до отрицательных значений, при этом точка в координатах $\varphi_2 - \Delta U_2$ движется по траектории, являющейся зависимостью $\Delta U_2 = f(\varphi_2)$. Возможность наблюдать это перемещение и построение имеет важное методическое значение.

По существу, работа с интерактивной векторной моделью является виртуальным лабораторным опытом, проведение которого в

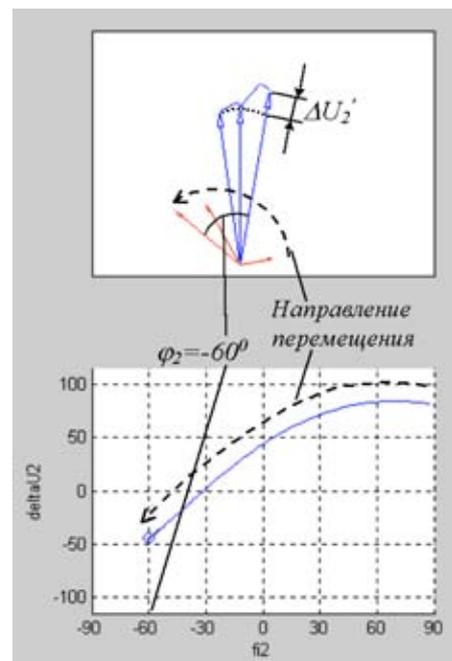


Рис. 4. Построение зависимости $\Delta U_2 = f(\varphi_2)$

реальных условиях практически невозможно, поскольку это потребовало бы наличия нагрузки с уникальными свойствами: плавно меняющимся характером и возможностью поддерживать неизменность величины потребляемого тока. На практике зависимость изменения вторичного напряжения от угла нагрузки строится аналитически, по известной формуле, для неизменного коэффициента загрузки трансформатора. Компьютерная программа позволяет студенту проводить опыт снятия зависимости $\Delta U_2' = f(\varphi_2)$, меняя начальное условие - модуль вторичного тока, что делает исследование многовариантным.

Второй режим работы модели, включаемый посредством выбора пункта контекстного меню "Изменение модуля вторичного тока" (рис.2), позволяет наблюдать построение внешней характеристики трансформатора, а также, зависимости КПД трансформатора от его загрузки. В этом режиме курсором компьютерной мыши изменяется длина вектора вторичного тока (рис. 3.а), вследствие чего перемещаются все векторы модели трансформатора, а в координатах $I_2' - \Delta U_2'$ и $I_2' - \eta$ вычерчиваются соответствующие этим перемещениям зависимости. На рисунке 5 показаны графики, снятые для углов нагрузки 30° , 0° и -30° . Абсолютно плавное изменение угла нагрузки, производимое в режиме "Изменение фазы вторичного тока", определяет возможность построения бесконечного множества аналогичных зависимостей в режиме "Изменение модуля вторичного тока". Комбинация двух режимов работы приложения охватывает весь спектр режимов работы реального трансформатора.

"Докомпьютерная" методика изучения трансформатора предполагает не наблюдаемое в действительности, а умоглядное экспериментирование с образом векторной модели. Этот образ должен быть создан в воображении студента на основе формул и изображений отдельных фаз движения. Использование компьютерной анимации способствует решению этой задачи, и позволяет существенно сократить затраты учебного времени на освоение векторной модели. Но значительно более важным является то, что интерактивная векторная диаграмма и соответствующий компьютерный интерфейс создают среду обучения, находясь в которой учащийся может самостоятельно изучать условия и режимы работы трансформатора посредством исследования его модели.

Список литературы:

- 1) Костенко, М. П. Электрические машины / М. П. Костенко, Л. М. Пиотровский. – М. – Л. : Энергия, 1964. – 544 с.
- 2) Вольдек, А. И. Электрические машины / А. И. Вольдек. – М. – Л. : Энергия, 1966. – 782 с.
- 3) Мезин, Е. К. Судовые электрические машины / Е. К. Мезин, - Л. : Судостроение, 1985. – 320 с.

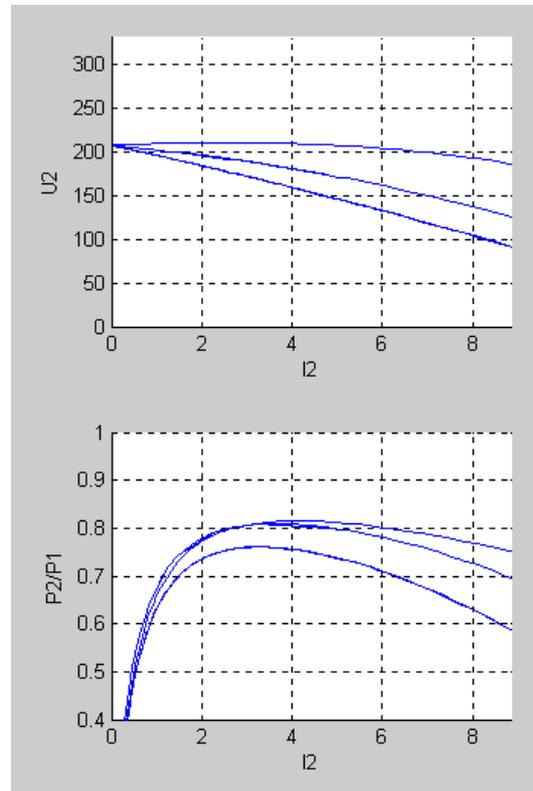


Рис. 5. Зависимости $U_2' = f(I_2')$ и $\eta = f(I_2')$, снятые при различных углах нагрузки.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ АНИМАЦИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕРАКТИВНОЙ КРУГОВОЙ ДИАГРАММЫ АСИНХРОННОЙ МАШИНЫ

Саватеев Д.А. (Мурманск, МГТУ, кафедра электрооборудования судов)

Abstract. Circular current diagram is a traditional mean of induction motor processes analysis. Computer animation lets to create mobile and interactive diagram. Computer application, realizing this potentialities, and problems of its using in education process are considered in this article.

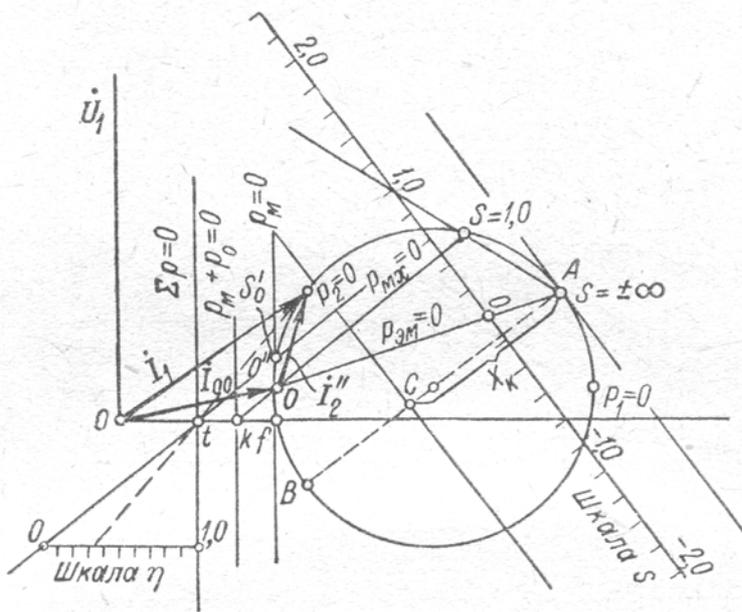


Рис. 1. Иллюстрация из источника (1): круговая диаграмма асинхронной машины с нанесенными на нее осями кпд и скольжения.

Круговая диаграмма асинхронной машины, построенная на основе Г-образной схемы замещения, применяется для промышленных испытаний новых или отремонтированных электродвигателей, а также для построения по расчетным данным их основных рабочих характеристик. С развитием компьютерной техники необходимость в изображении диаграммы и нанесении на нее шкал кпд, момента, мощностей, скольжения и т.п. (рис. 1) отпадает – все вычисления, производимые ранее графоаналитическим методом, сегодня могут быть выполнены аналитически с помощью ЭВМ.

Однако, несмотря на развитие вычислительной техники, наглядность круговой векторной диаграммы определяет ее актуальность и позволяет ей и сегодня оставаться современным средством анализа режимов работы асинхронной машины.

В курсе электрических машин технического вуза круговой диаграмме традиционно уделяется значительное внимание не только в рамках изучения методики, содержащейся в ГОСТ на испытание электрических машин (4), но и как средству исследования и изучения асинхронного двигателя (1, 2, 3). Перемещение векторов

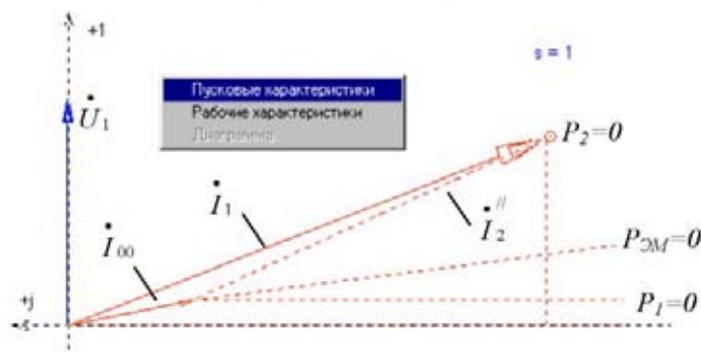


Рис. 2. Векторная диаграмма асинхронной машины.

диаграммы соответствует различным режимам работы реального двигателя и иллюстрирует формирование его пусковых и рабочих характеристик. Таким образом, круговая диаграмма является визуализированной математической моделью асинхронной машины, использование которой при

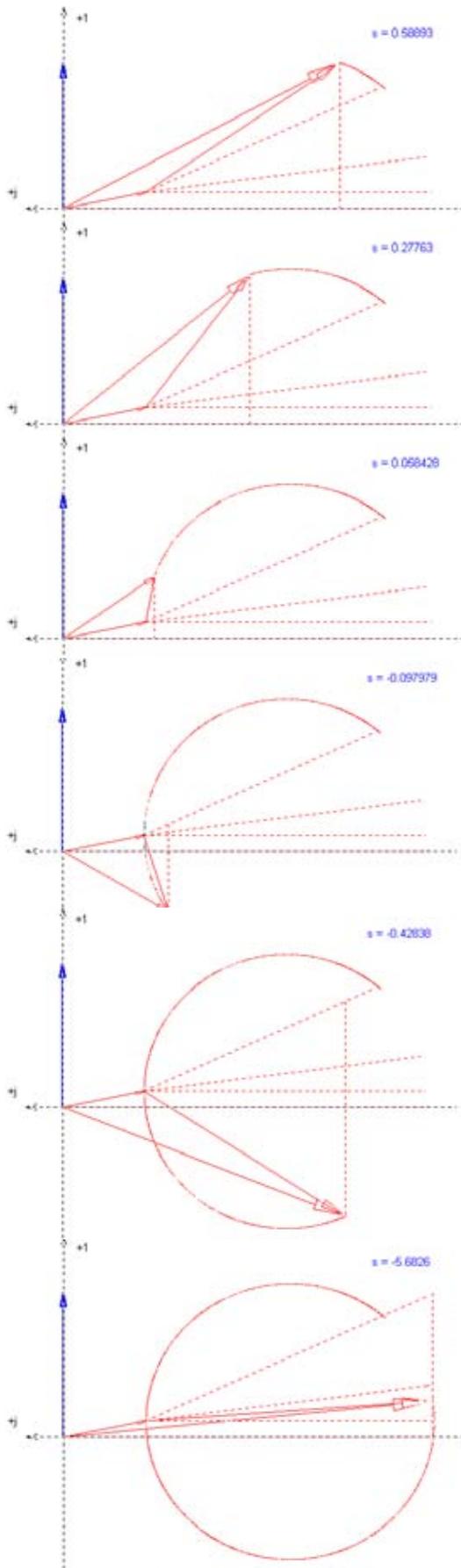


Рис. 3. Построение круговой диаграммы.

изучении материала курса позволяет студенту установить связь между формульным описанием и графическим представлением основных закономерностей.

Методическая значимость круговой диаграммы заключается в том, что с ее помощью удастся сформировать в сознании студента визуальный образ, к которому впоследствии он может обращаться умоглядно. Формульное описание закономерностей в значительно меньшей мере предполагает такую возможность, особенно, если речь идет об объемных зависимостях тока ротора и электромагнитного момента асинхронной машины от скольжения. В отличие от формульной записи, необходимой для получения максимально точных количественных результатов расчета, упрощенная круговая диаграмма, являющаяся инструментом образного мышления, дает качественное представление о характере изменения электромагнитных величин. Это особенно важно для обучения студентов тех специальностей технического вуза, учебным планом которых на изучение электрических машин отводится не более одного семестра, а также для студентов дистанционной и заочной форм обучения. В этих условиях формирование цельного представления о таком сложном техническом объекте, как асинхронный двигатель, становится актуальной методической задачей.

Использование для решения этой задачи компьютерной анимации явилось продолжением научно-педагогической деятельности, направленной на интеграцию современных компьютерных технологий в процесс обучения студентов технического вуза. Компьютерное приложение `circus_AM` продолжает ряд приложений серии `circus`, анимирующих векторные диаграммы электрических объектов – от простейших неразветвленных цепей до электрических машин (`circus`, `circus_trans`).

Приложение написано на языке MATLAB и обращение к нему из командной строки имеет следующий вид: `circus_AM(220, 10+50j, 2+7j, 5+8j, 0.04)`. Аргументы функции в порядке их следования в скобках: напряжение питания фазы обмотки статора, комплекс

полного сопротивления цепи намагничивания Г-образной схемы замещения, комплексы сопротивлений Z_1 и Z_2' Т-образной схемы замещения и номинальное скольжение ротора двигателя. Результатом обращения к функции `circus_AM` является векторная диаграмма, построенная для скольжения, равного единице (рис. 2). На векторную диаграмму нанесены линии будущей круговой диаграммы – $P_1=0$, $P_2=0$,

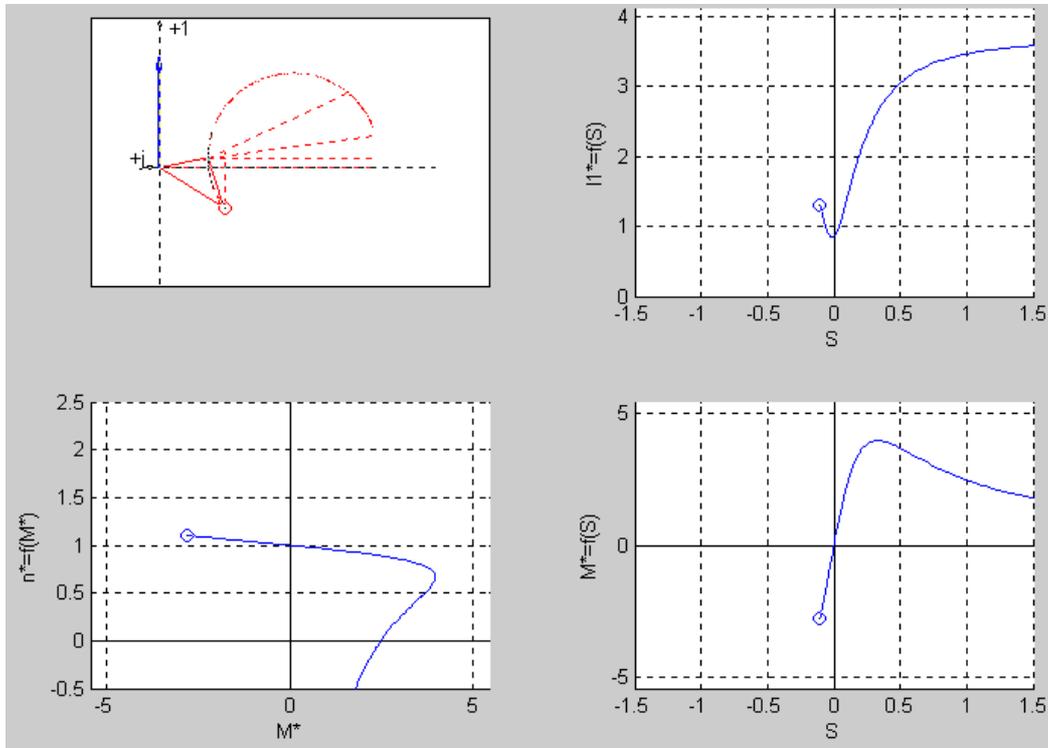


Рис. 4. Работа приложения `circus_AM` в режиме "Пусковые характеристики".

$P_{ЭМ}=0$ и текущее значение скольжения. Конец вектора тока \dot{I}_2 отмечен круглым маркером, в который необходимо поместить указатель мыши, чтобы привести диаграмму в движение. При захвате маркера он гаснет, и вектор вторичного тока приходит в движение, следуя за перемещениями указателя мыши. На рисунке 3 показано несколько фаз движения, при котором конец вектора тока \dot{I}_2 описывает окружность. Одновременно с этим перемещается вертикальный отрезок, участки которого пропорциональны значениям физических величин, характеризующих работу асинхронной машины: подведенной электрической мощности, мощности на валу, электромагнитному моменту, потерям в стали, в меди статорной и роторной обмоток.

Выбор пункта контекстного меню "Пусковые характеристики" (рис. 2) переводит приложение в режим построения механической ($n=f(M)$), моментной ($M=f(s)$) и токовой ($I_1=f(s)$) характеристик. На рисунке 4 показано, как одновременно с движением векторов диаграммы в трех координатных осях перемещаются точки, "рисующие" характеристики асинхронной машины. Возможность наблюдать это движение имеет большую методическую ценность в период формирования у студента представлений о взаимосвязи характеристик асинхронной машины и ее круговой диаграммы.

При выборе пункта контекстного меню "Рабочие характеристики" (рис. 2) интерфейс приложения принимает вид, представленный на рисунке 5. В левых координатных осях помещается фрагмент круговой диаграммы, соответствующий

изменению мощности двигательного режима работы машины в диапазоне $(0 \div 1,2) \cdot P_{2H}$. В правых координатных осях одновременно с движением векторов векторной диаграммы перемещаются цветные маркеры, "рисующие" рабочие характеристики двигателя. В данном режиме студенту, работающему с приложением, предоставляется возможность изучать влияние номинальных параметров машины на ее характеристики. Помимо этого режим может быть использован для проверки результатов аналитического расчета характеристик, являющегося, как правило, частью курсового проектирования по дисциплине "Электрические машины".

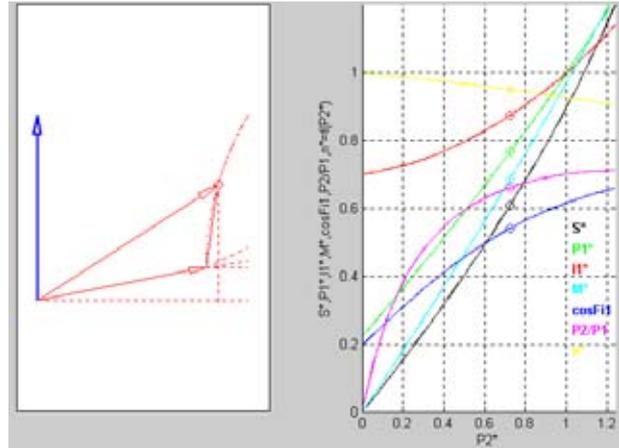


Рис. 5. Построение рабочих характеристик асинхронного двигателя с использованием приложения circus_AM.

Таким образом, компьютерная анимация является не только средством повышения качества изложения и объяснения материала раздела "Асинхронные машины", но, главным образом, средством создания интерактивной среды самообучения. Анимированная векторная диаграмма, оперативно откликающаяся на изменение параметров и переменных, способна стать элементом, объединяющим формульное, текстовое и традиционное графическое изложение учебной информации в законченное и цельное представление о сложном электротехническом объекте – асинхронном двигателе.

Список литературы:

- 1) Костенко, М. П. Электрические машины / М. П. Костенко, Л. М. Пиотровский. – М. – Л. : Энергия, 1964. – 544 с.
- 2) Вольдек, А. И. Электрические машины / А. И. Вольдек. – М. – Л. : Энергия, 1966. – 782 с.
- 3) Мезин, Е. К. Судовые электрические машины / Е. К. Мезин, - Л. : Судостроение, 1985. – 320 с.
- 4) ГОСТ 7217-87

РЕЗОНАТОРНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛОСКОВЫХ ЛИНИЙ

Совлуков А.С.^{1,2}, Маслов А.А.¹, Яценко В.В.¹, Власова А.Р.¹

(¹ Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ, jacenkovv@rambler.ru;

¹ Москва, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН
sovlas@ipu.rssi.ru)

Abstract. Radiofrequency resonator method for concentration measurement of solutions is proposed. The method implies application of modified striplines as sensors. According to the method, a section of a stripline is considered as resonator sensor. Structural schemes and relationships for this method are presented.

Введение

Важным параметром, подлежащим высокоточному определению во многих отраслях промышленности, является концентрация технологических смесей. В частности, требуется поддержание определенной концентрации влагосодержащих смесей (растворов). К их числу можно отнести, в частности, копильные жидкости, в которых переменным является степень содержания одного из компонент, например, карбонильных соединений, при фиксированных значениях других компонент (фенолов, кислот и др.). С учетом существенного различия электрофизических характеристик веществ, образующих технологическую смесь, целесообразно осуществлять синтез концентратометров на базе радиоволновых методов, обладающих известными преимуществами по сравнению с другими электрическими методами (*Викторов и др.*, 1978; 1989). Наряду с синтезом датчиков концентрации на основе отрезков длинной линии (*Ершов и др.*, 2007; *Совлуков и др.*, 2007) представляет интерес их реализация с применением полосковых линий (*Ершов и др.*, 2000; *Ершов и др.*, 2000а).

Несимметричная полосковая линия

На рис. 1 изображена полосковая линия, называемая несимметричной полосковой линией (НПЛ), у которой одним проводником является металлическая зигзагообразная полоска, длина которой составляет около 1 м, второй проводник – слой меди, покрывающий всю площадь обратной стороны подложки (*Ершов и др.*, 2000; *Ершов и др.*, 2000а).

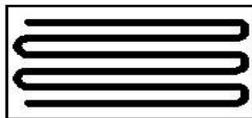


Рис. 1. Несимметричная полосковая линия с одним из проводников в виде зигзагообразной полоски.

На рис. (рис. 2,а) изображена НПЛ, представляющая собой двухпроводную полосковую линию, состоящую из полоски шириной w и толщиной t , помещенной на расстоянии h от экранирующей пластины, имеющей ширину a . Пространство между проводниками и над полоской заполнено воздухом. Основной волной в НПЛ является волна $ТЕМ$, для которой критическая длина волны $\lambda_{кр} = \infty$. На практике находит применение несколько измененная конструкция (рис. 2,б), в которой между полоской 1 и экранирующей пластиной 2 помещается подложка из диэлектрика 3 (*Ершов и др.*, 2000а). Если сравнивать передачу энергии по НПЛ с воздушным и диэлектрическим заполнением, то в последнем случае уровень излучения в окружающее пространство гораздо ниже, что связано с увеличением концентрации электромагнитного поля в

диэлектрике подложки, особенно при больших значениях диэлектрической проницаемости ее материала. Приближенно можно считать, что структура основной волны в полосковой линии с диэлектрическим заполнением, называемой квази-*ТЕМ*, совпадает со структурой *ТЕМ*-волны. Дисперсия (зависимость характеристик распространения основной волны *ТЕМ* от частоты) не проявляется при значениях частоты $f < 1$ ГГц (Пименов и др., 2000). Рассматриваемую здесь полосковую линию с зигзагообразной металлической полоской можно рассматривать как длинную линию; взаимным влиянием электромагнитных полей участков этой линии можно пренебречь при расчете характеристик распространения электромагнитных волн вдоль такого отрезка линии. Волна квази-*ТЕМ* в рассматриваемой полосковой линии переносит часть электромагнитной энергии в подложке, а часть – в окружающем пространстве, в данном случае в жидкости, концентрация которой подлежит определению.

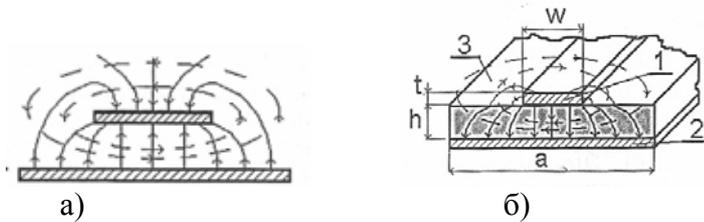


Рис. 2. Несимметричная полосковая линия: а) с воздушным заполнением между проводниками; б) с диэлектрической подложкой между проводниками.

Эффективную диэлектрическую проницаемость $\varepsilon_{эфф0}$ для волны квази-*ТЕМ* в НПЛ с диэлектриком 3 между проводниками 1 и 2, имеющим диэлектрическую проницаемость ε , и окружающим линию воздушным пространством можно выразить следующей формулой, если считать толщину t полоски 1 пренебрежимо тонкой (Пименов и др., 2000):

$$\varepsilon_{эфф0} = \frac{\varepsilon + 1}{2} + \frac{\varepsilon + 1}{2(1 + 10h/w)^2} \quad (1)$$

Волновое сопротивление Z_B данной НПЛ можно выразить следующей формулой с относительной погрешностью, не превышающей 0,6 % (Пименов и др., 2000):

$$Z_B \sqrt{\varepsilon_{эфф0}} = \frac{120\pi}{w/h + (2/\pi) \ln[17,08(w/2h + 0,92)]} \quad \text{при } w/h > 2, \quad (2)$$

$$Z_B \sqrt{\varepsilon_{эфф0}} = 60[\ln(8h/w) + w^2/(32h^2)] \quad \text{при } w/h \leq 2 \quad (3)$$

При конечной толщине t полоски 1, в случае $0 < t/h < 0,1$, сопротивление Z_B можно определить по формулам (2) и (3), если вместо w/h подставить w'/h , где

$$w'/h = w/h + t[1 + \ln(2h/t)]/(\pi h) \quad \text{при } w/h > 0,16 \quad (4)$$

$$w'/h = w/h + t[1 + \ln(4\pi w/t)]/(\pi h) \quad \text{при } w/h \leq 0,16 \quad (5)$$

Для определения концентрации датчик в виде отрезка полосковой линии следует подсоединить к электрической схеме в качестве ее элемента и, измеряя тот или иной параметр этой схемы, судить о концентрации смеси. При этом, в зависимости от структурной схемы измерения и информативного параметра датчика, возможны различные реализации схем концентратометров. Информативным параметром резонаторных датчиков может, в частности, служить: резонансная частота электромагнитных колебаний отрезка полосковой линии, рассматриваемого в качестве резонатора. Рассмотрим возможные методы реализации резонаторных концентратометров.

Резонаторные датчики концентрации в виде отрезков полосковой линии

Датчики на базе отрезков длиной линии – радиочастотные датчики – это ВЧ-резонаторы с резонансными частотами, как правило, до 100 МГц. Информативными параметрами резонаторных датчиков концентрации на основе рассматриваемых полосковых линий могут служить собственная (резонаторная) частота f электромагнитных колебаний, а также добротность Q резонатора. Для смесей достаточно хороших диэлектриков целесообразно использовать в качестве информативного параметра резонансную частоту f , а в случае контроля смеси веществ, обладающей существенными диэлектрическими потерями, целесообразно использовать добротность Q резонатора. Для контроля концентрации смеси веществ с произвольными электрофизическими параметрами, в том числе и обладающими большими диэлектрическими потерями (вода, спирты и др.), могут быть применены резонаторы на основе отрезков полосковой линии с покрытием поверхности 1 слоем диэлектрического вещества определенной толщины.

Анализ известных структурных схем измерителей с преобразованием резонансных частот (Викторов и др., 1978) показывает, что наиболее приемлемыми для построения измерителей концентрации является автогенераторные схемы. Эти схемы выгодно отличаются от остальных простотой реализации и высокими метрологическими характеристиками. Основным фактором, ограничивающим область применения таких схем, является требование, чтобы добротность датчика была бы ≥ 10 . Однако это требование можно выполнить достаточно легко с помощью датчиков с покрытием диэлектрической оболочкой проводников (хотя бы одного) отрезков линии.

На рис. 3 представлена структурная схема одноканального концентратомера, состоящая из резонансного датчика 1, автогенератора 2, делителя частот 3 и преобразователя частота/напряжение 4. Датчик включается в частотоподающую цепь автогенератора и определяет его частоту генерации. Обычно эта частота лежит в диапазоне от единиц до сотен мегагерц и зависят в основном от геометрических размеров датчика. Высокочастотные колебания затем поступают на делитель частоты, в котором происходит понижение частоты генератора до требуемой величины (обычно ~ 10 кГц). После этого сигнал подается на преобразователь частота/напряжение.



Рис. 3. Одноканальный концентратомер.

1 – резонансный датчик; 2 – автогенератор; 3 – делитель частоты;
4 – преобразователь частота/напряжение.

Для технической реализации этой системы требуется всего 3 микросхемы и один транзистор, поэтому эта схема занимает небольшой объем и легко может быть размещена в головке датчика. Недостатком одноканальной схемы является необходимость подстройки "нуля", т.к. параметры самой контролируемой среды, так и параметры автогенератора подвержены различного рода возмущающим воздействиям (температура, влажность, старение и т.д.).

От этого недостатка в значительной степени свободна схема двухканального концентратомера (рис. 4), которая от одноканальной схемы отличается наличием двух датчиков: датчика образцовой среды 1 и датчика контролируемой жидкости 2. Датчики находятся в одинаковых условиях и поэтому все возмущающие воздействия приводят к одинаковым изменениям резонансной частоты, которые компенсируются в схеме

вычитания 5. Помимо указанных выше узлов эта схема состоит из двух автогенераторов 3, двух делителей частоты 4 и преобразователя частота/напряжение 6.

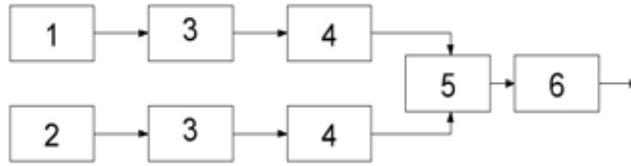


Рис. 4. Структурная схема двухканального концентратора.

1 – образцовый датчик; 2 – рабочий датчик; 3 – автогенератор; 4 – делитель частоты; 5 – вычитающее устройство; 6 – преобразователь частота/напряжение.

Датчик концентрации представляет собой отрезок полосковой линии, разомкнутый на одном из концов. Другим концом этот отрезок линии подключен к электронному блоку, осуществляющему возбуждение в отрезке линии электромагнитных колебаний и измерение его резонансной частоты f как функции концентрации K смеси. Для такого отрезка линии зависимость $f(K)$ имеет вид:

$$f(K) = f[\dot{\epsilon}_{эфф}(\dot{\epsilon}_{см}), f_0], \quad (6)$$

где $\dot{\epsilon}_{см} = \epsilon'_{см} - i\epsilon''_{см}$ – комплексная диэлектрическая проницаемость смеси; $\dot{\epsilon}_{эфф}(\dot{\epsilon}_{см})$ – эффективная комплексная диэлектрическая проницаемость для полосковой линии; f_0 – начальное значение резонансной частоты f в отсутствие контролируемого вещества.

Как следует из (Никулин и др., 1992), зависимость $\dot{\epsilon}_{эфф}(\epsilon_{см})$ может быть представлена так:

$$\dot{\epsilon}_{эфф} = \epsilon_{эфф_0} + \frac{a(\dot{\epsilon}_{см} - 1)}{\dot{\epsilon}_{см} + b} \quad (7)$$

где $\epsilon_{эфф_0}$ – эффективная диэлектрическая проницаемость для полосковой линии в отсутствие контролируемого вещества; ее величина выражается формулой (1); параметры a и b в (7) находят методом наименьших квадратов при помощи модели трехслойной полосковой структуры (Yamashita et al., 1968; Yamashita, 1968).

Для разомкнутого на конце отрезка рассматриваемой линии его резонансная частота f_0 может быть выражена следующей формулой (Викторов и др., 1978):

$$f_0 = \frac{cn}{2\sqrt{\epsilon_{эфф_0}}l}, n = 1, 2, \dots \quad (8)$$

где $n = 1, 2, \dots$ – номер типа колебаний (гармоники), возбужденного в отрезке длиной l ; l – длина отрезка длиной линии; $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света.

Для отрезка полосковой линии, короткозамкнутого на одном из концов

$$f_0 = \frac{c(2n+1)}{4\sqrt{\epsilon_{эфф_0}}l}, n = 0, 1, 2, \dots \quad (9)$$

Для отрезка полосковой линии, короткозамкнутого на обоих концах выражение для f_0 имеет следующий вид:

$$f_0 = \frac{cn}{2\sqrt{\epsilon_{эфф_0}}l}, n = 1, 2, \dots \quad (10)$$

Данная формула идентична (8). В обоих случаях резонатор является полуволновым; его длина пропорциональна числу полуволн вдоль отрезка длинной линии в соответствии со значением n (номером типа колебаний, или гармоники).

Заключение

Рассмотренный радиочастотный резонаторный метод измерения может быть применен для контроля концентрации смесей (растворов) жидкостей, в том числе влагосодержания жидкостей, и других физических свойств веществ. Как датчики на основе отрезков полосковой линии, так измерительные устройства в целом достаточно просты в реализации.

Список литературы:

- 1) Викторов В.А., Лункин Б.В., Совлуков А.С. Высокочастотный метод измерения неэлектрических величин. М.: Наука. 1978. 280 с.
- 2) Викторов В.А., Лункин Б.В., Совлуков А.С. Радиоволновые измерения параметров технологических процессов. М.: Энергоатомиздат. 1989. 208 с.
- 3) Ершов А.М., Маслов А.А., Совлуков А.С., Фатеев В.Я., Яценко В.В. Радиочастотная концентратометрия технологических водных растворов// Датчики и системы. 2007. № 11. С. 17-21.
- 4) Ершов А.М., Маслов А.А., Курамшина А.Р., Яценко В.В. Метод диэлектрической спектроскопии физических свойств жидкости// Межвузовский сборник трудов по материалам Международной научно-технической конференции «Наука и образование – 2008». [Электронный ресурс] МГТУ.- Электрон. текст.дан. Мурманск: МГТУ, 2008.
- 5) Ершов, А.М. Метод диэлектрической спектроскопии измерения физических свойств жидкостей [Электронный ресурс]/ А.М. Ершов, А.А. Маслов, А.С. А.Р. Курамшина, В.В. Яценко // Матер. российской конф. с междунар. участием “Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения (УКИ’08)” (10-12 ноября 2008 г.) - Москва: ИПУ РАН, 2008. - С. 620-627.
- 6) Никулин С.М., Седельникова И.М. Экспресс-контроль влажности материалов в промышленности и сельском хозяйстве// 2-я Крымская конф. “СВЧ-техника и спутниковый прием”. Материалы конф. Севастополь. 1992. С. 167-172.
- 7) Пименов Ю.В., Вольман В.И., Муравцов А.Д. Техническая электродинамика. Под редакцией Пименова Ю.В.; Учеб. пособие для вузов. М.: Радио и связь, 2000. 536 с.
- 8) Совлуков А.С., Фатеев В.Я. Радиочастотные резонаторные измерения концентрации водных растворов// Измерительная техника. 2007. № 10. С. 65-67.
- 9) Yamashita E., Mitra R. Variational method for the analysis of microstrip lines// IEEE Transactions on Microwave theory and Techniques. 1968, Vol. MTT-16. No 4. P. 251-256.
- 10) Yamashita E. Variational method for the analysis of microstriplike transmission lines// IEEE Transactions on Microwave theory and Techniques. 1968, Vol. MTT-16. No 8. P. 529-535.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МИКРОПОЛОСКОВОГО ДАТЧИКА

Маслов А.А., Яценко В.В., Власова А.Р., Власов А.В.

(Мурманск, МГТУ, кафедра Автоматики и вычислительной техники,
ican2005@yandex.ru)

Abstract. The article describes mathematical modeling of microstrip sensors placed in examined liquid based on amplitude-frequency analysis.

Аннотация. В статье рассматривается математическое описание микрополосковых чувствительных элементов, помещенных в исследуемую жидкость, составленное на основе анализа их амплитудно-частотных характеристик.

Во многих отраслях промышленности важно с высокой точностью определять состав многокомпонентных смесей. Это требуется, в частности, для пищевой, химической промышленности, для решения экологических проблем и в научных исследованиях.

При изучении химического состава вещества одним из перспективных методов является спектроскопическое исследование. Как известно, его сущность заключается в определении зависимости свойств вещества от частоты или скорости изменения внешнего воздействия (1,2).

Особый интерес представляют технологические жидкости, основу которых составляет вода (например, коптильные препараты). С целью определения возможности применения данного метода для анализа состава таких смесей были исследованы водные растворы лимонной кислоты.

Измерительная ячейка изготовлена в виде двухсторонней пластины, одна сторона которой представлена в виде линии, длиной порядка 1 м, а вторая сторона полностью покрыта медью. На чувствительный элемент, погруженный в исследуемую жидкость, подавался набор гармонических сигналов с диапазоном частот от 1 до 50 МГц с помощью генератора высокочастотных сигналов Г4 - 102А. Внешний вид измерительной ячейки представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид датчика, погружаемого в исследуемую жидкость.

Для измерения напряжения на входе и выходе датчика использовался цифровой осциллограф фирмы ACUTE.

В ходе опытов по полученным осциллограммам (рисунок 2) графоаналитическим методом измерялись амплитуды входного $A_{вх}$ и выходного $A_{вых}$ сигналов, и анализировался коэффициент передачи A .

По данным эксперимента были построены соответствующие зависимости (рисунок 3), где $A = \frac{A_{вых}}{A_{вх}}$.

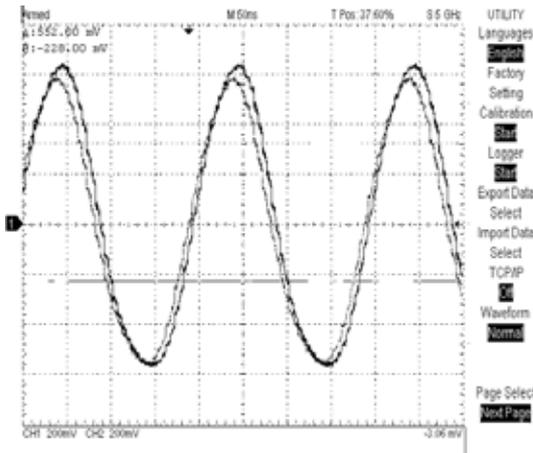


Рисунок 2 – Экспериментальные осциллограммы

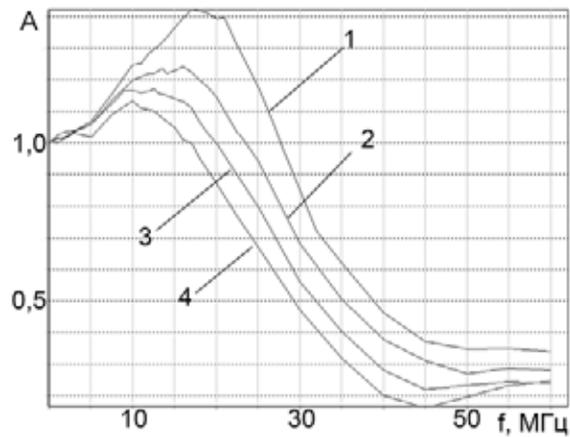


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента передачи системы с датчиком, помещенным в различные водные растворы лимонной кислоты.

Концентрация, %: 1 – 0,5; 2 – 1; 3 – 1,5; 4 – 2%.

Предварительный анализ полученных кривых позволяет сделать вывод о том, что в частотном диапазоне до 1 МГц измерительная ячейка, помещенная в жидкость, не чувствительна к изменению химического состава раствора, а на более высоких частотах она может рассматриваться как колебательное звено.

Передаточная функция такого звена:

$$W(p) = \frac{k}{T_k^2 p^2 + 2\lambda T_k p + 1}, \quad (1)$$

где T_k - период колебаний,

λ - коэффициент демпфирования,

k - коэффициент передачи.

Так как на низких частотах амплитуды входного и выходного сигналов равны, коэффициент передачи равен 1.

Для определения остальных параметров передаточной функции воспользуемся зависимостью амплитуды от частоты входного сигнала для колебательного звена (2):

$$A(\omega) = \frac{1}{\sqrt{(1 - T_k^2 \omega^2)^2 + (2\lambda T_k \omega)^2}}. \quad (2)$$

На графиках (рисунок 4) выделим две характерные точки: частота, при которой амплитуда принимает максимальное значение (f_1); максимальная частота, при которой амплитуда равна 1 (f_2).

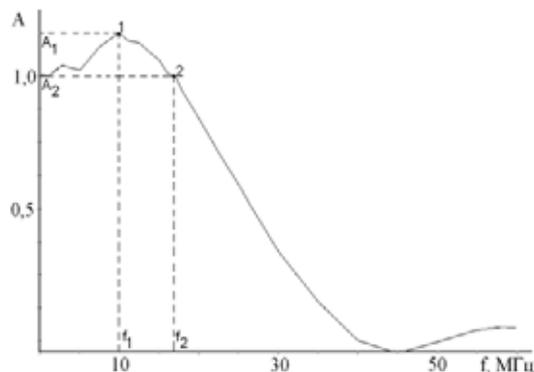


Рисунок 4 – К определению параметров колебательного звена

Координаты этих точек подставим в формулу (2) и решим систему уравнений относительно λ и T_k .

$$\begin{cases} A_1 = \frac{1}{\sqrt{(1 - T_k^2 w_1)^2 + (2\lambda T_k w_1)^2}} \\ A_2 = \frac{1}{\sqrt{(1 - T_k^2 w_2)^2 + (2\lambda T_k w_2)^2}} \end{cases} \quad (3)$$

Нахождение значений λ и T_k для характеристик, построенных при различных значениях концентрации лимонной кислоты в водном растворе, позволяет построить расчетные амплитудно-частотные характеристики (рисунок 5).

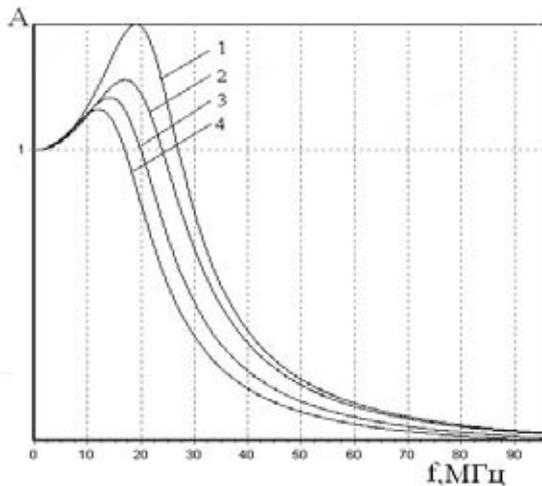


Рисунок 5 – Расчетные амплитудно-частотные характеристики измерительной ячейки для разных составов водных растворов: концентрация лимонной кислоты 1 – 0,5%; 2 – 1%; 3 – 1,5%; 4 – 2%

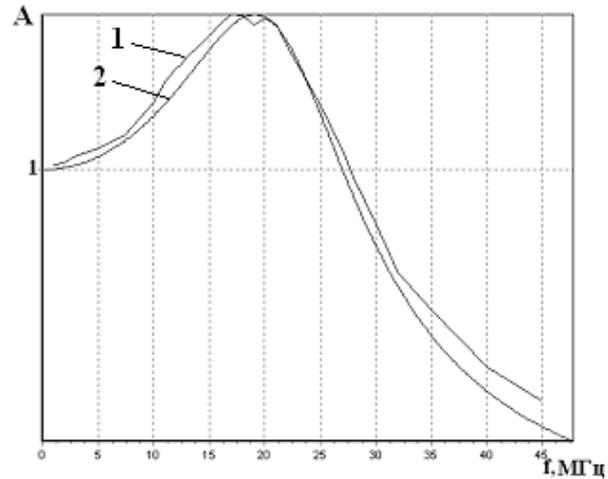


Рисунок 6 – Сравнение экспериментальной и расчетной кривой амплитудно-частотной характеристики для раствора с концентрацией лимонной кислоты 0.5%:
1 – кривая, построенная по результатам эксперимента;
2 – расчетная кривая.

Анализ отклонений расчетных характеристик от экспериментальных кривых (рисунок 6) показал, что расхождение составляет порядка 5 %. Таким образом, измерительную ячейку, помещенную в водный раствор, можно рассматривать как колебательное звено в рассматриваемом частотном диапазоне. В этом случае, эквивалентная схема такой электрической системы (3) может быть представлена так, как показано на рисунке 7.

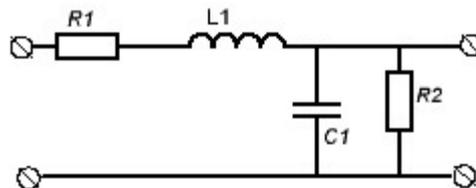


Рисунок 7 – Эквивалентная схема измерительной ячейки

Непосредственное измерение электрических параметров ячейки позволяет сделать вывод о том, что $R1$ и $L1$ зависят непосредственно от конструкции микрополоскового элемента (длина линии определяет сопротивление $R1$, количество изгибов линии – индуктивность $L1$). Эти параметры не зависят от химического состава жидкости, в которую помещается датчик. Численные значения параметров $C1$ и $R2$ учитывают как конструктивные особенности элемента, например, технология изготовления, емкости и сопротивления на границе раздела фаз (проводник-диэлектрическая оболочка, диэлектрическая оболочка-жидкость), так и непосредственное изменение химического состава раствора. Поэтому существует возможность определения взаимосвязи между электрическими параметрами измерительной ячейки и электрофизическими характеристиками раствора (диэлектрической проницаемостью и электропроводностью).

Кроме непосредственного вычисления значений электрофизических параметров исследуемой жидкости, метод построения амплитудно-частотных характеристик позволяет составить уравнение регрессии, используя теорию планирования активного эксперимента (например, план Бокса-Бенкина). Такое уравнение позволит найти взаимосвязь между изменяющимися значениями характерных точек амплитудно-частотной характеристики (максимальное значение амплитуды; частота, при которой амплитуда равна 1; частота, при которой амплитуда достигает максимального значения и др.) и концентрацией примесей в технологической многокомпонентной смеси.

Заключение

Представленная математическая модель и эквивалентная схема электрической системы измерительной ячейки, помещенной в исследуемый раствор, позволят получить зависимости между значениями характерных точек амплитудно-частотных характеристик и процентным содержанием примесей в жидкости. При разработке микроконтроллерного прибора, позволяющего анализировать состав многокомпонентных смесей, полученные функциональные связи дадут возможность интерпретировать экспериментальные амплитудно-частотные характеристики и определить химический состав исследуемой жидкости.

Список литературы:

- 1) Ершов, А.М. Измерение концентрации веществ в водных растворах / А.М. Ершов, А.А. Маслов, А.С. Совлуков, В.Я. Фатеев, Яценко В.В.//Вестник МГТУ: труды Мурман. гос. техн. ун-та. - 2006. - Ч. 5 № 9. – С. 874 – 878
- 2) Ершов, А.М. Определение выходной характеристики радиочастотного концентромера/ А.М. Ершов, А.А. Маслов, А.С. Совлуков, В.Я. Фатеев, Яценко В.В.//Сборник трудов по материалам Международной научно-технической конференции «Наука и образование – 2007». Мурманск. Апрель, 2007.
- 3) Бесекерский, В.А. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, В.А., Попов Е.П. – Изд. 4-е, перераб. И доп. – СПб, Изд-во «Профессия», 2003.–752 с.

СЕКЦИЯ
«ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
ШЕЛЬФОВЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ И
ТЕХНОЛОГИЙ»

*Секция «Физические процессы шельфовых
нефтегазовых производств и технологий»*

Виноградов Ю.А., Жеребцов В.Д. Волоконно-оптические технологии и их применение для исследования нефтегазовых месторождений и мониторинга промысловых площадей на шельфе	1206
Герасимова О.В., Янгазитов М.Н. Применение программного комплекса ANSYS при проектировании магистрального подводного трубопровода.....	1210
Джамалова Э.Б., Янгазитов М.Н. Методика применения программ ANSYS и COSMOS для решения задач о расчете температурных напряжений в трубе обсадной колонны	1216
Джамалова Э.Б., Янгазитов М.Н. Оценка методик определения устойчивости обсадных колонн в многолетнемерзлых породах	1220
Джамалова Э.Б., Янгазитов М.Н. Термоупругие задачи устойчивости обсадных колонн в многолетнемерзлых породах	1224
Корогаев Б.А., Задорожный Т.Н. К вопросу о деформации горных пород	1228
Мотылева Т.А., Янгазитов М.Н. Методика определения вязкости бурового раствора в кольцевом пространстве скважины	1230
Мохов Г.В., Николаев В.И. Новые документы российского морского регистра судоходства для нефтегазовых работ на шельфе	1231
Рожков А.С. Расчет гравитационного поля для двумерных тел	1233
Шишко А.Л. Проектный расчет трубопровода со Штокмановского ГКМ для стационарного течения газа в трубопроводе диаметром 1020 мм	1239

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И МОНИТОРИНГА ПРОМЫСЛОВЫХ ПЛОЩАДЕЙ НА ШЕЛЬФЕ

Виноградов Ю.А.¹, Жеребцов В.Д.² (¹ *Апатиты, Кольский филиал Геофизической службы РАН, vin@krsc.ru*, ² *Мурманск, НПП ООО "АКВА"*)

Abstract. The necessity of a creation in Russia of a competitive undersea seismic-and-acoustic measuring system to be used in surveying and monitoring of oil-and-gas fields using fiber-optic technology are shown at this article. These allow to effectively solve the problems of fuel raw materials base replenishment, at the expense of supplementary development of the oilfields decommissioned, and of new oilfields surveying, etc.

Большая часть перспективных нефтегазоносных структур в РФ находятся на шельфе и в транзитных зонах, при этом лишь для 14% из них созданы трехмерные геолого-геофизические модели, позволяющие надежно оценить запасы и приступить к стадии освоения месторождений. Темпы разведочных работ не обеспечивают восполнение погашаемых запасов на эксплуатируемых месторождениях и их качественного мониторинга, что обусловлено в значительной степени отсутствием в РФ высокопроизводительных систем поиска и мониторинга.

Почти полвека на рынке измерительных систем и датчиков, применяемых для поиска и при мониторинге морских месторождений, доминируют электронные измерительные технологии, которые предполагают преобразование измеряемого параметра в электрический сигнал и последующую его обработку (электродинамический, электромагнитный, пьезокерамический и др.). Современной альтернативой этому традиционному подходу является использование волоконно-оптических измерительных систем (ВОИС), в которых измеряемый параметр преобразуется в оптический сигнал, передающийся по оптоволокну [Жеребцов].

С конца 90-х годов ведущие зарубежные нефтегазовые компании BP, StatoilHydro, Shell и другие, совместно с предприятиями ВПК США, Англии, Норвегии расширили применение конверсионных разработок для морской геофизики с тем, чтобы уже в ближайшее время заменить традиционные измерительные комплексы на ВОИС, имеющие значительные экономические, технические и экологические преимущества [Terry Knott]. Натурные испытания опытного образца ВОИС для 4D-4C исследований, проведенные в 2007 г. компанией Stingray Geophysical в Северном море, показали высокую эффективность поиска нефтегазовых месторождений и возможность повышения отдачи пласта на 50%. Помимо поисковых систем, начато внедрение контрольно-мониторинговых комплексов с ВОИС для исследования гидродинамики скважин (температура, давление) и состояния морских трубопроводов.

Преимущества ВОИС при создании систем акусто-сейсмического мониторинга оффшорных зон обусловлены такими свойствами оптоволоконной аппаратуры как широкополосность; малые потери при передаче сигнала; малый диаметр и масса кабельной системы; эластичность, механическая прочность; безиндукционность (отсутствует влияние электромагнитной индукции, а значит и опасные проявления, связанные с грозowymi разрядами, близостью к линиям электропередач, импульсами тока в силовой сети); взрывобезопасность; высокая электроизоляционная прочность; высокая коррозионная стойкость, особенно к химическим растворителям, маслам, пресной и морской воде [Окиси Т. и др., Коломиец]. Разработка ВОИС относится к

сфере высоких технологий и предполагает широкое вовлечение нанотехнологий в область измерений, чему в последние годы уделяется особое внимание в стратегических национальных программах развития научно-технического потенциала России.

До 1992 г. Россия лидировала в области разработки волоконно-оптических измерительных технологий (ВОИТ), ориентированных на решение оборонных задач и спецприменений, однако в последующие 15 лет это направление не получало поддержки, как впрочем и отечественное геофизическое приборостроение на стандартной (электрической) технологии, что привело к существенному отставанию от ведущих морских держав в этой отрасли. Многокомпонентные донные измерительные системы, крайне необходимые для высокоточных сейсмических исследований и мониторинга месторождений на шельфе, так и не успели получить развития в СССР [5]. Современная аппаратура, содержащая высокоточные приборы и компоненты ВОИС, фактически находится под запретом к ввозу в РФ в связи с возможностью ее двойного применения, поэтому российские научно-исследовательские суда при выполнении работ на российском шельфе до сих пор вынуждены использовать устаревшую зарубежную сейсмоакустическую технику, малопригодную для 3D-4D моделирования и детальной разведки морских месторождений.

Вышеуказанные обстоятельства предопределяют актуальность организации в России собственного производства ВОИС на основе научно-технического задела, который еще сохранен в специализированных научных предприятиях России. Внедрение инновационных технологий в морскую геологоразведку позволит повысить разрешающую способность сейсмоакустических исследований в 8-10 раз, существенно повысит детальность и точность построения объемных моделей нефтегазовых полей, что даст возможность уменьшить затраты на разведочное бурение работ и обеспечит снижение стоимости разведки нефти и газа на сотни миллиардов рублей.

Для контроля и управления геодинамическим режимом в зонах освоения Штокмановского газоконденсатного месторождения (ШГКМ) и нефтяных месторождений на шельфе Баренцевого моря, а также на участках прокладки морских трубопроводов в соответствии с концепцией «Геодинамическая безопасность освоения углеводородного потенциала недр России» (2000) должен быть сформирован *Блок сейсмологического мониторинга (БСМ)* для постоянной регистрации природных и техногенно-индуцированных землетрясений на территории промышленного освоения. Это особенно важно именно в районе освоения ШГКМ, где по предварительным оценкам индуцированная сейсмичность может достичь 8-9 баллов [5]. *БСМ* должен обладать чувствительностью, гарантирующей обнаружение и точную локацию событий с магнитудой 1-2, поскольку они способны вызвать опасные оползни и сплывы в рыхлом покрове морского дна. *БСМ* должен также обеспечивать надежное определение гипоцентров толчков в контурах месторождения и вблизи него.

С учетом вышесказанного, на площадке ШГКМ и на трассе ММТ на участках с повышенным риском оползней целесообразно установить донные комплексы сейсмомониторинга, ориентированные на регистрацию микроземлетрясений с $M < 2$. Оптимальным вариантом построения донной сети служат многокомпонентные ВОИС. Они способны работать на всех глубинах в пределах Баренцевоморского шельфа в течение 20-30 лет, т.е. практически весь период активной отработки ШГКМ, обеспечивая регистрацию сверхслабых сейсмоакустических событий. Кроме мониторинга, донная сеть сейсмомодатчиков может быть использована для построения 3-D разрезов с целью контроля напряженно-деформационного состояния пород в пределах месторождения, оперативно отслеживать изменения порового давления внутри пласта, контролируя эффективность его отдачи.

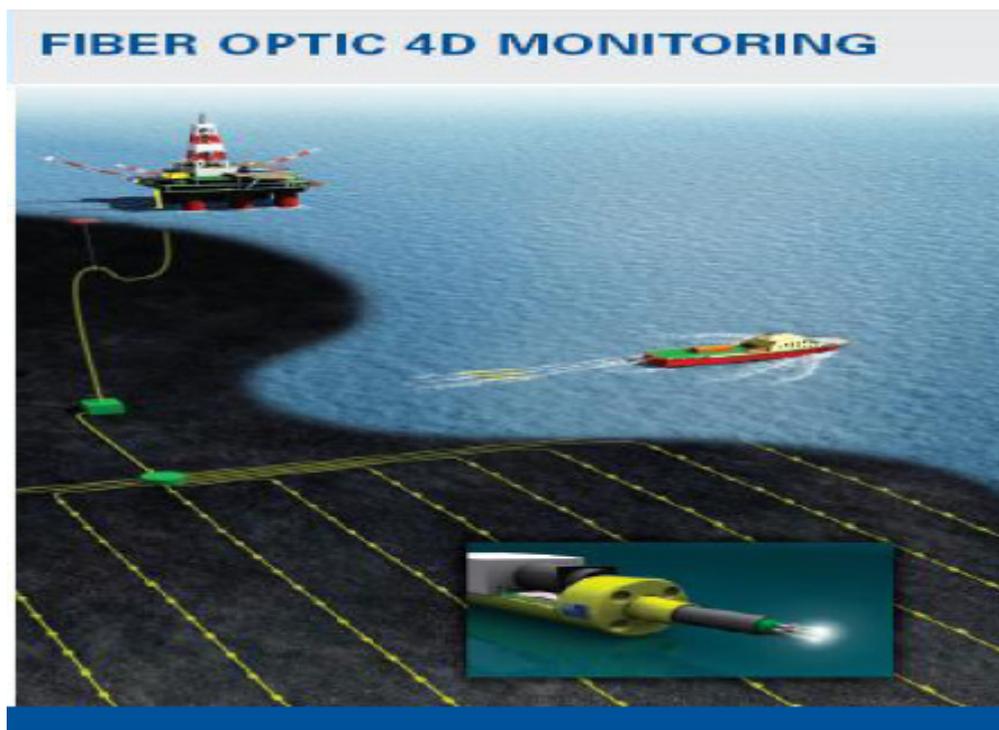


Рис. 1. Схема построения донной сейсмоакустической многокомпонентной сети на основе ВОИС

Помимо высокочувствительного мониторинга на промплощадках, донные ВОИС могут быть применены в качестве системы контроля состояния ММТ в режиме реального времени. Линейно-распределенные ВОИС обладают значительными техническими, экономическими и экологическими преимуществами по сравнению с традиционными электрическими измерительными устройствами, применяемыми в настоящее время ОАО «Газпром» [Зубков]. В частности, длина измерительного устройства на основе ВОИС может достигать 300 км, что соизмеримо с протяженностью прибрежного, наиболее рискованного, отрезка Штокмановского ММТ. При организации виброакустической диагностики состояния ММТ с применением ВОИС следует учесть, что система действует в диапазоне частот двойного применения, что накладывает специальные требования на персонал, который будет привлекаться к этим работам в Баренцевоморском регионе.

К основным угрозам безопасности морских сооружений можно отнести следующие:

- утечка продуктов, обусловленная физическим старением, износом и коррозией трубопроводов;
- повреждение сооружений вследствие техногенных аварий, сейсмических воздействий, оползневых сдвигов почвы;
- несанкционированные врезки с целью корыстных хищений нефти, нефтепродуктов или газа;
- террористические акты, саботаж или другие криминогенные факторы.

Имеющиеся на сегодняшний день в РФ и в ОАО «Газпром» системы мониторинга состояния морского трубопровода и сооружений ШГКМ в режиме реального времени (рабочий режим) не обеспечивают необходимый уровень контроля в отношении указанных угроз, поэтому перспектива улучшить ситуацию за счет применения пространственно-распределенных ВОИС представляется весьма привлекательной.

Исходя из вышеизложенного считаем необходимым начать в районе Штокманского газоконденсатного месторождения реализацию специального проекта, направленного на развитие современных измерительных комплексов с применением нанотехнологий и на повышение экологической и промышленной безопасности при разработке и освоении ШГКМ. Осуществление проекта может способствовать повышению эффективности отработки месторождения.

Цель проекта: создание новой технологии и технических средств сейсмоакустических исследований нефтегазовых месторождений РФ в частотном диапазоне 0.2 Гц - 15 кГц с динамическим диапазоном не менее 150 дБ. Количество сейсмоакустических каналов донной многокомпонентной системы составит 120-240 каналов, с возможностью расширения системы на модульном принципе до 3000-10000 каналов (рис. 1).

Основным результатом проекта станет создание в России конкурентоспособной морской сейсмоакустической измерительной системы для исследования и мониторинга нефтегазовых месторождений. Их использование позволит эффективно решать проблемы воспроизводства минерально-сырьевой базы, доосвоения вышедших из эксплуатации месторождений, разведки новых запасов и многое другое. Перечисленные факторы определяют стратегическое значение проекта для Российской Федерации.

Список литературы:

- 1) Жеребцов В.Д. Морская геофизическая волоконно-оптическая измерительная система // Тр. конференции «Нефть и газ Арктического шельфа - 2004», С 64
- 2) Terry Knott. «Making light of seismic» // Oilonline, 3, 2005
- 3) Окоси Т. и др. Волоконно-оптические датчики. Л.: Энергоатомиздат, 1990, 312 с.
- 4) Коломиец Л.Н. Волоконно-оптические датчики в информационно-измерительных системах. // Датчики и системы. №1, 2006, с.8-14.
- 5) Виноградов А.Н. и др. Сейсмичность Баренцевоморского шельфа и обеспечение геодинамического мониторинга при эксплуатации Штокмановского газоконденсатного месторождения // Материалы Международной конференции «Нефть и газ Арктического шельфа 2006», Мурманск, 15-17 ноября, 2006 г. изд. Ассоциации «АрктикШельф», 2006. – С. 63-66.
- 6) Зубков А.И., Левин А.О. Волоконно-оптические датчики и системы в нефтяной отрасли. Современное состояние, перспективы развития.// Датчики и системы. №7, 2004.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ANSYS ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МАГИСТРАЛЬНОГО ПОДВОДНОГО ТРУБОПРОВОДА

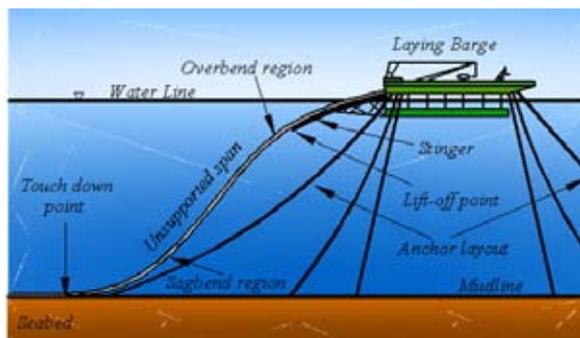
Герасимова О.В., Янгазитов М.Н. (Мурманск, МГТУ, кафедра МСС и МНГД, ovger@mail.ru)

Abstract. The problems of designing, building and maintenance of offshore pipelines in Russia are relevant. The designs of constructing of trunk pipelines must be given strict prove founded on special theoretical and experimental research. According to the method of finite elements used in ANSYS, the models of complicated construction subdivide into small easier formed parts (finite elements). Within the limits where approximate solution is fond. It is resulted in a field of stress and displacement in the whole construction.

В практике расчетов строительства морского трубопровода используют как аналитические, так и численные методы. Аналитические методы основаны на математических методах решения краевых задач, обычно сложных и трудоемких и ограниченных достаточно простыми геометрическими формами тел и схем нагружения. Современные средства проектирования и расчета морских трубопроводов базируются на компьютерном моделировании напряженно-деформированного состояния (НДС) трубопровода во время его укладки на численных расчетах с использованием метода конечных элементов (МКЭ). В любом случае расчеты ведутся для приподнятой и провисающей части трубы находящейся в сложном напряженно-деформированном состоянии, т.к. поверхность трубы подвержена одновременно изгибу и растяжению-сжатию.

Нормативная база для проектирования морских трубопроводов состоит из комплекса расчетных методик и системы требований, предъявляемых к процессам проектирования, строительства и последующей эксплуатации. Эти требования призваны обеспечить оптимальную конструкцию трубопровода при условии соблюдения всех имеющихся ограничений. Одним из главных вопросов проектирования любых трубопроводов является выбор толщины стенки, основывающийся на условиях обеспечения прочности и требуемого уровня безопасности. Прочностной расчет основан на классических методиках, принимающих в расчет параметры сопротивления трубы (наружный диаметр, овальность, минимальный предел текучести и т.д.) и определенную нагрузку (внутреннее и внешнее давление, продольное усилие, изгиб и т.д.)

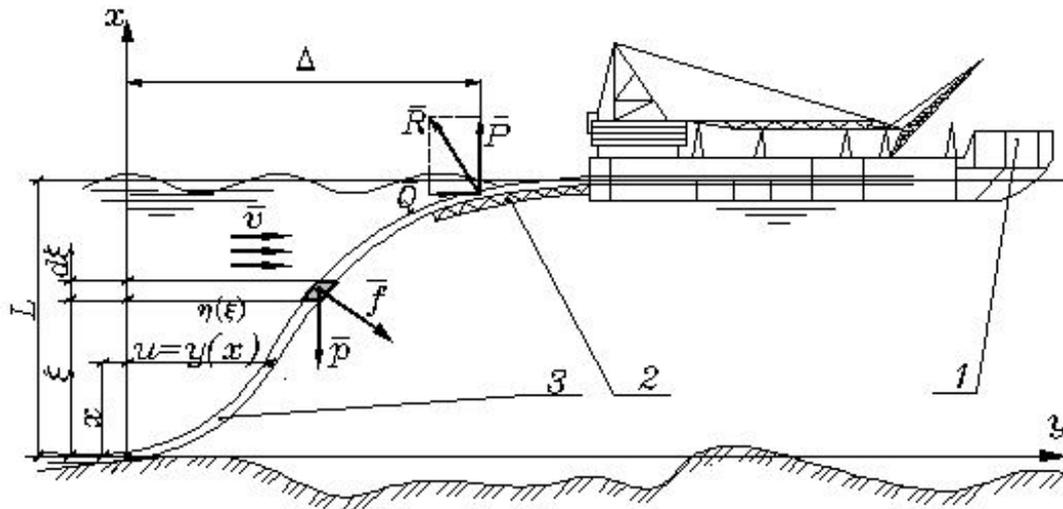
В настоящее время расчетным методом, дающим представление о напряженно-деформированном состоянии провисшей части трубы является точное символьное решение. Эти символьные решения являются следствием решения краевых задач, поставленных и решаемых при помощи компьютера в среде Mathematica.



В мировой практике прокладки морского трубопровода используются два основных метода укладки трубы: *S-метод* и *J-метод*. Современные трубоукладочные суда, работающие по *S-методу*, получившему свое название по принимающему форму S-образной кривой участку трубопровода, находящемуся между точкой касания дна и стингером,

способны укладывать трубопроводы диаметром до 1420 мм на глубину до 300 м, а диаметром 810 мм — на глубину до 700 м со скоростью 3—5 км/сут.

Определение изгиба выгнутой и провисающей части подводного трубопровода под действием силы натяжения, гидронагрузки и собственного веса трубы в среде Mathematica основано на математическом решении специальной граничной задачи относительно кривых линий эластично провисающей трубы (судно-трубоукладчик находится на поверхности моря).



Расчетная схема укладки подводного трубопровода на дно моря S-методом:

где: 1- трубоукладочное судно; 2- стингер; 3- трубопровод

R- реакция опоры (стингера), p- сила тяжести элемента трубы, f-сила гидродинамического напора на элемент трубы

v — скорость течения, L, Δ - линейные координаты полного изгиба трубы,

x, u - переменные координаты положения фрагмента трубы

η, ξ - текущие координаты положения сечения трубы

Основное статическое уравнение равновесия эластично провисающей части трубопровода под вышеперечисленными нагрузками:

$$Y J_0 \frac{d^2 u}{dx^2} - \int_x^L p (\eta(\zeta) - u) d\zeta - \int_x^L c_0 \rho v^2 A_0 \left(1 - \frac{1}{2} \eta'(\zeta)^2\right) (\zeta - x) d\zeta + P(\Delta - u) = Q(L - x)$$

$$Y J_0 \frac{d^2 u}{dx^2} - \text{момент эластичной силы в линейном приближении}$$

$$\int_x^L p (\eta(\zeta) - u) d\zeta - \text{суммарный момент веса выгнутой части трубы, } L - \text{ суммарная глубина воды в месте укладки.}$$

$$\int_x^L c_0 \rho v^2 A_0 \left(1 - \frac{1}{2} \eta'(\zeta)^2\right) (\zeta - x) d\zeta - \text{момент гидронагрузки,}$$

$P(\Delta - u)$, $Q(L - x)$ – моменты силы натяжения и горизонтальной проекции силы реакции стингера.

$$y(0) = 0,$$

$$y'(0) = \frac{\pi}{2}, \quad - \text{граничные условия для S-метода укладки}$$

$$y'(L) = \frac{13\pi}{36}.$$

В упрощенном виде граничная задача получена из этих уравнений и затем решена символьным методом.

В программе Mathematica произведен расчет морского трубопровода диаметром 0,61 м с толщиной стенки 0,0317 м и найдена форма прогиба трубы при S-методе укладки трубопровода [4] и построены графики изменения величин прогибов, изгибающих моментов и напряжений изгиба, которые наглядно представляют процессы деформирования провисающей части трубы:

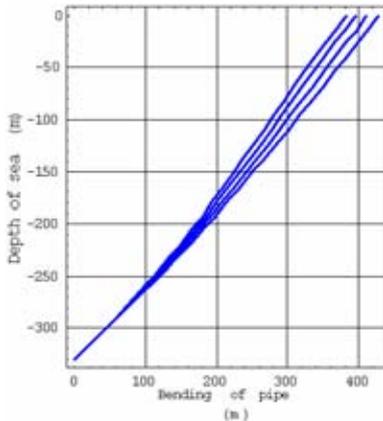


График прогиба трубы

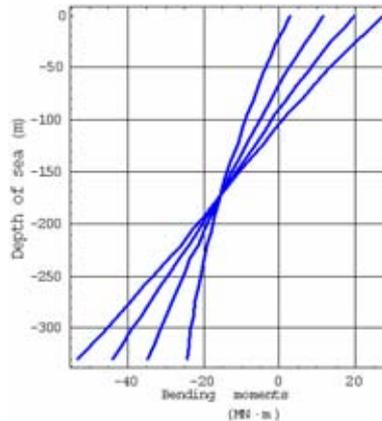


График изгибающего момента

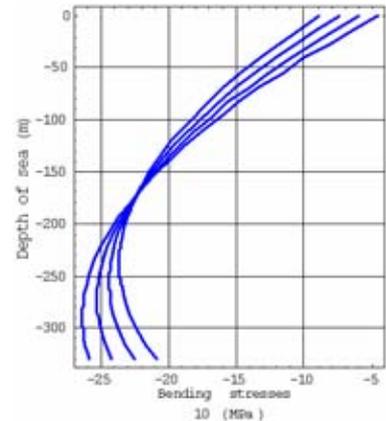
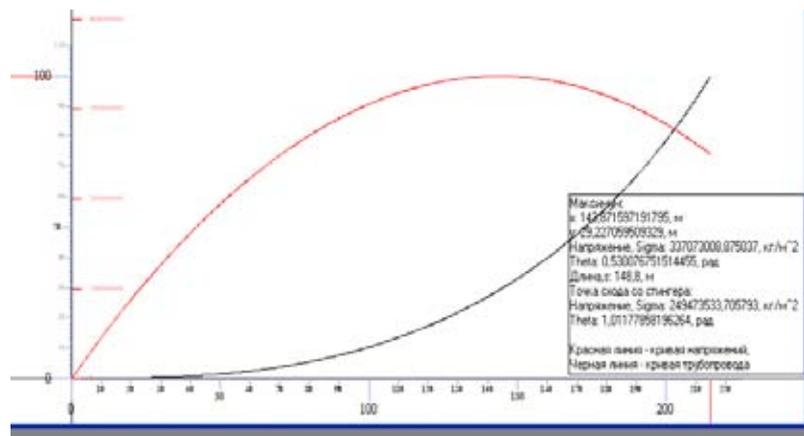


График напряжения изгиба

Входные данные	
Глубина укладки, м	100
Шаг сетки, м	0,2
Угол наклона дна в т. касания, рад	0
Натяжение на нижнем конце, кг	9409
Коэффициент Ro	10
Внешний диаметр, м	0,61
Внутренний диаметр, м	0,5466
Жесткость материала, кг/м ²	21000000000

Данные на выходе	
Точка максимального напряжения	
X, м	143,871597191795
Y(расстояние до дна), м	29,227059509329
S(длина), м	148,8
THETA, рад	0,530076751514455
SIGMA(макс. напряжение), кг/м ²	337073008,875037
Точка схода со стингера	
X, м	215,000184036015
Y(расстояние до дна), м	100,095148157283
S(длина), м	250,199999999994
THETA, рад	1,01177858196264
SIGMA(напряжение), кг/м ²	249473533,705793

В следующем примере приведен расчет морского трубопровода диаметром 0,61 м с толщиной стенки 0,0317 м на глубине моря 100 м с применением программы Pipe (программа написана с использованием методических разработок института ВНИПИ-ШЕЛЬФ)



143,180745683587	28,8236697370875	148	0,525869015476707	337063859,167932
143,353617592694	28,9242445999594	148,2	0,526920940087534	337067626,664979
143,526383608164	29,0250012568052	148,4	0,527972873016987	337070406,407998
143,699043538291	29,125939597036	148,6	0,529024811184518	337072199,956996
143,871597191795	29,227059509329	148,8	0,530076751514455	337073008,875037
144,044044377826	29,3283608816306	149	0,531128690936019	337072834,728243
144,216384905959	29,429843601158	149,2	0,532180626383325	337071679,085831
144,388618586204	29,5315075544021	149,4	0,533232554795398	337069543,520076
144,560745229003	29,6333526271292	149,6	0,53428447311618	337066429,606239

Для получения формы трубы при укладке в программе Pipe решается уравнение

$$EI \frac{d^2\theta}{ds^2} = H \sin \theta + (R_0 - ps) \cos \theta$$

вывод которого приведен в [5], где:

- EI – изгибная жесткость трубопровода, рассчитывается из геометрических данных и параметров стали.
- θ – угол наклона трубы
- H – горизонтальная составляющая усилия натяжения, принимается равной растягивающему усилию развиваемому трубоукладочным судном
- s – длина трубы от точки касания дна
- p – вес трубы на единицу длины. Сила Архимеда учитывается при расчете веса.
- R_0 – константа интегрирования.

Константа R_0 должна быть подобрана. В процессе работы программы уравнение решается с разными значениями R_0 до тех пор пока кривая не примет правильный вид на высоте до 500 м от дна. Т.к. ни глубина укладки ни длина трубы не фигурируют в уравнении, то в качестве результата выводится часть кривой от дна и до высоты над уровнем дна заданной во входных данных.

Т.к. точно определить константу R_0 невозможно в силу неустойчивости, выводятся два результата – для верхнего приближения и для нижнего.

Напряжение материала трубы рассчитывается по формуле взятой из [6]:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} + \frac{T}{F}$$

где:

- M_{\max} – изгибающий момент в трубопроводе
- W – момент сопротивления поперечного сечения
- T – растягивающее усилие в трубопроводе
- F – площадь поперечного сечения трубы

T рассчитывается из горизонтальной составляющей и угла наклона трубы:

$$T = \frac{H}{\cos \theta}$$

Стремление рассмотреть всё более близкие к действительности форму и условия работы конструкции и учесть реальные особенности деформирования материала требует дальнейшего совершенствования численных методов расчета.

Численные методы, к которым относятся, в частности, метод конечных элементов (МКЭ), не ограничены ни формой тел, ни способом приложения нагрузки. Иногда важно бывает знать эволюцию процесса деформирования или разрушения конструкции с продолжающимся во времени внешним воздействием. При этом естественны большие геометрические и физические нелинейности. В таких случаях обойтись без численных решений практически невозможно.

Использование современных систем автоматизированного инженерного анализа (Computer Aided Engineering – CAE) является на сегодня одним из наиболее эффективных способов оценки прочности, прогнозирования долговечности и оптимизации конструкций и технологических процессов их производства. Одной из наиболее эффективных CAE-систем является программа ANSYS. Это многофункциональный программный комплекс конечно-элементных расчетов, применяемых для проведения анализа в широкой области инженерных дисциплин –

прочность, теплофизика, динамика жидкостей и газов и электромагнетизм.

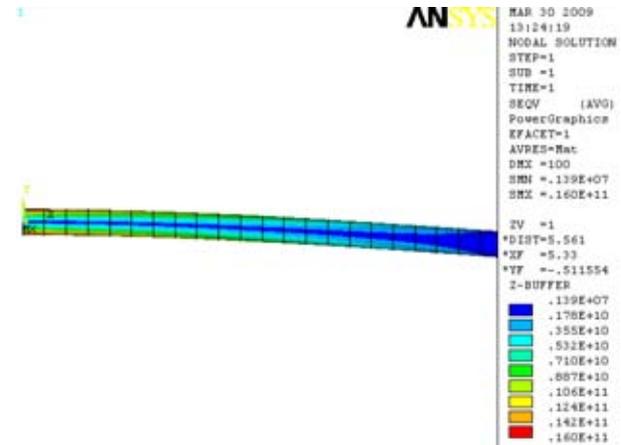
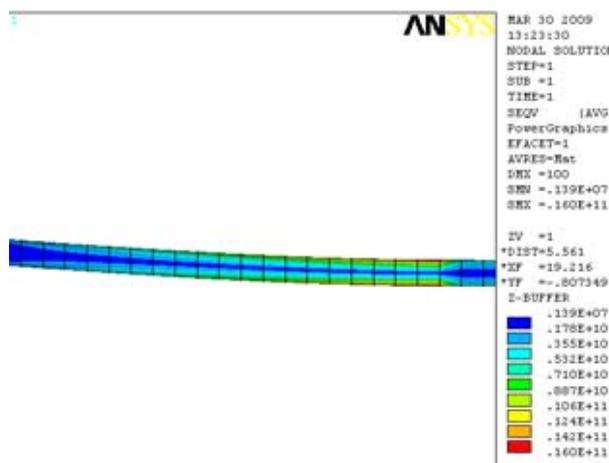
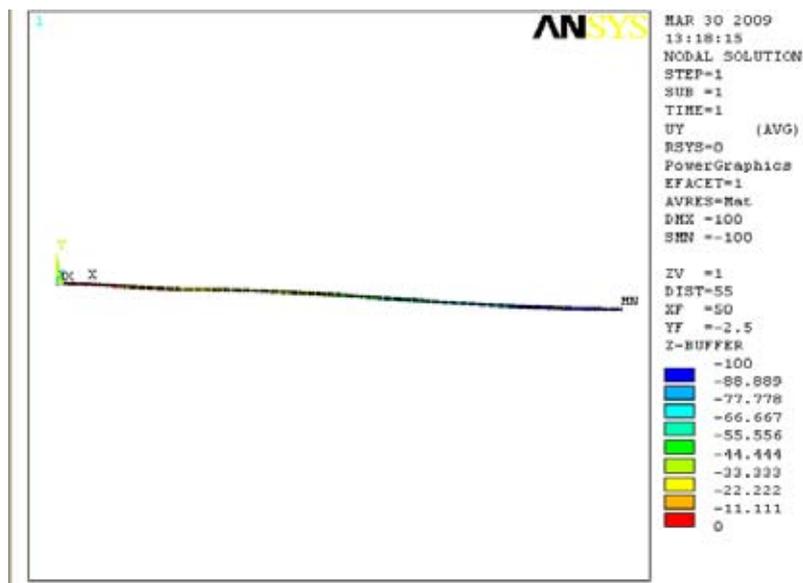
При выполнении инженерных расчетов на прочность неизбежен этап создания моделей прочностной надежности элементов конструкций. С помощью таких моделей возможно выбрать материал и необходимые размеры конструкций и оценить её сопротивление внешним воздействиям. Моделью называется система представлений, зависимостей, условий и ограничений, описывающих исследуемый и рассчитываемый процесс или явление. Модель представляет собой отражение объективной реальности и может иметь разную природу, структуру и форму представления.

В данном докладе освещается методика работы с программой ANSYS на примере определения напряженно-деформированного состояния приподнятой и провисающей части трубы.

На стадии предварительной подготовки численного исследования прочности конструкции выполняется выбор типа расчета, строится твердотельная модель, задаются упругие постоянные и физико-механические свойства материала, включая приложение нагрузок и граничные условия. На следующей стадии производится расчет. Результаты решения могут быть представлены как в графической, так и в текстовой форме.

В следующем примере приведен расчет морского трубопровода диаметром 0,61 м с толщиной стенки 0,0317 м при укладке его на глубине моря 100 м с применением программы ANSYS:

Шкала перемещений:



Шкала напряжений по фон Мизесу

Список литературы:

- 1) К.А. Басов, ANSYS: справочник пользователя, Басов К.А. – М.: ДМК Пресс, 2005.- 640с., ил
- 2) Ю. А. Горяинов Морские трубопроводы, Горяинов Ю.А., Федоров А.С., Васильев Г.Г. и др. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001.- 131 с.
- 3) А.Б. Каплун ANSYS в руках инженера: практическое руководство, А.Б. Каплун, Е.М. Морозов, М.А. Олферьева. Изд. 2-е, испр. М.: Едиториал УРСС, 2004.- 272 с.
- 4) А.Н. Папуша, Проектирование морского подводного трубопровода: расчет на прочность, изгиб и устойчивость морского трубопровода в среде Mathematica, Папуша А.Н.-М: РГУ Нефти и газа им. И.М. Губкина, 2006.- 328с., ил
- 5) П.П. Бородавкин, В.Л. Березин, О.Б. Шадрин. Подводные трубопроводы.
- 6) P125-72 Рекомендации по технологии прокладки морских трубопроводов.

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММ ANSYS И COSMOS ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ О РАСЧЕТЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ТРУБЕ ОБСАДНОЙ КОЛОННЫ

Джамалова Э.Б. (Мурманск, МГТУ, кафедра МСС и МНГД);

Янгазитов М.Н. (Мурманск, МГТУ, Н-451)

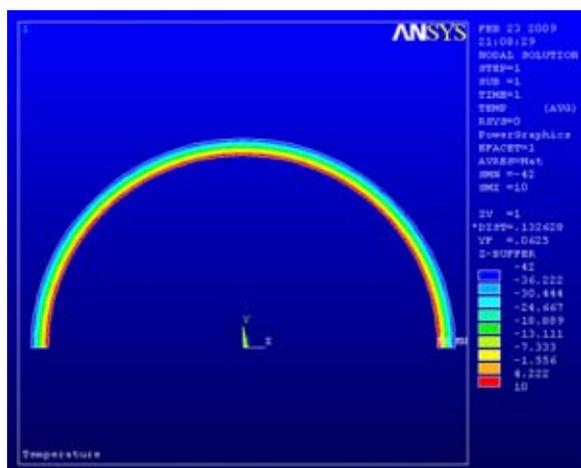
Abstract. A computer programs based on ANSYS, and COSMOS is applied to solve a few problems of calculation of temperature stress in casing pipe.

Система *CAE (Computer Aided Engineering)* предназначена для всестороннего исследования механических, температурных и других свойств исследуемого объекта, теоретической основой которой является метод конечных элементов (МКЭ).

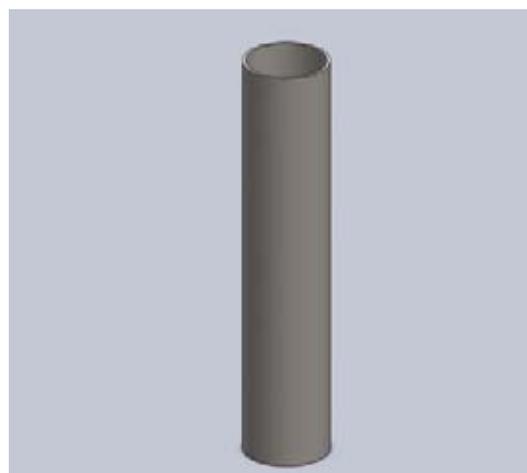
Первые разработки МКЭ были выполнены в 50-х годах для решения задач сопротивления материалов. Существенно область применения МКЭ расширилась в 1968г., когда было показано, что уравнения, определяющие элементы, могут быть легко получены с помощью метода взвешенных невязок. Начиная с 1970г., благодаря работам Зинкевича, Галлагера, Одена, Лиона, Равьяра, Сильвестера, этот метод становится все более популярным среди инженеров всех специальностей. В настоящее время разработаны сотни программных комплексов, в которых реализован метод конечных элементов (*ABAQUS, ANSYS, ADAMS, DesignSpace, COSMOS, LS-DYNA, NASTRAN* и т.д.).

Целью настоящей работы является определение с помощью компьютерных программ *ANSYS* и *COSMOS* температурных напряжений, возникающих вследствие разности температурных градиентов на внутренней и наружной поверхности трубы обсадной колонны.

В работе выполнен расчет тонкостенного цилиндра с температурой на внутренней поверхности плюс 10 °С и на наружной – минус 42 °С с целью определения температурных напряжений с помощью компьютерных комплексов *ANSYS* и *COSMOS*. При моделировании в среде *ANSYS* рассматривается половина цилиндра при условии плоской деформации, а в *COSMOS* создается цилиндрическая оболочка (рис. 1).



а



б

Рис. 1. Постановка задачи: а - ANSYS; б – COSMOS

Проведение расчетов в средах комплексов *ANSYS* и *COSMOS* проводится в три этапа. На первом этапе задаются необходимые для решения задачи исходные данные (тип элемента, константы и физические характеристики материала), а также осуществляется построение конечно-элементной модели. На втором этапе выбирается тип анализа, задаются нагрузки и ограничения и осуществляется запуск на выполнение. Третий этап служит для просмотра и обработки результатов решения задачи.

Для определения температурного напряжения в компьютерной среде *ANSYS* применялись два метода решения поставленной задачи. Первый метод основан на задании температурной нагрузки с помощью цикла [5]:

```
*DO,i,1,node_1,1           ! Организация цикла
xr = NX(i)                 ! Запрос X-координаты узла
tr = ta + (tb - ta)*LOG(xr/r1)/LOG(r2/r1) ! Уравнение радиального распределения
                                температуры. Здесь tr, xr - текущая
                                температура и радиус цилиндра; ta, tb -
                                температура на внутренней и наружной
                                поверхности трубы; r1, r2 - внутренний и
                                наружный радиус трубы
BF,i,TEMP,tr               ! Приложение температуры tr на узел i
*ENDDO                     ! Завершение цикла
```

Технология проведения расчетного анализа по первой методике в компьютерном комплексе *ANSYS* представлена на рисунке 2.

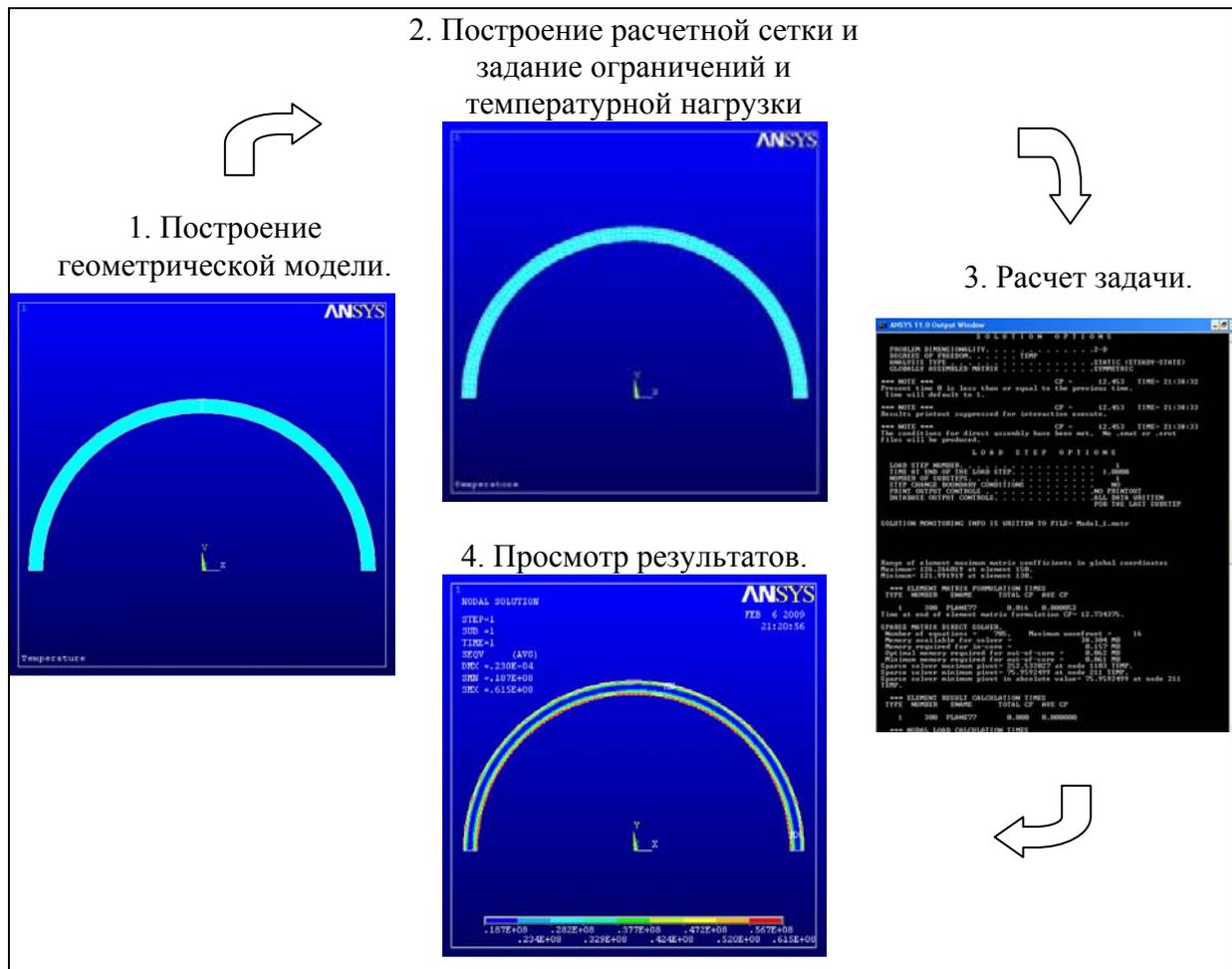


Рис. 2. Технология проведения расчетного анализа в *ANSYS* по первому методу.

Второй метод определения температурных напряжений основан на решении квазистатической задачи. Вначале решается температурная задача, а затем по найденному температурному полю определяется напряженно-деформированное состояние трубы обсадной колонны (рис. 3).

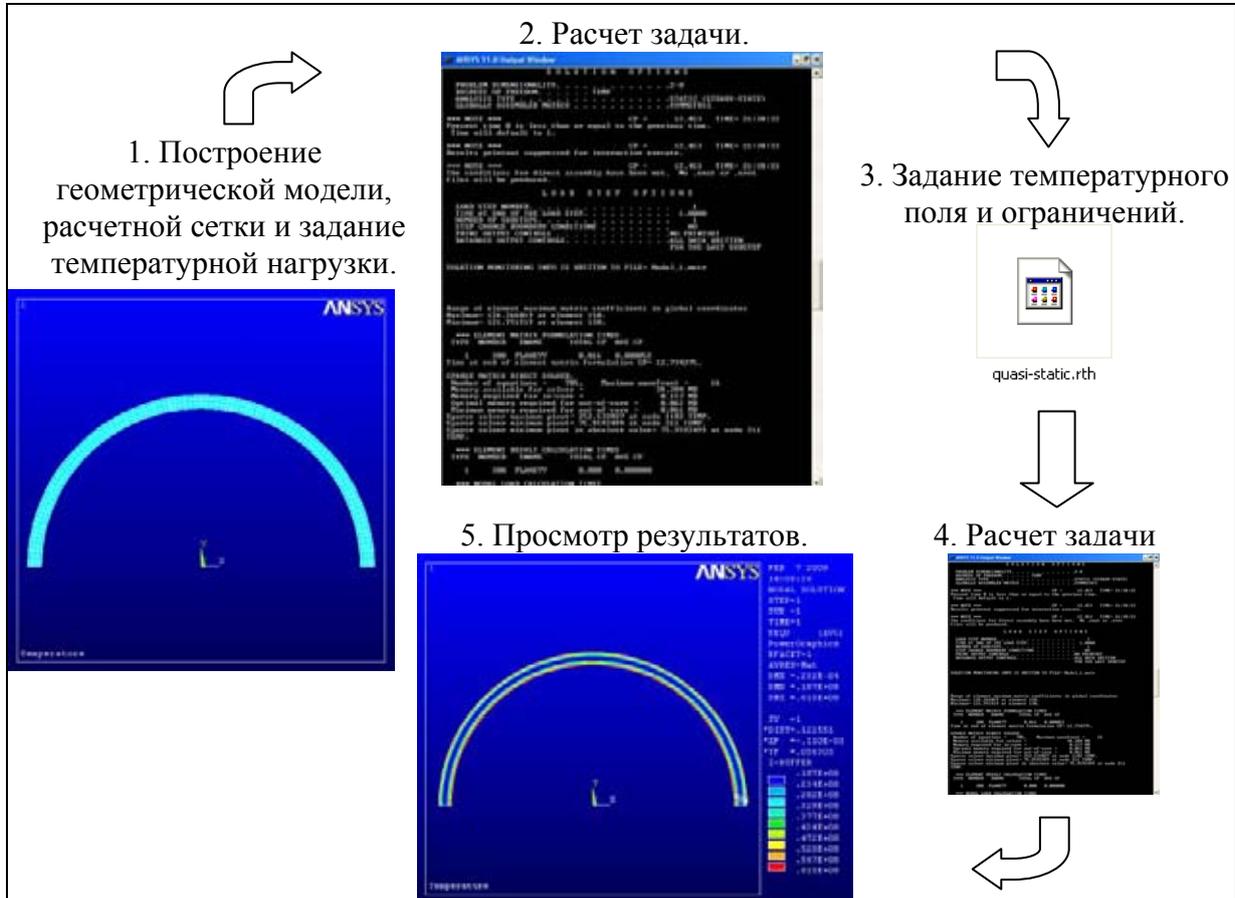


Рис. 3. Технология проведения квазистатического анализа в ANSYS

Таким образом, интенсивность распределения напряжений по двум методикам в пакете программ ANSYS дает одинаковые результаты, поэтому для определения температурных напряжений можно использовать одну из методик.

Технология проведения расчетного анализа указанных напряжений в программном комплексе COSMOS представлена на рисунке 4.

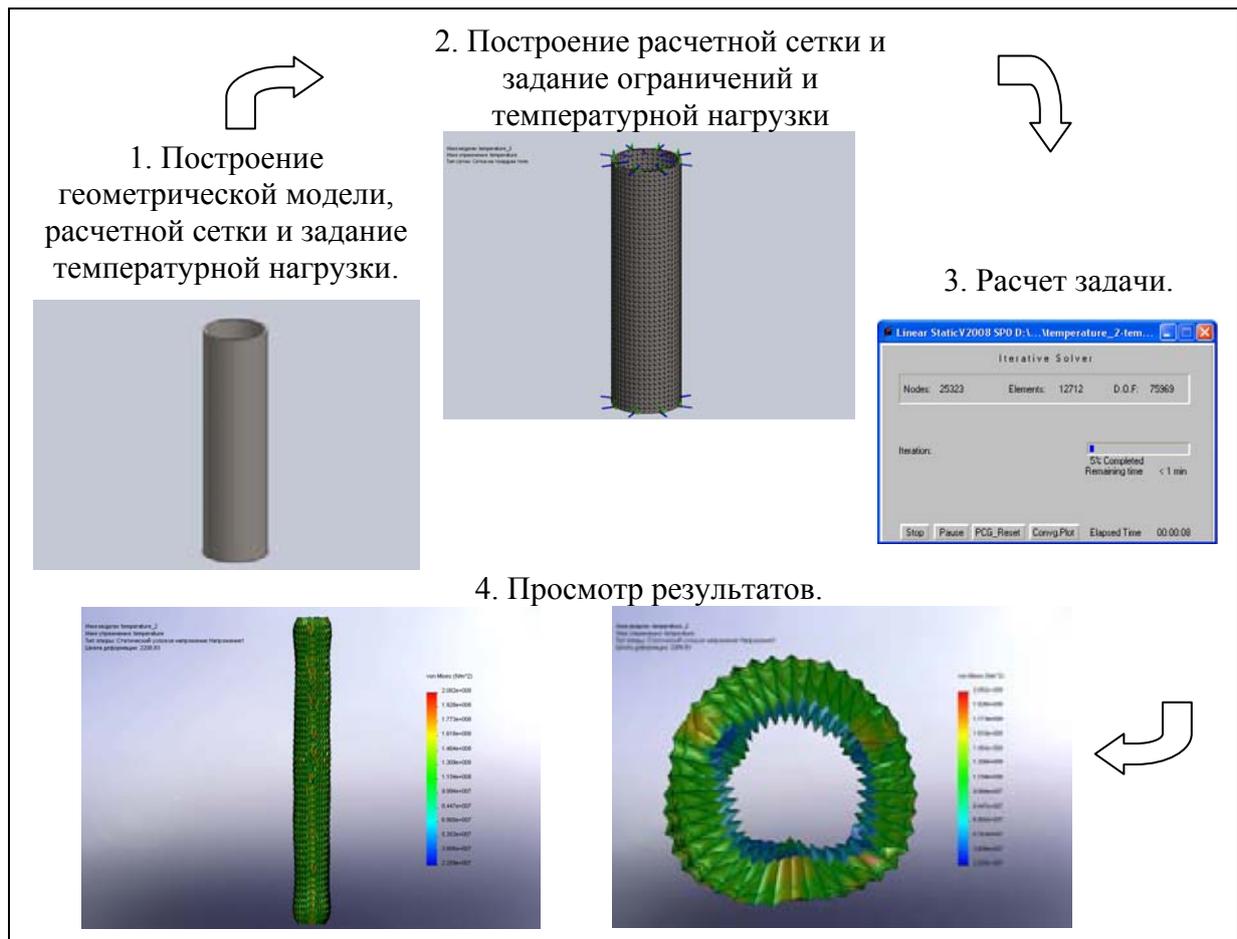


Рис. 4. Технология проведения расчетного анализа в *COSMOS*

Таким образом, проведение расчета температурных напряжений в представленных программных пакетах выявило, что максимальные эквивалентные напряжения возникающие в обсадной трубе, в среде *ANSYS* составило $61,5 \text{ МПа}$, а в *COSMOS* – $192,8 \text{ МПа}$.

Сравнивая полученные результаты интенсивности распределения напряжений с работой «Термоупругие задачи устойчивости обсадных труб в ММП» (Джамалова Э.Б., Янгазитов М.Н.), можно сделать следующий вывод: программа *ANSYS* дает низкие результаты, *Mathematica* (140 МПа) – средние, а *COSMOS* – завышенные.

Литература:

1. Алямовский А.А. SolidWorks/CosmosWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 432 с.
2. Басов К. А. Ansys для конструкторов. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 248 с.
3. Басов К. А. Ansys: Справочник пользователя. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 640 с.
4. Каплун А. Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А. Ansys в руках инженера: Практическое руководство. М.: Едиториал УРСС, 2003. 272 с.
5. Морозов Е.М., Муйземнек А.Ю., Шадский А.С. Ansys в руках инженера: Механика разрушения. – М.: ЛЕНАНД, 2008. – 456 с.
6. Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк. А.Ф. ANSYS для инженеров: Справ. Пособие. М.: Машиностроение-1, 2004. 512 с.
7. About ANSYS 9.0 Documentation.

ОЦЕНКА МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ОБСАДНЫХ КОЛОНН В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОДАХ

Джамалова Э.Б., Янгазитов М.Н. (Мурманск, МГТУ, кафедра МСС и МНГД)

Abstract. Stability of the casing string in permafrost soil. The purpose of our work is to find tensely-deformed condition of casing influenced by different external loads and geometry of pipe cross-section, and also critical pressure, when the pipe loses its stability.

1. Параграф

Вопросу устойчивости обсадных труб подверженных наружному давлению посвящено множество работ. Наиболее известные исследования Антипова В.И. (1988), Булатова А.И. (1988), Еремеева Ю.А., Леонова Е.Г., Филатова Б.С. (1974), Узумова И.Г., Узумова Э.И. (1969).

При строительстве и эксплуатации нефтяных и газовых скважин наблюдаются случаи нарушения целостности обсадных колонн, спущенных в многолетнемерзлых породах, в результате действия внешних сминающих давлений. Поэтому вопрос устойчивости обсадных колонн, в частности, с начальными несовершенствами, по-прежнему, является актуальным.

Теме устойчивости обсадных труб, подверженных наружному давлению, посвящено много работ [2-5], однако ряд вопросов остались неисследованными и требуют поиска новых методов решения поставленной задачи.

Целью настоящей работы является определение напряженно-деформированного состояния обсадной колонны при различных внешних нагрузках и геометрии поперечного сечения трубы, а также критического давления, при котором труба теряет устойчивость.

Рассмотрим обсадную колонну с геометрическими несовершенствами формы трубы и ее разностенности. При растеплении многолетних мерзлых пород возникает сминающее давление. Определим напряженно-деформированное состояние обсадной колонны с помощью современных компьютерных программ *Mathematica* и *ANSYS*. Для решения данной задачи использовали уравнение равновесия технической теории оболочек (1) и граничные условия (2):

$$D_s \left(\frac{d^2 w}{d\varphi^2} + w \right) = -M \cdot R^2 \quad (1)$$

где $D_s = \frac{Y \cdot h^3}{12(1-\nu^2)}$ – цилиндрическая жесткость трубы; Y, ν – модуль продольной упругости и коэффициент Пуассона материала трубы; $h = h(\varphi)$ – текущая толщина стенки трубы.

$$\begin{aligned} \frac{\lambda_1 \cdot u_1(R_1)}{R_1} + (\lambda_1 + 2 \cdot \mu_1) u_1'(R_1) &= 0 \\ \frac{\lambda_2 \cdot u_2(R_3)}{R_3} + (\lambda_2 + 2 \cdot \mu_2) u_2'(R_3) &= 0 \\ u_1(R_2) &= u_2(R_2) \\ u_2(R_3) &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

где $u_i(R_i)$ – радиальное смещение; λ – эффективные постоянные системы; μ – модуль объемного сдвига твердой фазы.

Предлагаемая методика расчета в среде *Mathematica* основывается на точных символьных решениях соответствующих уравнений технической теории тонкостенных цилиндрических оболочек, называемой гипотезой Кирхгофа-Лява, и включает в себя сравнительные расчеты и графики с полученными ранее другими авторами результатами по устойчивости обсадных труб. Компьютерные методы моделирования геометрических несовершенств обсадных труб основываются на встроенных в *Mathematica* прикладных пакетах.

Для моделирования принимается, что начальные несовершенства изготовления отечественных обсадных труб соответствуют ГОСТам и обусловлены следующими факторами:

- несовершенства геометрической формы срединной поверхности трубы;
- разностенность трубы, характеризующая максимальное отклонение толщины стенки трубы от номинальной.

В результате моделирования напряженно-деформированного состояния обсадной колонны путем приложения внешних нагрузок получены следующие графики изменения толщины трубы

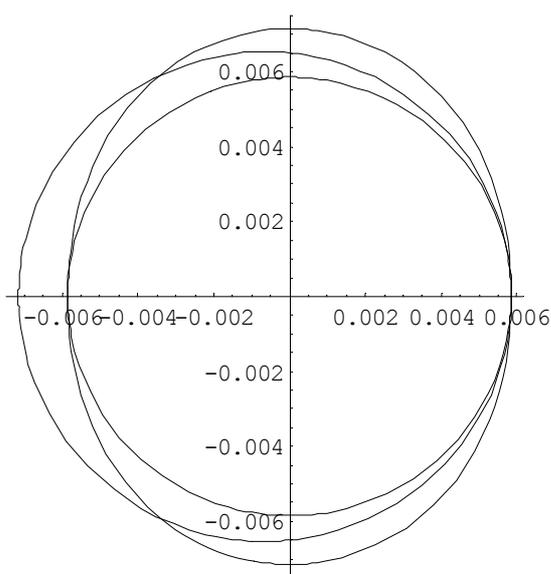


Рис.1. График разностенности для первых трех мод возмущений

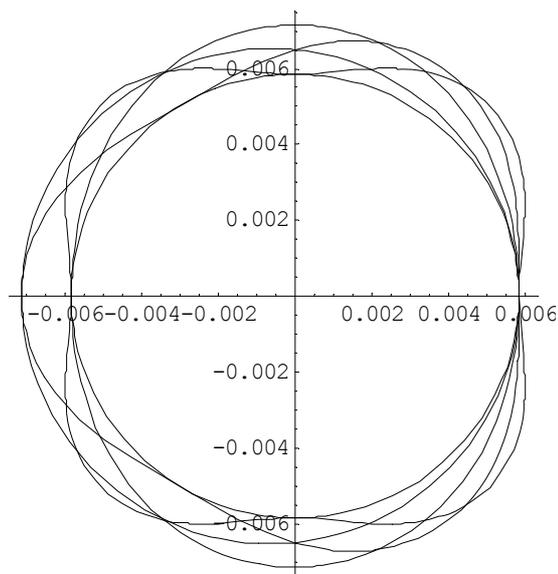


Рис. 2. График разностенности для высших мод возмущений

На представленных графиках, выполненных в среде *Mathematica*, очевидны изменения формы геометрии поперечного сечения трубы.

Расчет критических давлений, которые приводят к потере устойчивости обсадной трубы, производился по трем методикам. По результатам численных расчетов определения критического напряжения в обсадной трубе построены совмещенные графики при $\sigma_T=380$ МПа (рис.3) и увеличенном пределе текучести $\sigma_T=500$ МПа (рис.4).

На рисунках 3 и 4 верхние графики построены по методике, представленной в работе [2]; средние – по [5]; нижние – по предложенной методике, по которой в дальнейшем разрабатываются прикладные методики для выполнения проектных расчетов обсадных колонн для нефтяных и газовых скважин.

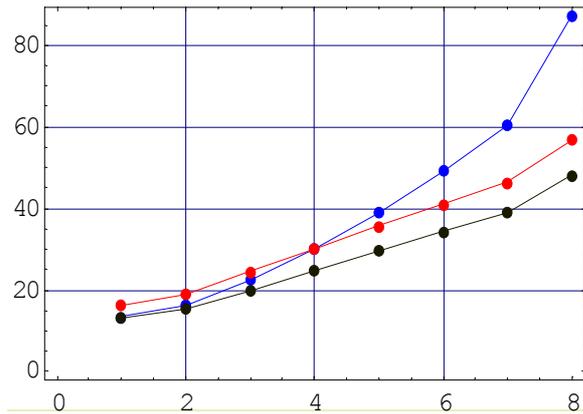


Рис. 3. Совмещенные графики критических давлений при $\sigma_T=380$ МПа.

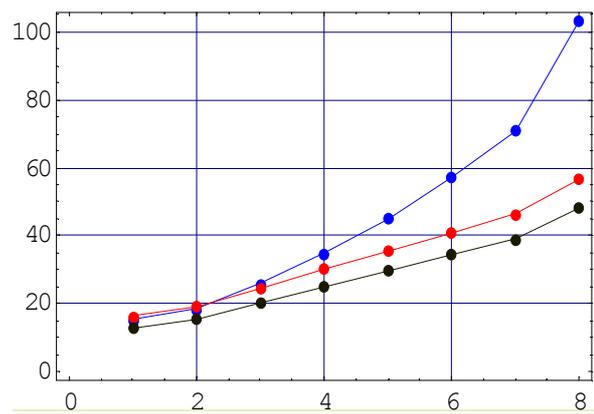


Рис. 4. Совмещенные графики критических давлений при $\sigma_T=500$ МПа.

Для определения устойчивости обсадной колонны в компьютерном комплексе ANSYS применялся метод конечных элементов, который основан на аппроксимации исследуемого поперечного сечения обсадной трубы, представляющей собой совокупность элементов с конечным числом степеней свободы. Внешние сминающие нагрузки прикладывались в узловые точки, посредством которых осуществляется их взаимосвязь, и распределялись по границам элементов.

Визуализация распределения эквивалентных напряжений в виде непрерывных цветовых полей, возникающих в геометрии поперечного сечения и теле обсадной трубы, представлены на рисунках ниже

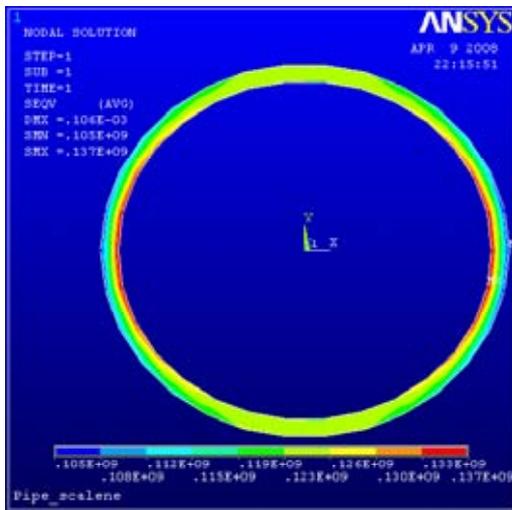


Рис. 5. Распределение эквивалентных напряжений в геометрии поперечного сечения трубы.

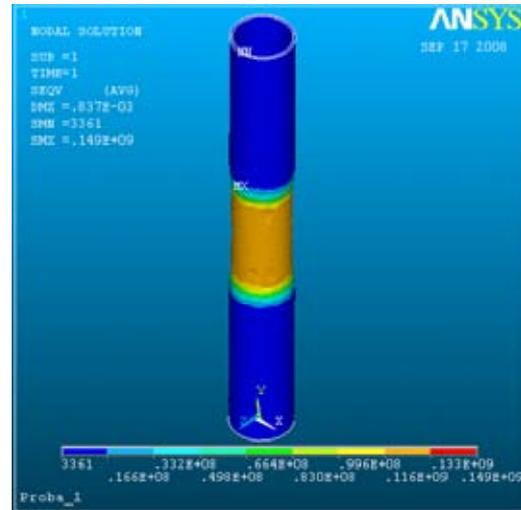


Рис. 6. Распределение эквивалентных напряжений в теле трубы.

Из рисунков 5 и 6 видно, что в результате приложенных внешних критических сминающих давлений на обсадную трубу в компьютерном комплексе ANSYS форма трубы равномерно сжалась, но визуально геометрия ее не изменилась.

В результате сопоставления моделирования в компьютерных программах *Mathematica* и *ANSYS* напряженно-деформированного состояния обсадной колонны при

различных внешних нагрузках и критических давлений, при которых труба теряет устойчивость, сделаны следующие выводы. Поскольку разработанное в среде *Mathematica* практическое руководство по определению критических давлений на трубу с начальными несовершенствами и методика оценки устойчивости обсадных колонн, составляющих конструкцию скважин в зоне многолетнемерзлых пород, дают реальную картину деформации геометрической формы трубы, поэтому являются предпочтительными.

Таким образом, поставлены и решены прикладные задачи устойчивости обсадных труб методами символической алгебры компьютерной среды *Mathematica*. Все решения получены в замкнутом виде и пригодны для последующего практического применения при проектировании конструкций морских нефтяных и газовых скважин в акватории Арктических морей России.

Список литературы:

- 1) Тимошенко С.П. Курс теории упругости. Киев: "Наукова думка", 1972. 501 с.
- 2) Антипов В.И., Нагаев В.Б., Седых А.Д. Физические процессы нефтегазового производства. М.: Недра, 1998. 373 с.
- 3) Carman A.P. Resistnce of tube to collapse. Bulletin of Illinois University, 1906, vol.3, N 17, pp.1-26.
- 4) Stewart R.T. Collapsing pressure of bessemer steel lap welled tubes, three to ten inches in diameter. Transactions of the American Society of Mechanical Engineers, 1906, vol.27, N 1115, pp.730-821.
- 5) Булатов А.И., Макаренко П.П., Будников В.Ф., Басарыгин Ю.М. Теория и практика закачивания скважин: 5 Т. М.: Недра, 1998, т.4. 496 с.
- 6) Дьяконов В. Mathematica 4: учебный курс. С-Пб.: Питер, 2001. 656 с.
- 7) Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк. А.Ф. ANSYS для инженеров: Справ. Пособие. М.: Машиностроение-1, 2004. 512 с.

ТЕРМОУПРУГИЕ ЗАДАЧИ УСТОЙЧИВОСТИ ОБСАДНЫХ КОЛОНН В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОДАХ

Джамалова Э.Б., Янгазитов М.Н. (Мурманск, МГТУ, кафедра МСС и МНГД)

Abstract. The objective of these studies is to find a symbolic and numeric solutions of the thermoelastic problem of the casing stability occurs in the well. The problem of stability of the pipes in the permafrost rock formation due to difference in temperature drops inside the string and formation in the annulus is studied in details.

Проблема устойчивости обсадных колонн, составляющих конструкцию нефтяных и газовых скважин, в многолетнемерзлых породах (ММП) в результате разности температур и их градиентов в жидкости внутри колонны и горных пород в заколонном пространстве рассмотрены в работах [1-3]. Однако ряд вопросов касающихся влияния параметров несовершенств труб и свойств мерзлых горных пород на устойчивость колонн остаются не выясненными до сих пор.

Целью работы является решение термоупругой задачи устойчивости несовершенных по форме обсадных колонн в многолетнемерзлых породах методами символьной алгебры Mathematica и численными методами системы COSMOS и ANSYS.

В основу методики расчета критических давлений на обсадные трубы, составляющих конструкцию нефтегазовых скважин, положена теория тонкостенных цилиндрических оболочек для которой решается осесимметричная задача о расчете температурных и механических напряжений в обсадной трубе.

Как известно, добываемый флюид имеет температуру, которая на десятки градусов выше температуры горных пород. Поэтому температурные напряжения возникающие в стенке обсадной трубы, являются составляющими напряженного состояния трубы, которые возникают вследствие всестороннего сжатия обсадной колонны горным давлением.

При изучении распределения температуры вокруг обсадной колонны, расположенной в горной породе предполагается, что оно не зависит от мощности горной среды (слоя). Рассматривается стационарное распределение температур в окрестности вертикальной скважины, как плоская задача. Составлена краевая задача для обсадной колонны и горной породы и найдены символьные решения системы уравнений равновесия обсадной трубы, включая распределения температур вокруг скважины.

Уравнения стационарного распределения температур в обсадной колонне и в горной породе имеют вид

$$\frac{d^2 T_i}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dT_i}{dr} = 0;$$
$$i = 1, 2$$

где индекс 1 относится к обсадной колонне, а 2 – к горной породе в окрестности скважины.

Граничные условия для обсадной колонны и для горной породы следующие:

$$\begin{aligned} T_1(R_1) &= t_0, \\ T_1(R_2) &= T_2(R_2); \\ T_2(R_2) &= t_s; \\ \kappa_1 \frac{\partial T_1}{\partial r} \Big|_{r=R_2} &= \kappa_2 \frac{\partial T_2}{\partial r} \Big|_{r=R_2} \end{aligned}$$

В формулах введены обозначения:

- R_1 – внутренний радиус колонны (скважины)
- t_0 – температура на внутренней стенке трубы;
- R_2 – радиус наружной поверхности трубы, расстояние на котором устанавливается температура пород;
- t_s – температура наружной поверхности трубы;
- κ_1, κ_2 – коэффициенты теплопроводности трубы и породы.

Пример символьного решения для распределения температур вокруг скважины приведен ниже.

solTemperature =

DSolve [Join [sys [S], {T1[R1] == t0, T1[R2] == T2[R2], T2[R2] == ts, $\kappa_1 T_1'[R_2] == \kappa_2 T_2'[R_2]$ }], S, r] // Flatten // Simplify

$$\left\{ \begin{aligned} T_1(r) &\rightarrow \frac{(\log(r) - \log(R_2)) t_0 + (\log(R_1) - \log(r)) t_s}{\log(R_1) - \log(R_2)}, \\ T_2(r) &\rightarrow \frac{(\log(r) - \log(R_2)) t_0 \kappa_1 + t_s ((\log(R_2) - \log(r)) \kappa_1 + (\log(R_1) - \log(R_2)) \kappa_2)}{(\log(R_1) - \log(R_2)) \kappa_2} \end{aligned} \right\}$$

Далее построен совмещенный график радиальных напряжений в обсадной трубе (244.5x10 mm) и в горном скелете при изменении температуры внутри обсадной трубы от 0 °C до -42 °C и при температуре окружающей горной породы равной -42 °C (рис.1).

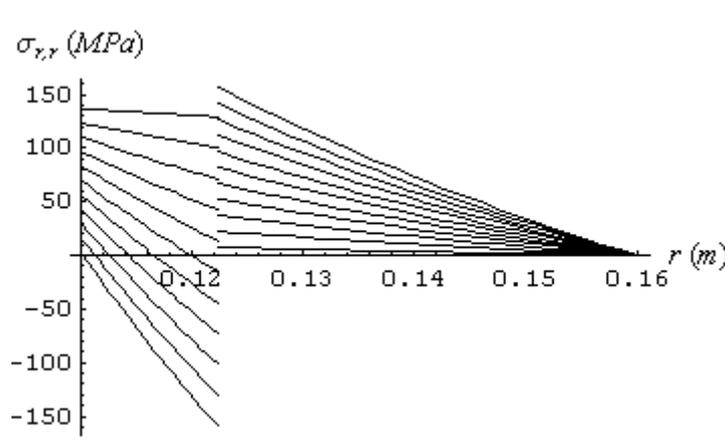


Рис. 1. Совмещенный график радиальных напряжений в обсадной трубе и в горном скелете

Очевидно, что радиальные напряжения в стенке трубы обсадной колонны изменяются от сжимающих напряжений до растягивающих и максимальны на внутренней поверхности стенки трубы.

Эпюра одновременных кольцевых напряжений в обсадной трубе (244.5x10 mm) и в горной породе, которые рассчитаны в окрестности скважины, при изменении температур внутри обсадной трубы от 0 °С до -42 °С и при температуре окружающей горной породы равной -42 °С, представлена ниже

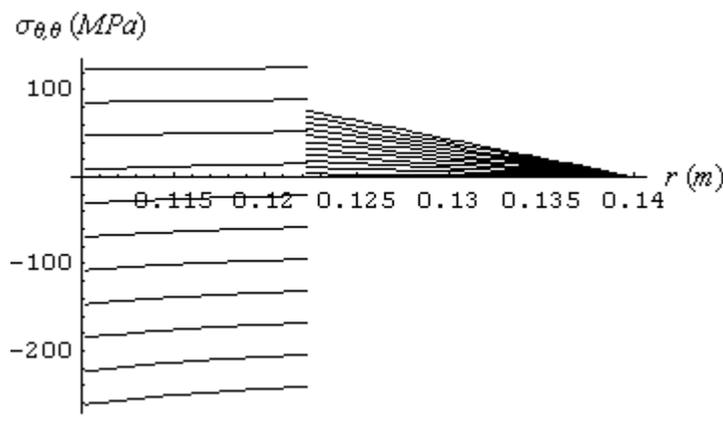


Рис.2 Совмещенный график кольцевых напряжений в обсадной трубе и в горном скелете

Из представленной эпюры видно, что, в отличие от кольцевых напряжений в трубе, которые являются знакопеременными, и напряжениями, которые могут привести к потере устойчивости при изменении температур, окружные напряжения в горной породе являются растягивающими, т.е. фактически являются разрывными, т.е. такими, которые приводят к разрушению горных пород. По-видимому, данное обстоятельство оставалось незамеченным при проведении проектных расчетов устойчивости обсадных колонн, составляющих конструкцию нефтяных и газовых скважин в многолетнемерзлых породах.

Для решения термоупругой задачи устойчивости трубы обсадной колонны в компьютерной среде ANSYS и COSMOS применялся метод конечных элементов, основная идея которого состоит в том, что любую непрерывную величину (температура, давление, перемещение) можно аппроксимировать дискретной моделью, которая строится на множество кусочно-непрерывных функций, определенных на конечном числе подобластей.

Визуализация распределения перемещений и эквивалентных напряжений трубы обсадной колонны в виде непрерывных цветовых полей выполненная в программной среде ANSYS, представлена на рисунках ниже

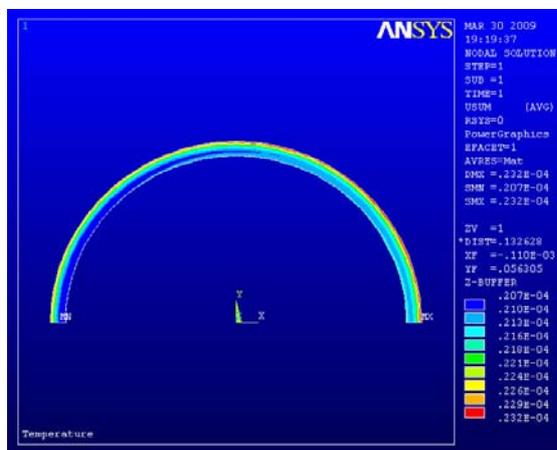


Рис. 3. Распределение перемещений

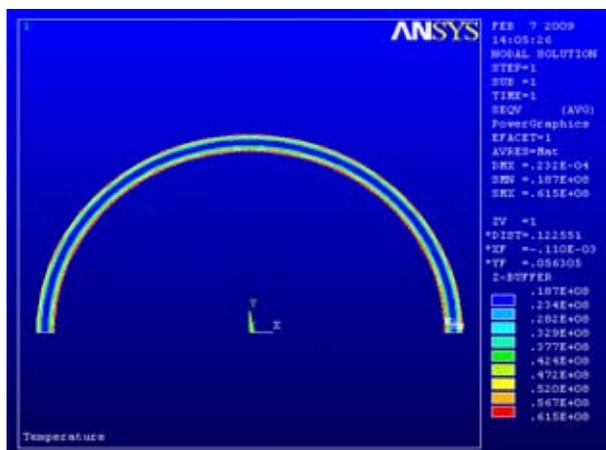


Рис. 4. Интенсивность распределения напряжений (по VonMises)

Распределение перемещений и эквивалентных напряжений трубы обсадной колонны, выполненные в компьютерной среде *COSMOS*, представлены на рисунках ниже

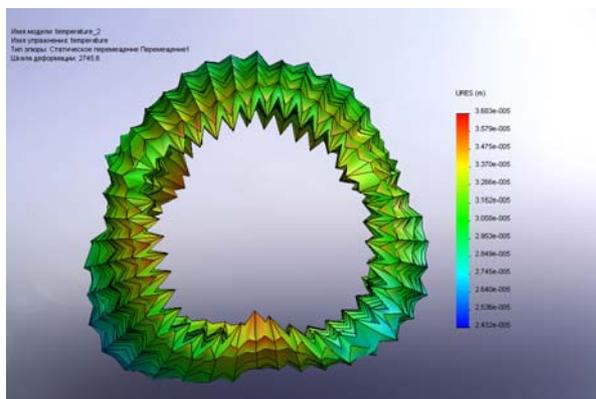


Рис. 5. Распределение перемещений

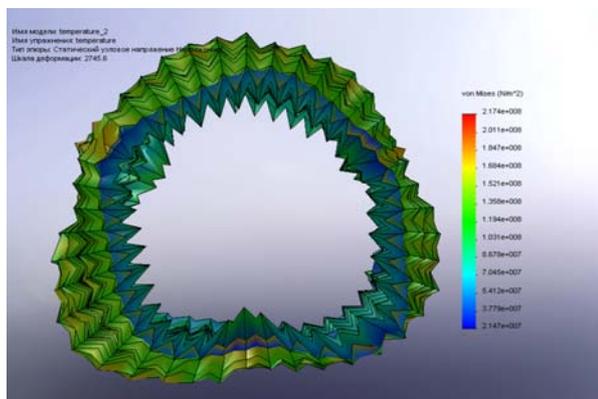


Рис. 6. Интенсивность распределения напряжений (по VonMises)

Таким образом, сравнивая полученные результаты интенсивности распределения напряжений, полученные в результате решения термоупругой задачи устойчивости трубы обсадной колонны в ММП в компьютерных средах *Mathematica*, *ANSYS*, *COSMOS* можно сделать следующий вывод: программа *ANSYS* (61,5 МПа) дает низкие результаты, *Mathematica* (140 МПа) – средние, а *COSMOS* (184,7 МПа) – завышенные.

Список литературы:

- 1) Антипов В.И., Нагаев В.Б., Седых А.Д. Физические процессы нефтегазового производства: Учеб. пособие для вузов. В 3-х т. – М.: ОАО «Издательство «Недра», 1988. Т.1. – 372 с.
- 2) Булатов А.И. Макаренко П.П., Будников Ю.М. Теория и практика заканчивания скважин: В 5 т. – М.: ОАО «Издательство «Недра», 1988. – Т. 4. – 496 с.
- 3) Кудряшов Б.Б., Яковлев А.М. Бурение скважин в мерзлых породах. М., Недра, 1983. – 286 с.
- 4) Морозов Е.М., Муйземнек А.Ю., Шадский А.С. Ansys в руках инженера: Механика разрушения. – М.: ЛЕНАНД, 2008. – 456 с.

К ВОПРОСУ О ДЕФОРМАЦИИ ГОРНЫХ ПОРОД

Коротаев Б.А., Задорожный Т.Н. (Мурманск, МГТУ, кафедра МСС и МНГД, korotaevba@mstu.edu.ru)

Abstract. The paper presents an experimental data deal with the deformations article deals with of the rock skeleton saturated by water and fluid pressure. A deposit is modeling by rubber babble with water. Deformations, of a rock skeleton, stress in rock and porous pressure are studied in details. Results of modeling presented below.

Рассмотрен вопрос физического моделирования деформации горных пород представленных чередованием глиной и песком. Физическая модель представлена на рис. 1. После укладки модели из резервуара стравливали жидкость с постоянным шагом отбора.



Рис. 1. Физическая модель.

Во время укладки модели и моделировании отбора жидкости регистрировали ряд параметров: давление, расход, деформацию и время. По полученным результатам построены графики. На рис. 2 приведен обобщающий график протекающих процессов моделирования.

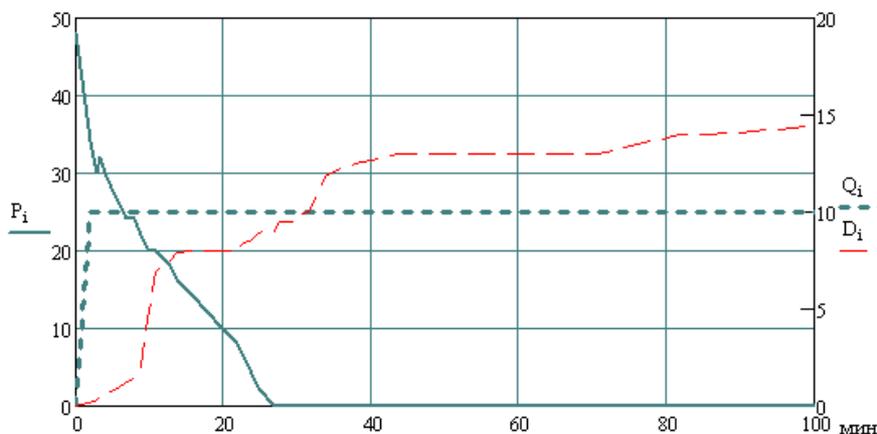


Рис. 2. Обобщенный график протекающих процессов.
Где: P – давление, Q – расход жидкости, D – деформация.

Далее, по результатам измерений пространственной глубины деформации модели была построена чаша проседания модельной среды, рис.3.

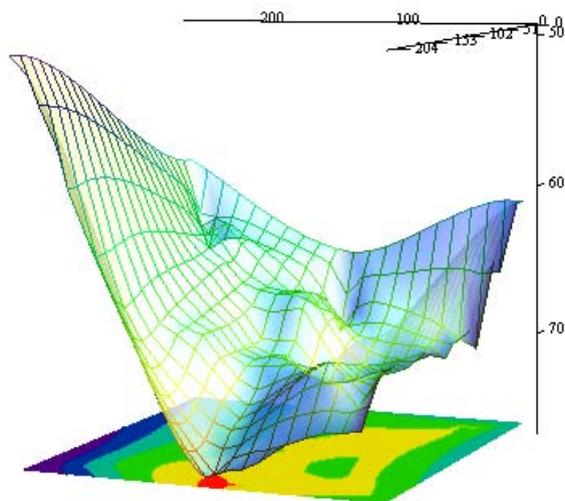


Рис.3 Чаша проседания модельной среды.

На основании проведенного эксперимента можно сделать следующие выводы:

Формулу Терцаги (1) предлагается рассматривать следующим образом (2):

$$P_{гор} = P_{пл} + P_{ск} \quad (1)$$

$$P_{гор} = P_0 + n \cdot P_{гор} + P_{ск} \quad (2)$$

Таким образом, понимаемое пластовое (поровое давление) представляется как:

$$P_{пл} = P_0 + n \cdot P_{гор} \quad (3)$$

Где n лежит в области от 0 до 0.2. И $n=0$ при наличии в кровле продуктивного пласта жесткой перемычки. При наличии глинистой толщи $0 < n \leq 0.2$. P_0 – начальное поровое давление к моменту геологического завершения формирования коллектора.

В процессе формирования чаши проседания земной поверхности наблюдаются следующие процессы:

- верхние слои земной поверхности разуплотняются и оседают вслед ниже залегающей деформируемой горной породы.
- направление деформации зависит от угла пространственного падения пласта (рис.2).
- ожидаемая просадка земной поверхности для ШГКМ составляет по нашим расчетам порядка 7 метров.

Список литературы:

- 1) И.Ф. Радковец. Об эффективном напряжении и опытах Терцаги. <http://geolib.narod.ru/OilGeo/1997/Stat/stat06.html>.
- 2) В.А. Антипов и др. Физические процессы нефтегазового производства. Недра, 1998 г.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЯЗКОСТИ БУРОВОГО РАСТВОРА В КОЛЬЦЕВОМ ПРОСТРАНСТВЕ СКВАЖИНЫ

Мотылева Т.А.¹, Янгазитов М.Н.² (Мурманск, ¹ФГУП АМНГР, лаборатория буровых и тампонажных растворов; ²МГТУ, Н-451)

Abstract. Viscosity definition methods mud in hole annulus.

Одним из наиболее важных параметров бурового раствора является вязкость. От нее зависят качество очистки забоя от шлама, удерживающая способность бурового раствора, гидравлические потери и перепад давления на долоте и, в конечном счете, технико-экономические показатели бурения.

Измеряемые значения вязкости и ее производных (условная, пластическая, динамическое напряжение сдвига) дают очень мало полезной информации об условиях течения бурового раствора в кольцевом пространстве. Для объективной оценки технологических свойств буровых растворов необходимо в обязательный комплекс их параметров включить показатель нелинейности (n) и эффективную вязкость.

Вискозиметры, позволяющие измерять реологические характеристики при градиентах скоростей сдвига, характерных для кольцевого пространства, пока еще не получили широкого распространения в отрасли. В наиболее полной мере отвечающим поставленным требованиям является ротационный вискозиметр *PEOTECT-2*. *PEOTECT-2* предназначен как для определения динамической вязкости ньютоновских жидкостей, так и для проведения глубоких реологических исследований неньютоновских жидкостей, и отличается широким диапазоном измерения напряжения сдвига, градиента скорости сдвига и вязкости.

Для облегчения расчетов разработана программа в *Microsoft Office Excel*, позволяющая вычислить напряжение сдвига, эффективную вязкость и строить графики зависимости напряжения сдвига, эффективной вязкости от градиента скорости сдвига и логарифмический график консистенции для определения показателя нелинейности.

НОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ РОССИЙСКОГО МОРСКОГО РЕГИСТРА СУДОХОДСТВА ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ РАБОТ НА ШЕЛЬФЕ

Мохов Г.В.¹, Николаев В.И.² (Мурманск, ¹ МГТУ, кафедра МСС и МНГД; ² Мурманский филиал РМРС)

Предстоящие работы по освоению месторождений углеводородного сырья на Арктическом шельфе России заставляют различные организации разрабатывать нормативные документы, касающиеся этих работ. Так, РМРС подготовил несколько документов, относящихся к подобным работам.

Первый документ называется «Контейнеры, перегружаемые в море». Безопасная доставка грузов в специальных контейнерах является одним из важных элементов, обеспечивающих успешную работу морских нефтегазопромысловых комплексов.

Конструкция контейнеров, перегружаемых в море, обеспечивает безопасное выполнение погрузочно – разгрузочных работ в море при волнении до 6 м. Контейнеры в полностью загруженном состоянии выдерживают угол наклона до 30° в любом направлении. Это исключает переворачивание контейнера на качающейся палубе.

Для обеспечения безопасности контейнеров РМРС на основе накопленного опыта и научных достижений разработал правила по контейнерам, учитывающие требования международных и национальных стандартов. Требования РМРС к контейнерам, перегружаемым в море, полностью соответствуют циркуляру ИМО/Circ.860 и стандартам серии EN-12079-2006 «Offshore containers».

В настоящее время в рамках проекта «Сахалин-2» РМРС ведет техническое наблюдение за различными контейнерами, перегружаемыми в море.

РМРС осуществляет постоянный анализ опыта эксплуатации, информации о повреждениях судов арктического плавания, статистических данных о толщинах и параметрах прочности льда на трассах Севморпути, а также о действительных запасах предельной прочности конструкций ледовых усилений, заложенных в требованиях правил РМРС.

Уникальные требования правил РМРС к конструкционной прочности ледовых усилений основываются на физически обоснованных критериях и методах оценки их прочности. Требования, приведенные в Правилах 2007 г., используют при обозначении всех классификационных символов Регистра буквы латинского шрифта, а написание словесных характеристик приведено на английском языке. К низшим ледовым категориям – Ice 1...Ice 3 – требования приведены в соответствии с требованиями к ледовым классам IC; IB; IA Super финско – шведских правил для Балтики. Высшие ледовые категории Arc5...Arc9 не имеют аналогов в мире по уровню обеспечения безопасности.

В настоящее время наиболее перспективными судами ледового плавания являются суда двойного действия. В ледовых условиях при движении судна кормой вперед значительно уменьшается ледовое сопротивление из-за сброса льда с корпуса. Суда двойного действия могут быть оборудованы современными пропульсивными комплексами – винторулевыми колонками типа AZIPOD, действующими в условиях повышенного воздействия льда.

РМРС выполнял техническое наблюдение и контроль качества проектирования и строительства морского ледостойкого отгрузочного причала (СМЛОП), который недавно сооружен на класс РМРС. СМЛОП представляет собой стационарное сооружение, к которому бесконтактным способом будут швартоваться танкеры дедвейтом до 70 тыс. тонн. Упомянутые танкеры строятся на совместный РС-АБС

класс, им будет присвоена категория ледовых усилений Arc 6. Эти танкеры будут перевозить нефть с месторождения «Приразломное». Сам СМЛОП вынесен на расстояние 22 км от берега, где глубины превышают 17 м.

В части осуществления бурения РМРС выпустил «Руководство по обеспечению безопасности ПБУ и МСП при использовании бурового оборудования». В этом документе содержатся принятые определения и пояснения, даются правила по расположению помещений, рекомендованные пути эвакуации, требования к временным убежищам, приводятся рекомендованные к использованию материалы для изготовления конструкций. Даны требования к персоналу, изложены основные требования к использованию основного оборудования бурового и технологического комплексов ПБУ/МСП. Указанное руководство в необходимом объеме используется для преподавания курса «Буровые комплексы» и «ОУ МБУ и МД» студентам нефтегазовых специальностей МГТУ.

Список литературы:

Издания Российского морского регистра судоходства

- 1) «Столетний опыт обеспечения высоких стандартов безопасности в условиях сурового климата»;
- 2) «Контейнеры, перегружаемые в море»;
- 3) «Класс РС – гарантия вашего успеха»;
- 4) «Руководство по обеспечению безопасности ПБУ и МСП при использовании бурового оборудования».

РАСЧЕТ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ ДЛЯ ДВУМЕРНЫХ ТЕЛ

Рожков А.С. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ)

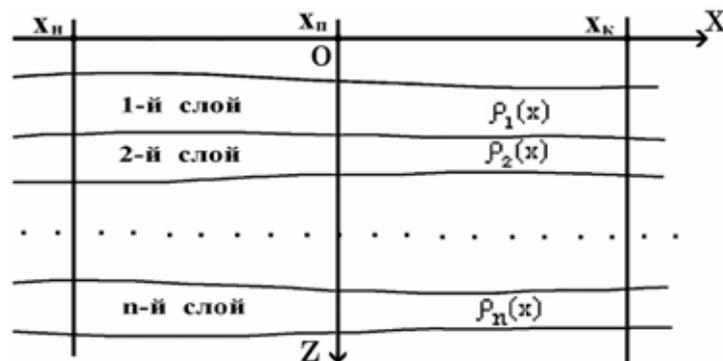
Не для всякого аномального тела существуют формулы расчета гравитационного поля. В справочниках по гравиметрической разведке приведены формулы лишь для самых простейших тел: шара, бесконечного кругового цилиндра, прямоугольного параллелепипеда и др. Расчет для произвольного двумерного тела производится при помощи приближенного его представления как суммы простейших тел упомянутого вида. При этом предполагается, что плотность каждого из этих простейших тел постоянна. Погрешность происходит как за счет несоответствия формы реального аномального тела сумме этих простейших тел, так и за счет упрощения, состоящего в предположении того, что в каждом из простейших тел плотность постоянная величина. В тоже время в реальных средах плотность, непрерывно меняющаяся величина.

В этой работе дается точный расчет гравитационного поля для двумерной среды, разбиваемой на слои границами, заданными кусочно-непрерывными функциями от горизонтальной координаты. В каждом слое плотность задается непрерывной функцией от горизонтальной координаты. Погрешности, возникающие в результате представления геологической среды как суммы простейших тел и погрешности, появляющиеся при предположении постоянства плотности в каждом простейшем теле, в этом расчете отсутствуют.

Пусть имеется слоистая геологическая среда, причем верхняя граница верхнего слоя горизонтальна. Отложим по верхней границе ось OX с началом в некоторой точке O . Положительным направлением, будет направление слева направо. По вертикали через точку O отложим ось OZ , направленную вниз.

Пусть начало нашей системы координат находится в середине отрезка $[x_n, x_k]$ и пусть n число слоев, для каждого из которых на этом отрезке известны плотности $c_i(x)$ как функции от x , то есть $x \in [x_n, x_k]$, i – номер слоя, $i=1, \dots, n$. Следовательно, число границ, которые разделяют отдельные слои, равно $n+1$. Границы слоев заданы кусочно-непрерывными функциями $z_i(x)$, $i=1, \dots, n$, $z_1(x)$ -верхняя граница 1-го слоя, $z_{i+1}(x)$ -нижняя граница нижнего слоя. Очевидно, что $x_n = -x_k$.

Не умаляя общности, рассмотрим расчет гравиметрического эффекта, для одного какого либо пикета, от одного какого либо слоя. Поэтому номер слоя i в дальнейших рассуждениях будем опускать. Пусть теперь $z_1(x)$ -верхняя граница, а $z_2(x)$ нижняя граница нашего слоя. Плотность в слое обозначим через $c(x)$. Обозначим через x_n координату пикета на оси OX , тогда $x_n = 0$. Наш отрезок разбивается пикетом на два равных отрезка $[x_n, 0]$ и $[0, x_k]$ (рисунок).



Схематическое изображение рассматриваемой среды.

Теперь каждый из этих отрезков разобьем на m равных частей точками. Пусть Δx – расстояние между ними. Для всякой точки x , по условию, в каждом из слоев плотность $\rho(x)$ будет одинаковой для всех значений z таких, что $z_1(x) \leq z \leq z_2(x)$. Для того чтобы учесть трехмерность среды при данных условиях, отложим ось OY перпендикулярно к оси OX , с началом в точке пересечения этих осей. Предположим, что вблизи профиля для любого фиксированного x выполняется условие: для всякого y глубина границ между слоями равна их глубине при $y=0$, а плотность равна плотности при $y=0$.

Разобьем всю среду вертикальными плоскостями, перпендикулярными оси OX , проходящими через эти точки. Тогда наш слой разобьется на горизонтальные цилиндры, причем поперечными сечениями этих цилиндров, плоскостью XOZ , будут криволинейные трапеции. Число этих трапеций в слое будет очевидно равно $2m$. Обозначим через $k=2m$ число этих цилиндров.

Пусть x' и x'' координаты левой и правой боковых сторон какой-либо трапеции ($x'' - x' = \Delta x$). Тогда эта трапеция ограничена слева вертикальной прямой $x=x'$, а справа вертикальной прямой $x=x''$, а также глубинами верхней и нижней границ слоя $z_1(x)$ и $z_2(x)$, являющимися функциями от x , причем $x' \leq x \leq x''$.

Заменим приближенно каждый такой горизонтальный цилиндр горизонтальным цилиндром с поперечным сечением, являющимся прямоугольником, лежащим в плоскости XOZ . Пусть левая и правая стороны цилиндра с прямоугольным поперечным сечением параллельны оси OZ и эти стороны совпадают соответственно с левой правой стороной заменяемого цилиндра, а верхняя и нижняя стороны этого цилиндра лежат на горизонтальных прямых

$$z=z_i(x') \text{ и } z=z_{i+1}(x') \quad (1)$$

соответственно. Здесь $z_i(x') = \text{const}$ и $z_{i+1}(x') = \text{const}$ так как $x' = \text{const}$. Очевидно, что если $\Delta x \rightarrow 0$, то площади прямоугольников стремятся к площади соответствующих трапеций, а объемы горизонтальных цилиндров с прямоугольным сечением стремятся к соответствующим объемам замененных ими цилиндров, на которые разбивалась вся среда. Следовательно, при $\Delta x \rightarrow 0$ погрешность такой замены будет стремиться к нулю.

В гравиметрической разведке гравитационные поля соответствующие цилиндрическим аномальным телам называют двухмерными. Формулы для вычисления составляющих притяжения Земли по осям OX , OY , OZ , для горизонтального цилиндра с прямоугольным поперечным сечением даны в [1]. С помощью этих формул выражается связь между составляющими силы тяжести, плотностью и координатами горизонтальных прямоугольных цилиндров вида

$$W = f\rho\psi(x_1, x_2, z_1, z_2), \quad (2)$$

где f -гравитационная постоянная, ρ плотность цилиндра, являющаяся постоянной величиной во всех точках цилиндра, $\psi(x_1, x_2, z_1, z_2)$ - известная функция от координат вершин прямоугольника (x_1, z_1) , (x_1, z_2) , (x_2, z_1) , (x_2, z_2) . Вертикальная составляющая притяжения для точки, расположенной в начале прямоугольной системы координат $(0, 0, 0)$, выглядит так:

$$W_z = f\rho[x_2 \ln(x_2^2 + z_2^2) + x_1 \ln(x_1^2 + z_1^2) - x_2 \ln(x_2^2 + z_1^2) - x_1 \ln(x_1^2 + z_2^2) + 2(z_2^2 \arctg \frac{x_2}{z_2} + z_1^2 \arctg \frac{x_1}{z_1} - z_1^2 \arctg \frac{x_2}{z_1} - z_2^2 \arctg \frac{x_1}{z_2})]$$

то есть

$$\psi(x_1, x_2, z_1, z_2) = x_2 \ln(x_2^2 + z_2^2) + x_1 \ln(x_1^2 + z_1^2) - x_2 \ln(x_2^2 + z_1^2) - x_1 \ln(x_1^2 + z_2^2) + 2(z_2^2 \arctg \frac{x_2}{z_2} + z_1^2 \arctg \frac{x_1}{z_1} - z_1^2 \arctg \frac{x_2}{z_1} - z_2^2 \arctg \frac{x_1}{z_2}) \quad (3)$$

Выбрав некоторое Δx , просуммируем гравитационное поле от каждого из описанных выше цилиндров, в пикете, воспользовавшись последним равенством. Тем самым получим приближенное значение гравитационного эффекта для каждого пикета, которое будет тем точнее, чем меньше величина разности $x'' - x' = \Delta x$.

Обозначим значение функции ψ из равенства (2) для каждого l -го цилиндра так:

$\psi_l = \psi(x_{1l}, x_{2l}, z_{1l}, z_{2l})$ где $x_{1l}, x_{2l}, z_{1l}, z_{2l}$ – координаты вершин прямоугольников (являющихся проекциями цилиндров на плоскость XOZ). Число цилиндров в слое равно k . Из (1) следует, что $z_{1l} = z_1(x_{1l}), z_{2l} = z_2(x_{1l})$. Поэтому

$$\psi_l = \psi(x_{1l}, x_{2l}, z_1(x_{1l}), z_2(x_{1l})).$$

Отсюда видно, что ψ можно рассматривать как функцию от двух переменных. Введем для нее обозначение:

$$\varphi(x_1, x_2) = \psi(x_1, x_2, z_1(x_1), z_2(x_1)). \quad (4)$$

Очевидно, что отрезок $[x_n, x_k]$ разбивается на отрезки $[x_{1l}, x_{2l}]$, $l=1, \dots, k$.

Пусть G гравитационный эффект в пикете от выбранного нами слоя. Тогда он может быть приближенно представлен в виде

$$G \approx \sum_{l=1}^k W_l \quad (5)$$

где W – гравитационный эффект от цилиндра, имеющего в слое номер l . Приближенно потому, что мы производим замену среды с непрерывным изменением плотности по горизонтали в каждом слое на сумму цилиндров, в каждом из которых плотность является константой. При этом объемы этих цилиндров отличаются от объемов первоначальных цилиндров. Эта замена тем точнее, чем меньше Δx . Очевидно, что $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \sum_{l=1}^k W = G$

Из (2) и (4) следует, что

$$W_l = f \rho(x_l) \varphi_l \quad (6)$$

где $x_{1l} < x_l < x_{2l}$, $\varphi_l = \psi(x_{1l}, x_{2l}, z_1(x_{1l}), z_2(x_{1l}))$

то есть $\varphi_l = \varphi(x_{1l}, x_{2l})$

Так как плотность цилиндра, является постоянной величиной во всех точках цилиндра, то (для удобства дальнейших рассуждений) примем за x_l – горизонтальную координату левой стороны l -го цилиндра, то есть $x_l = x_{1l}$. Подставляя (6) в (5) получим

$$G \approx \sum_{l=1}^k f \rho(x_{1l}) \varphi_l = f \sum_{l=1}^k \rho(x_{1l}) \varphi_l \quad (7)$$

где $\varphi_l = \varphi(x_{1l}, x_{2l})$.

Зафиксируем в (4) значение 1-й переменной: $x_1 = x_1^0$, $x_1^0 = \text{const}$, $x_n \leq x_1^0 < x_k$ и рассмотрим функцию $\varphi(x_1^0, x_2)$, являющуюся функцией одной переменной x_2 . Пусть x_2 изменяется на отрезке $[x_1^0, x_2^0]$, $x_2^0 = \text{const}$, $x_n \leq x_1^0 \leq x_2^0 \leq x_k$. Обозначим эту функцию так:

$$\varphi(x_1^0, x_2) = \phi_{x_1^0}(x_2). \quad (8)$$

Функция $\phi_{x_1^0}$, является функцией одной переменной x_2 . Из (8) следует, что если x_1^0 и x_2^0 такие константы, что $x_1^0 \in [x_n, x_k]$, $x_2^0 \in [x_n, x_k]$ и $x_1^0 \neq x_2^0$, то $\phi_{x_1^0}(x) \neq \phi_{x_2^0}(x)$.

Возьмем производную от обеих частей равенства (8) по переменной x_2 . Получим, что производная $\phi'_{x_1^0}(x_2^0)$ функции $\phi_{x_1^0}(x_2)$, в какой либо точке x_2^0 такой, что $x_n \leq x_1^0 \leq x_2^0 \leq x_k$ в силу (4) и (8) будет равна частной производной функции от двух переменных $\varphi(x_1, x_2)$ по

x_2 в точке (x_1^0, x_2^0) , которая сама является функцией от двух переменных. Пусть функция $\chi(x_1, x_2)$ - частная производная функции $\phi(x_1, x_2)$ по x_2 , то есть

$$\chi(x_1, x_2) = \frac{\partial \phi(x_1, x_2)}{\partial x_2}. \quad (9)$$

Тогда, в соответствии со сказанным выше

$$\chi(x_1^0, x_2) = \phi'_{x_2}(x_2) \quad (10)$$

В частности при $x_2 = x_1^0$

$$\chi(x_1^0, x_1^0) = \phi'_{x_2}(x_1^0) \quad (11)$$

Если в функции $\chi(x_1, x_2)$ положить $x_1 = x_2 = x$, получим функцию от одной переменной $\eta(x, x)$. Обозначим ее так:

$$\eta(x) = \chi(x, x). \quad (12)$$

Используя (11) и (12) можно записать:

$$\eta(x_1^0) = \phi'_{x_2}(x_1^0) \quad (13)$$

Отметим, что η и ϕ'_{x_2} - разные функции. Действительно, из (10) следует, что $\phi'_{x_2}(x) = \chi(x_1^0, x)$, а из (12) следует, что $\eta(x) = \chi(x, x)$. Очевидно, что $\chi(x_1^0, x)$ и $\chi(x, x)$ разные функции. Однако при $x = x_1^0$, как следует из (13) они совпадают.

Рассмотрим функцию $\phi(x_1, x_2)$ на любом из отрезков $[x_{1l}, x_{2l}]$. При $x_2 = x_1$, она, как следует из (3), будет равна нулю, то есть

$$\phi(x_1, x_1) = \phi_{x_1}(x_1) = 0 \quad (14)$$

при любом значении x_1 .

Обозначим ее изменение, как функции одной переменной при $x_1 = x_{1l}$ на отрезке $[x_{1l}, x_{2l}]$ через $\Delta \phi$. Тогда из (14) следует, что

$$\Delta \phi = \phi(x_{1l}, x_{2l}) - \phi(x_{1l}, x_{1l}) = \phi(x_{1l}, x_{2l}).$$

или

$$\Delta \phi_{x_{1l}} = \phi_{x_{1l}}(x_{2l}) - \phi_{x_{1l}}(x_{1l}) = \phi_{x_{1l}}(x_{2l}). \quad (15)$$

Поэтому

$$\phi_l = \phi(x_{1l}, x_{2l}) = \Delta \phi_{x_{1l}}. \quad (16)$$

Так как функция $\phi_{x_{1l}}(x_2)$, дифференцируемая функция одной переменной x_2 , то

$$\Delta \phi_{x_{1l}} = \phi'_{x_{1l}}(x_{1l}) \Delta x + o_l(\Delta x)$$

где $o_l(\Delta x)$ бесконечно малая величина большего порядка, чем бесконечно малая Δx , то есть

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{o_l(\Delta x)}{\Delta x} = 0, \quad \Delta x = x_2 - x_{1l}.$$

Из (13) следует, что $\phi'_{x_{1l}}(x_{1l}) = \eta(x_{1l})$. Поэтому $\Delta \phi_{x_{1l}} = \eta(x_{1l}) \Delta x + o_l(\Delta x)$.

Сопоставляя последнее равенство с (16), получим, что

$$\phi_l = \eta(x_{1l}) \Delta x + o_l(\Delta x).$$

Подставив последнее выражение в (7) получим:

$$G \approx f \sum_{i=1}^k \rho(x_i) (\eta(x_{1l}) \Delta x + o_l(\Delta x)) = f \sum_{i=1}^k \rho(x_i) \eta(x_{1l}) \Delta x + f \sum_{i=1}^k \rho(x_i) o_l(\Delta x) \quad (17)$$

Покажем, что выражение $f \sum_{i=1}^k \rho(x_i) o_l(\Delta x)$ стремится к нулю при $\Delta x \rightarrow 0$.

Это значит, что для любого $\varepsilon > 0$ найдется соответствующее $\delta > 0$ такое, что если $\Delta x = x_{2l} - x_{1l} < \delta$, то $f \sum_{l=1}^k \rho(x_l) O_l(\Delta x) < \varepsilon$. Возьмем любое $\varepsilon > 0$. Функция $\rho(x)$ ограниченная и положительная функция на всем отрезке $[x_n, x_k]$. Поэтому найдется такое число M , что она будет удовлетворять неравенству: $0 < \rho(x) \leq M$. Так как $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{O_l(\Delta x)}{\Delta x} = 0$, то для всякого l , $l=1, \dots, k$ и $\varepsilon_1 > 0$, в том числе и для $\varepsilon_1 = \frac{\varepsilon}{fM(X - x_0)}$, найдется соответствующее $\delta_l > 0$ такое, что если $\Delta x = x_{2l} - x_{1l} < \delta_l$, то $\left| \frac{O_l(\Delta x)}{\Delta x} \right| < \varepsilon_1$. Так как число чисел δ_l конечно и равно k , выберем из этих чисел наименьшее и обозначим его δ . Тогда если $\Delta x = x_{2l} - x_{1l} < \delta$, то $\left| \frac{O_l(\Delta x)}{\Delta x} \right| < \varepsilon_1$ одновременно для всех l . В этом случае

$$\left| f \sum_{l=1}^k \rho(x_l) O_l(\Delta x) \right| \leq f \sum_{l=1}^k M \left| O_l(\Delta x) \right| = fM \sum_{l=1}^k \left| \frac{O_l(\Delta x)}{\Delta x} \right| \Delta x \leq fM \sum_{l=1}^k \varepsilon_1 \Delta x = fM \varepsilon_1 \sum_{l=1}^k \Delta x =$$

$$= fM \frac{\varepsilon}{fM(X - x_0)} (X - x_0) = \varepsilon, \text{ а это значит, что выражение } f \sum_{l=1}^k \rho(x_l) O_l(\Delta x) \text{ стремится к нулю при } \Delta x \rightarrow 0$$

Поэтому из последнего, доказанного нами, утверждения и из (17) получим

$$G_l = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \sum_{l=1}^k W_l = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} f \sum_{l=1}^k \rho(x_l) \eta(x_{1l}) \Delta x = f \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \sum_{l=1}^k \rho(x_l) \eta(x_{1l}) \Delta x \quad (18)$$

В (18) выражение $\sum_{l=1}^k \rho(x_l) \eta(x_{1l}) \Delta x$ является интегральной суммой, так как удовлетворяет определению интегральной суммы. Функция $\rho(x_l) \eta(x_{1l})$ непрерывна на всем отрезке $[x_n, x_k]$, а потому интегрируема на нем. Это означает, что $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \sum_{l=1}^k \rho(x_l) \eta(x_{1l}) \Delta x$ существует и равен $\int_{x_0}^X \rho(x) \eta(x) dx$, то есть

$$G = f \int_{x_0}^X \rho(x) \eta(x) dx. \quad (19)$$

Теперь осталось, используя равенства (3), (4), (9) и (12) определить функцию $\eta(x)$.

Используя (3) и (4) получим

$$\begin{aligned} \varphi(x_1, x_2) = & x_2 \ln(x_2^2 + z_2^2(x_1)) + x_1 \ln(x_1^2 + z_1^2(x_1)) - \\ & - x_2 \ln(x_2^2 + z_1^2(x_1)) - x_1 \ln(x_1^2 + z_2^2(x_1)) + \\ & 2(z_2^2(x_1) \operatorname{arctg} \frac{x_2}{z_2(x_1)} + z_1^2(x_1) \operatorname{arctg} \frac{x_1}{z_1(x_1)} - \\ & - z_1^2(x_1) \operatorname{arctg} \frac{x_2}{z_1(x_1)} + z_2^2(x_1) \operatorname{arctg} \frac{x_1}{z_2(x_1)}) \end{aligned}$$

Учитывая, что в правой части последнего равенства, при вычислении $\frac{\partial \varphi(x_1, x_2)}{\partial x_2}$ все выражения, не содержащие переменную x_2 , являются константами, вычислим функцию $\eta(x_1, x_2)$ исходя из ее определения по (9)

$$\begin{aligned} \chi(x_1, x_2) &= \frac{\partial \varphi(x_1, x_2)}{\partial x_2} = \\ &= \ln(x_2^2 + z_2^2(x_1)) + x_2 \cdot \frac{2x_2}{x_2^2 + z_2^2(x_1)} - \ln(x_2^2 + z_1^2(x_1)) - x_2 \cdot \frac{2x_2}{x_2^2 + z_1^2(x_1)} + \\ &+ 2 \left(z_2^2(x_1) \cdot \frac{1}{1 + \frac{x_2^2}{z_2^2(x_1)}} \cdot \frac{1}{z_2(x_1)} - z_1^2(x_1) \cdot \frac{1}{1 + \frac{x_2^2}{z_1^2(x_1)}} \cdot \frac{1}{z_1(x_1)} \right) = \\ &= \ln \frac{x_2^2 + z_2^2(x_1)}{x_2^2 + z_1^2(x_1)} + 2x_2^2 \left(\frac{1}{x_2^2 + z_2^2(x_1)} - \frac{1}{x_2^2 + z_1^2(x_1)} \right) + \\ &+ \frac{2z_2^3(x_1)}{x_2^2 + z_2^2(x_1)} - \frac{2z_1^3(x_1)}{x_2^2 + z_1^2(x_1)} \end{aligned}$$

Так как из (12) имеем: $\eta(x) = \chi(x, x)$, то, подставив в последнее выражение $x_1 = x$, $x_2 = x$, получим:

$$\eta(x) = \ln \frac{x^2 + z_2^2(x)}{x^2 + z_1^2(x)} + 2x^2 \left(\frac{1}{x^2 + z_2^2(x)} - \frac{1}{x^2 + z_1^2(x)} \right) + \frac{2z_2^3(x)}{x^2 + z_2^2(x)} - \frac{2z_1^3(x)}{x^2 + z_1^2(x)}$$

Подставляя последнее выражение в (19) получим:

$$G = f \int_{x_0}^x \rho(x) \left\{ \ln \frac{x^2 + z_2^2(x)}{x^2 + z_1^2(x)} + 2 \left(\frac{x^2 + z_2^2(x)}{x^2 + z_2^2(x)} - \frac{x^2 + z_1^2(x)}{x^2 + z_1^2(x)} \right) \right\} dx$$

Этот интеграл точно выражает гравитационное поле для модели пласта с границами, задаваемыми кусочно-непрерывными функциями от горизонтальной координаты. Плотность задается в каждом слое кусочно-непрерывной функцией от горизонтальной координаты. Он может быть вычислен с любой заданной точностью, например, при помощи алгоритма многоугольников-трапеций [2].

Литература

1. Веселов К. Е., Сагитов М. У. Гравиметрическая разведка. //М., 1968.
2. Вержбицкий В. М. Основы численных методов: Учебник для вузов//М.: Высшая школа 2002.

ПРОЕКТНЫЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДА СО ШТОКМАНОВСКОГО ГКМ ДЛЯ СТАЦИОНАРНОГО ТЕЧЕНИЯ ГАЗА В ТРУБОПРОВОДЕ ДИАМЕТРОМ 1020 ММ

Шишко А.Л. (МГТУ Кафедра МСС и МНГД)

Abstract. The papers presents some aspects of transportation the natural gas from Shtokmanovskoe field in pipeline diameter 120 mm.

Штокмановское газоконденсатное месторождение является уникальным объектом разработки не только для отечественной, но и для мировой практики морской газодобычи. Уникальность месторождения выражается в объемах запасов продукции и условиях проведения работ по освоению месторождения.

Месторождение спроектировано по аналогии с Ormen Lange и Snohvit, но большим отличием Штокмановского месторождения является его отдаленность от побережья. В значительной степени обустройство месторождения осложняют и условия проведения работ: глубина моря, суровые климатические условия, сложный рельеф дна, вероятность распространения в придонных отложениях газогидратов и многолетнемерзлых грунтов, вероятность появления в районе крупных ледовых образований.

В данной статье показаны возможные решения проблем транспорта многофазного продукта по подводному трубопроводу от Штокмановского месторождения до пос. Териберка, основными критериями которого являются характеристики распределения давления и температуры по всему участку трассы.

Для подачи пластового флюида, состоящего из природного газа, конденсата и воды от месторождения на берег потребуется подводный трубопровод протяженностью более 540 км. Профиль трассы газопровода имеет существенные перепады высот и максимальную глубину около 350 м. На стадии обоснования рассматривались различные варианты транспорта газа к береговым сооружениям, а именно: транспорт газового потока в однофазном, двухфазном и мультифазном состоянии. Реализованных проектов подводной транспортировки мультифазного или двухфазного потока на такие большие расстояния на сегодня не существует. Однако современные методы исследований и новейшие технологии управления подводным транспортом газа подтверждают принципиальную техническую возможность осуществления концепции мультифазного транспорта газа. Предполагается строительство трех ниток подводного магистрального трубопровода от месторождения до губы Опасово для осуществления двухфазной транспортировки газа.

Расчет толщины стенки проводится по Норвежскому стандарту OS-F101 "Подводные трубопроводные системы", где используется следующая формула для расчета кольцевых растягивающих напряжений, которая определяет напряжения на внутренней поверхности трубы:

$$\sigma_{cl} = \frac{(\Delta p)(D - \delta)}{2\delta}$$

где δ - параметр определяющий минимально возможное значение толщины стенки в процессе эксплуатации.

$$\delta = \delta_{nom} - \delta_{fab} - \delta_{corr}$$

или в процессе строительства

$$\delta_1 = \delta_{nom} - \delta_{fab};$$

$$\delta_2 = \delta_{nom} - \delta_{corr},$$

где δ_{nom} - номинальная толщина стенки трубы, δ_{fab} - допуск на изготовление трубы, δ_{corr} - припуск на коррозию в процессе эксплуатации.

Максимальная разность давлений должна удовлетворять условию:

$$p_{ii} - p_0 \leq \frac{p_b(\delta_1)}{\gamma_{sc} \gamma_m}$$

где p_{ii} - инцидентное давление в точке трубопровода, $p_b(\delta_1)$ - рабочее давление, соответствующее минимальному пределу текучести или временному сопротивлению на разрыв, γ_{sc} - коэффициент сопротивления материала трубы, зависящий от способа ее производства.

Коэффициент γ_m равен 1.15 при (SLS/ULS/ALS) и 1.0 при (FLS).

Коэффициент класса безопасности γ_{sc} - зависит от расположения участка трубопровода.

$\gamma_{sc} = 1.138$ – для трубопровода в пределах 500 метров частой человеческой деятельности,

$\gamma_{sc} = 1.138$ – для трубопровода за пределами 500 м частой человеческой деятельности.

Величина $p_b(\delta_1)$ определяется следующим образом:

$$p_b(x) = \text{Min}\{p_{bs}, p_{ii}(x)\};$$

$$p_{bs}(x) = \frac{2x}{D-x} \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_t;$$

$$p_{ii}(x) = \frac{2x}{D-x} \frac{2}{1.15\sqrt{3}} \sigma_t,$$

где x - необходимо заменить на δ_1 или δ_2 .

Расчет толщины стенки трубы производится при следующих параметрах:

- рабочее давление $p_i = 18.5$ МПа;
- наружный диаметр трубы газопровода $D_e = 1020 \cdot 10^{-3}$ м
- предел текучести стали класса X-65 по спецификации API SL равен 448 МПа;
- предел прочности материала стали равен 530 МПа;
- коэффициент надежности принимаем равным 1.6.

Выполним расчет толщины стенки трубы, принимая методику расчета, предназначенную для строительства трубопровода.

Толщины стенки трубы равны.

$$\delta_1 = \delta_{nom} - \delta_{fab};$$

$$\delta_2 = \delta_{nom} - \delta_{corr};$$

Величина рабочего давления рассчитывается следующим образом:

$$p_{bs}(x) = \frac{2x}{D-x} \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_t;$$

$$p_{ii}(x) = \frac{2x}{D-x} \frac{2}{1.15\sqrt{3}} \sigma_t;$$

Из этих величин выбирается минимальная.

$$p_b(x) = \text{Min}[p_{bs}(x), p_{bu}(x)]$$

$$\text{Min}\left(\frac{2.00817x\sigma_b}{D_e - x}, \frac{4x\sigma_t}{\sqrt{3}(D_e - x)}\right)$$

Далее составляем уравнение для определения номинальной толщины стенки из условия прочности трубы.

$$eq1 = \Delta p = \frac{p_b(x)}{\gamma_{sc} \gamma_m};$$

Соответствующие формулы для расчета толщины стенки имеют вид.

$$h_{N,1} = \text{First}[\text{Solve}[eq1/.x \rightarrow \delta_1, \delta_{nom}]]$$

$$h_{N,2} = \text{First}[\text{Solve}[eq1/.x \rightarrow \delta_2, \delta_{nom}]]$$

$$\{\delta_{nom} \rightarrow \frac{-1\Delta p D_e \gamma_m \gamma_{sc} - 1\Delta p \gamma_m \delta_{corr} \gamma_{sc} - 2.00817 \delta_{corr} \sigma_b + 0}{-1\Delta p \gamma_m \gamma_{sc} - 2.00817 \sigma_b}\}$$

- За пределами человеческой деятельности находим номинальную толщину стенки:

$$\delta_{nom} / h_{N,1} / \{\Delta p \rightarrow 18.510^6, D_e \rightarrow 102010^{-3}, \sigma_t \rightarrow 53010^6, \gamma_{sc} \rightarrow 1.138, \gamma_m \rightarrow 1.15, \delta_{fab} \rightarrow 210^{-3};$$

$$\delta_{nom} / h_{N,2} / \{\Delta p \rightarrow 18.510^6, D_e \rightarrow 102010^{-3}, \sigma_t \rightarrow 53010^6, \gamma_{sc} \rightarrow 1.138, \gamma_m \rightarrow 1.15, \delta_{corr} \rightarrow 1.510^{-3};$$

а затем определяем ее минимальное значение, равное 0.0228864.

- В зоне частой человеческой деятельности повторяем предыдущие решение:

$$\delta_{nom} / h_{N,1} / \{\Delta p \rightarrow 18.510^6, D_e \rightarrow 102010^{-3}, \sigma_t \rightarrow 53010^6, \gamma_{sc} \rightarrow 1.308, \gamma_m \rightarrow 1.15, \delta_{fab} \rightarrow 210^{-3};$$

$$\delta_{nom} / h_{N,2} / \{\Delta p \rightarrow 18.510^6, D_e \rightarrow 102010^{-3}, \sigma_t \rightarrow 53010^6, \gamma_{sc} \rightarrow 1.308, \gamma_m \rightarrow 1.15, \delta_{corr} \rightarrow 1.510^{-3};$$

и определяем минимальную толщину стенки трубы, равную 0.0261891.

Таким образом, толщина стенки трубы, рассчитанная по норвежскому стандарту равна:

- $\delta = 22$ мм для участка трубопровода, вне зоны частой деятельности человека;
- $\delta = 26$ мм для участка трубопровода, внутри зоны частой деятельности человека.

Решение системы уравнений стационарного течения газа для трубы диаметром 1020 мм

Ниже представлен профиль трассы:

Составляем систему дифференциальных уравнений для нахождения неизвестных давления и температуры внутри трубы.

Система уравнений для давления и температуры имеет вид

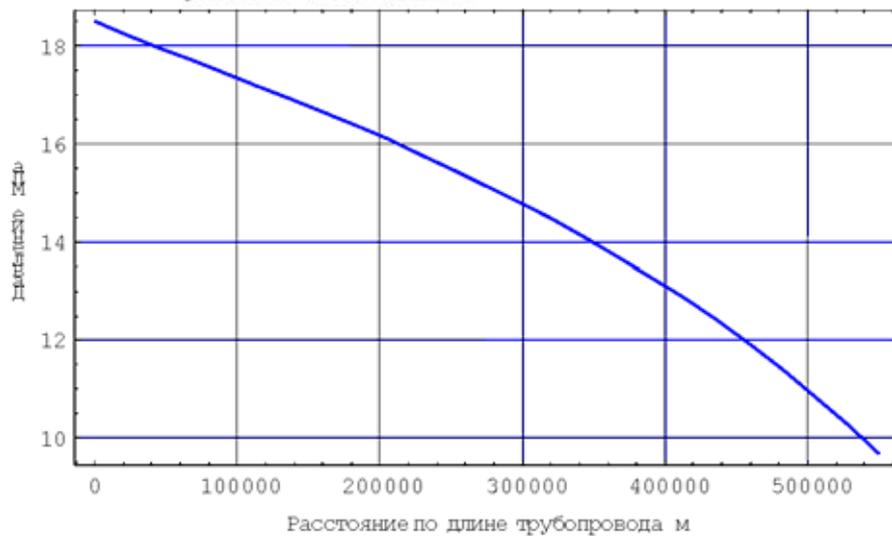
$$eq1 = \frac{dP}{dx} = -\left(\frac{g}{R_a} P \frac{\Delta}{z(P,T)T} \frac{dh}{dx}\right) - \frac{8\rho_a R_a 10^{-12} \lambda \Delta(P,T)T}{\pi^2 PD_0^5} q$$

$$eq2 = \frac{dT}{dx} - Di(P, T) \frac{dP}{dx} = - \frac{g}{10^3 c_g(P, T)} \frac{dh}{dx} - \frac{\pi}{\rho_a} \frac{\pi K_c D_H}{10^3 c_g(P, T) q \Delta} (T - t_b)$$

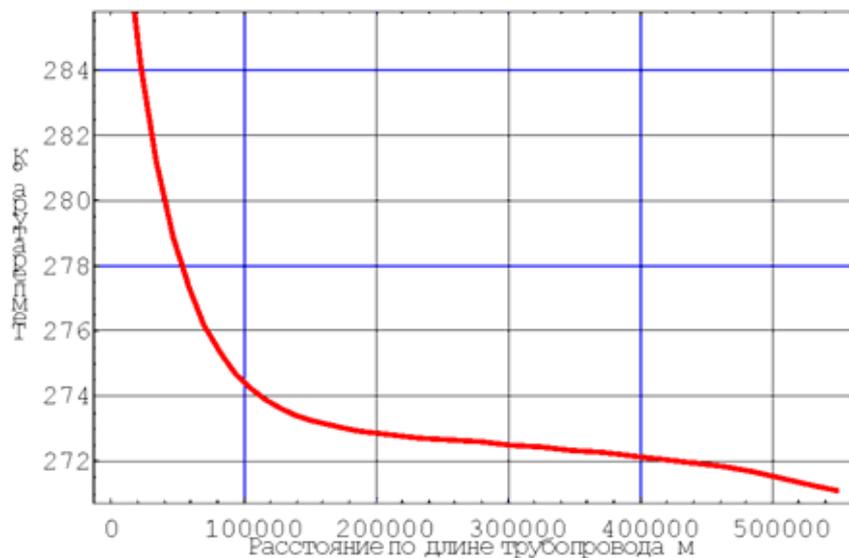
По результатам расчетов построены приведенные ниже графики в зависимости от сезонных изменений температуры на морском дне.

На рисунке, представленный ниже построен график распределения давления газа по трубе.

```
sol = NDSolve eq1, eq2, p 0 == 18.5, t 0 == 273 + 20.
  Δ → 0.7493,
  D0 → 976 10-3,
  ρa → 1.206,
  Ra → 287.04,
  λ → .009654,
  q → 820,
  g → 9.81,
  tb → 273 - 1.2,
  DH → 1020 10-3,
  Kc → 7,
  p x, t x, x, 0, 550 103
```



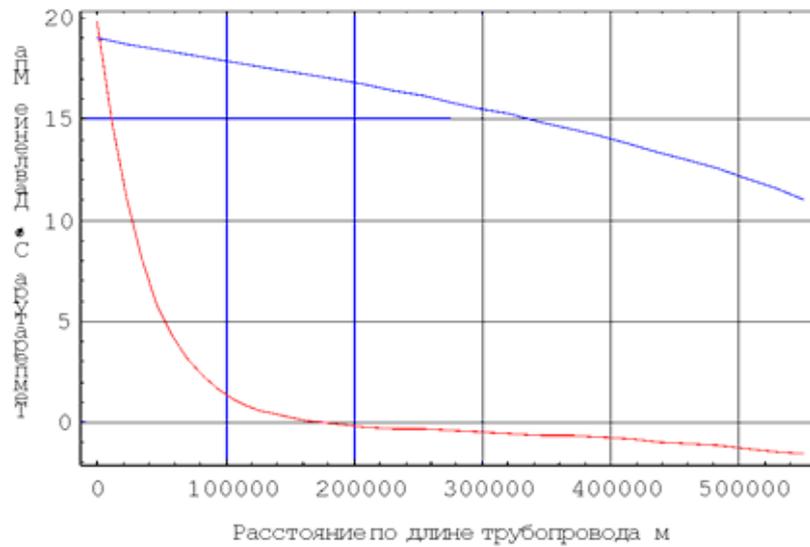
Зависимость температуры $T(x)$ газа в трубе в зимний период ($t_b \rightarrow 273 + 1.2$) представлена на графике ниже



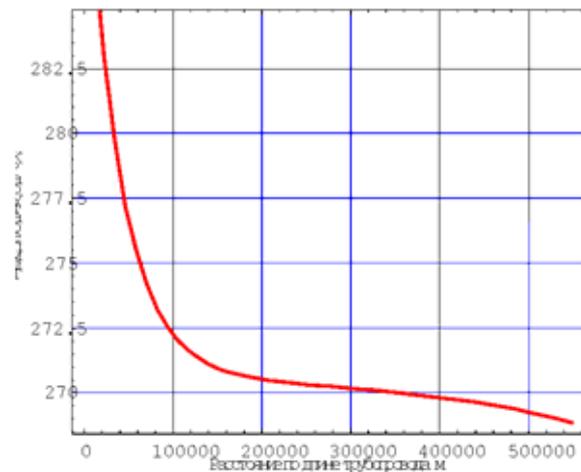
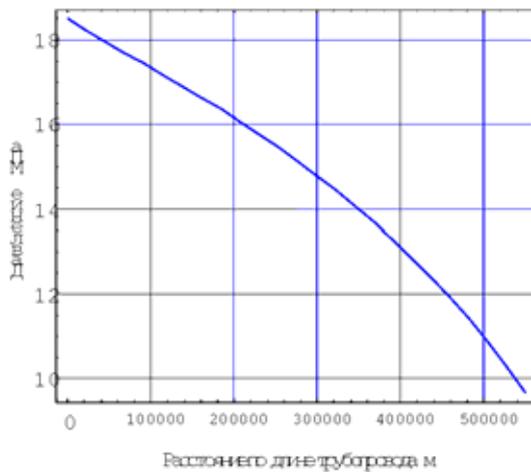
Как видно из приведенных графиков, приведенные зависимости фактически соответствуют закону сохранения массы при стационарном течении. Из представленного графика, температура также как и давление понижаются по трассе, причем градиент понижения температуры меньше чем градиент давления.

Кроме того, падение температуры ниже нуля может способствовать образованию гидратов на поверхности стенки трубы.

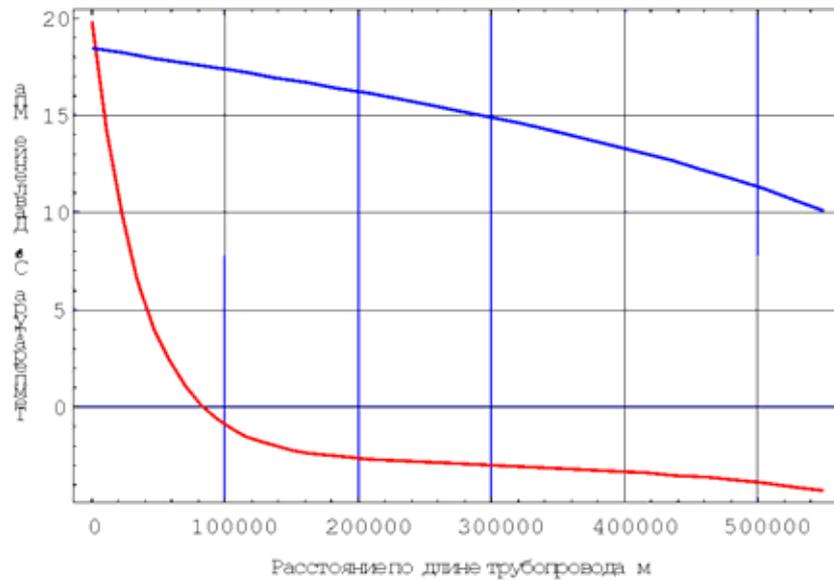
Ниже представлен совмещенный график распределения давления и температуры



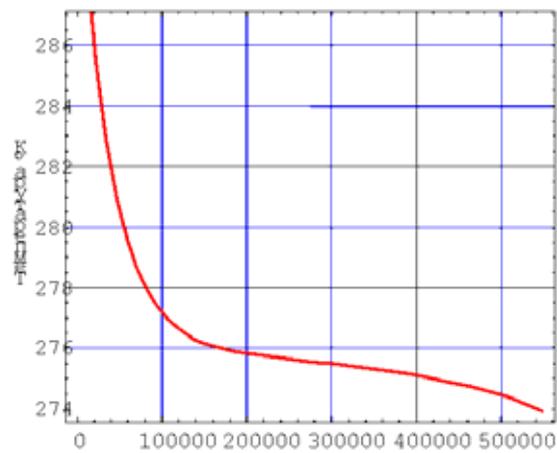
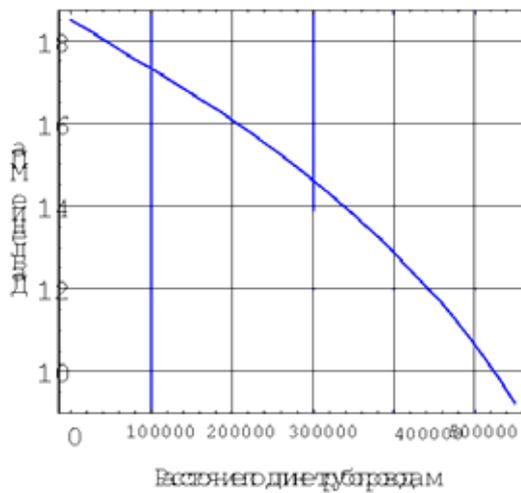
Распределение давления и температуры газа при отрицательных температурах на дне моря ($t_b \rightarrow 273 - 1.2$) – температура на дне моря на Ормен-Ланге.



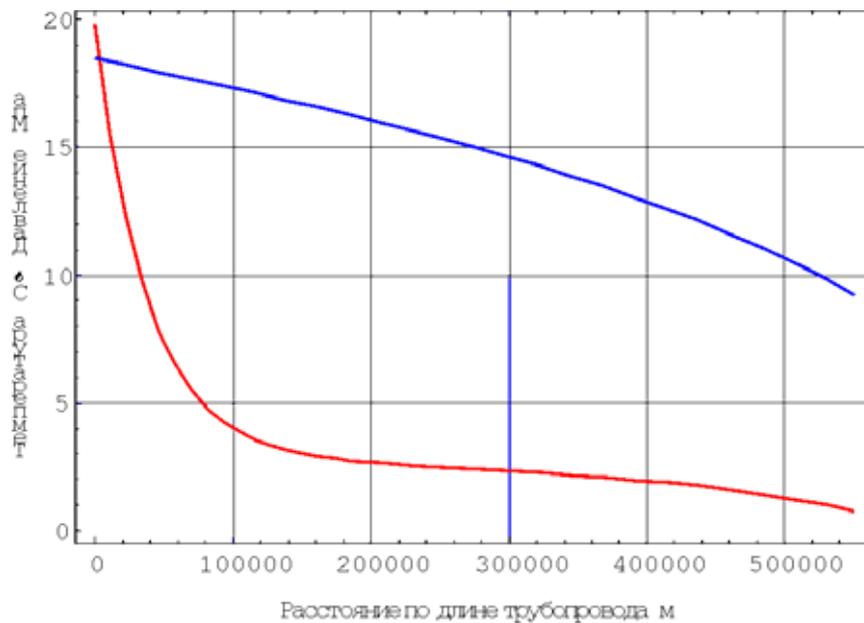
Ниже представлен совмещенный график распределения давления и температуры при отрицательных температурах на дне моря.



Распределение давления и температуры газа на летний период ($t_b \rightarrow 273 + 4.2$)



Ниже представлен совмещенный график распределения давления и температуры в летний период



СЕКЦИЯ
«ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ
ПРЕДМЕТОВ В ВЫСШЕЙ
ШКОЛЕ»

*Секция «Проблемы преподавания
естественнонаучных предметов в высшей школе»*

Власова С.В. Изучение основ специальной теории относительности в техническом вузе.....	1247
Власов А.Б., Черкесова З.Н. Проблемы формирования учебного пособия по дисциплине естественно-научного цикла.....	1251
Шиян А.Ф., Шиян П.А. Использование новых информационных технологий в преподавании тоэ студентам заочной формы обучения.....	1252
Денисова Н.Г., Кацуба В.С. Педагогические аспекты обучения математике.....	1256
Голубев В.О. Элементы технологии визуализации учебных объектов и понятий.....	1258

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Власова С.В. (Мурманск, МГТУ, кафедра физики, vlasovsv@mstu.edu.ru)

Abstract. It is shown that students have to study the special theory of relativity even on elementary level without using the concept “relativistic mass” body depending upon its velocity. Also it is necessary to use mass-energy equation only for rest mass and rest energy but not for full energy and relativistic mass.

Современная физическая картина мира (квантово-релятивистская) опирается на две фундаментальные физические теории – квантовую механику и теорию относительности. В связи с этим, изучению элементов этих двух теорий уделяется определенное внимание при обучении физике, как в общеобразовательной, так и в высшей школе при получении высшего технического профессионального образования. Включение основ специальной теории относительности (СТО) является обязательным требованием при составлении программ обучения физике, как в школе, так и в техническом вузе. Несмотря на наличие большого количества как учебной, так и популярной литературы, в которой излагаются основы СТО, имеются методические проблемы при обучении СТО. Одна из них – «проблема релятивистской массы».

Проблема возникает в том случае, если величину, вводимую соотношением

$$m = m_0 / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}, \quad (1)$$

трактуют как реальную массу, а не как вспомогательный символ, имеющий размерность массы (здесь m_0 – масса покоящегося тела; v – скорость тела; c – скорость света в вакууме). В этом случае в сознании не только учащихся, но и части учителей, возникает представление о том, что увеличение скорости тела – это реальный способ обретения им массы.

Вторая проблема заключается в использовании закона взаимосвязи массы и энергии в виде:

$$E = mc^2, \quad (2)$$

где под m подразумевается масса, определяемая формулой (1) (называемая релятивистской), а под E – полная энергия релятивистского объекта.

Для вышеизложенного подхода вполне приемлемой является задача: «Какой массой обладает фотон, имеющий частоту ν ?». Вполне логично (в рамках рассматриваемого подхода), что фотон «обрел» массу (равную $E/c^2 = h\nu/c^2$), хотя, как известно, современной физикой фотон рассматривается как безмассовый переносчик электромагнитного взаимодействия. При таком подходе для закрепления учебного материала используются задачи, в которых учащегося просят определить, во сколько раз (или на сколько процентов) возросла масса тела при его движении. Также достаточно широко используются задачи типа: «Кинетическая энергия частицы увеличилась во столько-то раз. Определите, во сколько раз возросла масса частицы». Выполняя такого рода задачи, ученик еще более укрепляется во мнении, что именно скорость является причиной появления у тел (частиц) массы. Такие представления противоречат современной физике и с этой точки зрения являются ошибочными.

Л.Б. Окунь пишет, что многочисленные популяризаторы науки убеждают своих читателей в том, что масса частицы возрастает с увеличением его скорости, т.к. с

возрастанием скорости возрастает кинетическая и полная энергия и, в соответствии с формулой (2), возрастает масса. В противоположность популяризаторам науки, физики, работающие в области элементарных частиц, понимают, что формулу (2) следует использовать в виде:

$$E_0 = mc^2, \quad (2)$$

где E_0 – энергия, содержащаяся в покоящемся теле, а m – масса тела. При этом масса тела не зависит от скорости, с которой оно движется, а значит, и от кинетической энергии [3].

В ряде вузовских учебников указывается, что в современной физике понятие релятивистской массы не используется, а его использование «имеет методическое оправдание при изложении СТО на элементарном уровне» (например, [1]). В то же самое время в других вузовских учебниках изложение релятивистской динамики начинается с введения релятивистской массы и указания, что зависимость массы от скорости была установлена опытным путем, как, например, в учебнике Трофимовой Т.И., широко используемом для изучения физики в технических вузах [2, с. 76].

Л.Б. Окунь рассматривает ситуацию, сложившуюся с использованием понятия релятивистской массой в популярной литературе (не касаясь учебной литературы) и анализирует истоки такого положения дел. Он утверждает, что представление о массе, зависящей от скорости, возникло в период, предшествовавший созданию СТО, при попытках согласования уравнений электродинамики Максвелла с уравнениями механики Ньютона. Он указывает, что Кауфманн и Бухерер, обрабатывая экспериментальные данные с помощью формул механики Ньютона, пришли к выводу, что масса возрастает с увеличением скорости. Так же Л.Б. Окунь обращает внимание, что дальнейшее развитие физики показало, что понятие массы следует связывать не с полной энергией, а только с энергией покоя и использовать формулу (2) только в виде $E_0 = mc^2$ [3].

В [3] приведено высказывание А. Эйнштейна по обсуждаемому вопросу. В письме Л. Барнетту, автору книги «Вселенная и доктор Эйнштейн», он написал:

«Нехорошо вводить такое понятие массы $M = m / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ движущегося тела, для которого нельзя дать ясного определения. Лучше не вводить никакого другого понятия, кроме массы покоя».

Нам представляется очевидным, что никакого «методического оправдания» использованию понятия релятивистской массы в обучении основам СТО в настоящее время не существует. Более того, его использование создает искаженное представление о массе частиц (например, фотона). Кроме того, не существует никаких принципиальных проблем изложения основ СТО как в общеобразовательной школе, так и в техническом вузе без использования понятия релятивистской массы, и такой подход представлен в большинстве вузовских учебников (например, [1]). Для этого необходимо предпринять следующее:

1. Не вводить понятие релятивистской массы (формула 1), не приводить графиков зависимости массы от скорости движения тела, не рассматривать задач, связанных с увеличением массы тела при возрастании его скорости или кинетической энергии.

2. Привести, как рекомендует это А. Эйнштейн в письме к Л. Барнетту, выражение для импульса движущегося тела:

$$\vec{p} = m\vec{v} / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (4)$$

3. При обучении в общеобразовательной школе следует пояснить, что такое выражение для импульса с необходимостью возникает из попыток сделать закон сохранения импульса (один из основных законов механики) инвариантным по отношению к преобразованиям Лоренца. В вузе такое обоснование можно рассмотреть (при наличии ресурса учебного времени), например, так, как это сделано в учебнике [4, с.233-236].

4. Записать второй закон Ньютона в виде:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right) = \vec{F}$$

рассмотреть работу силы за интервал времени dt и, приравняв её к изменению кинетической энергии, получить релятивистское значение для кинетической энергии:

$$E_k = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right).$$

5. Ввести энергию покоящегося тела, в соответствии с формулой (3), и полную энергию E , как сумму энергии покоя и кинетической:

$$E = mc^2 / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (5)$$

С нашей точки зрения, также важно показать, что из такого подхода к изложению основ СТО следует, что частица с нулевой массой должна двигаться со скоростью c (скорость света в вакууме). Для этого можно поступить так, как, например, предлагается в учебнике [5, с. 114], а именно: получить уравнение взаимосвязи между полной энергией и импульсом:

$$E = c\sqrt{p^2 + m^2c^2} \quad (6)$$

Если положить в формуле (6) $m = 0$, то получится соотношение:

$$E = pc \quad (7)$$

Из соотношений (4) для импульса и (5) для полной энергии следует, что

$$p = (E/c^2)v \quad (8)$$

Подставляя в выражение (8) формулу (7), получим $v = c$, что означает, что частица с нулевой массой не может двигаться иначе, как со скоростью c .

Рассмотрение «шагов» 1-5 показывает, что нет никаких принципиальных трудностей в изложении основ СТО без использования понятия релятивистской массы. Безо всякого сомнения, можно предложить и другие подходы к изучению релятивистской динамики на элементарном уровне, которые позволяют обойтись без

введения релятивистской массы. Но даже то, что приведено в данной работе, показывает, что сделать это не только можно, но и, в принципе, не сложнее, чем использовать подход, опирающийся на введение релятивистской массы. С нашей точки зрения, главным в устранении «сорняка массы, зависящей от скорости» [3], из учебников по физике является понимание того, что сегодня назрела необходимость сделать это. Как пишет по этому поводу Л.Б. Окунь: «Пришла пора прекратить обманывать всё новые поколения школьников и студентов, внушая им, что возрастание массы с увеличением скорости – это экспериментальный факт» [3].

Список литературы:

- 1) Курс физики: Учебник для вузов: В 2 т. Т.1./ Под ред. Лозовского. – СПб.: Лань, 2000, с. 116.
- 2) Трофимова Т.И. Курс физики: Учеб. пособие для вузов. – 7-е изд. – М.: Высшая школа, 2003 (и более ранние годы издания). – 541 с.
- 3) Окунь Л.Б., Формула Эйнштейна: $E_0 = mc^2$. «Не смеётся ли Господь Бог?», – Успехи физических наук, т. 178, №5, 2008, с. 541-555.
- 4) Савельев И.В. Курс общей физики: Учеб. пособие. В 3-х т. Т.1. – М. Наука, 1986 (и другие годы издания). – 432 с.
- 5) Калашников М.П. Основы физики. В 2 т. : учеб. для вузов. – М. : Дрофа, 2007. – 400 с.

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО ЦИКЛА

Власов А.Б., Черкесова З.Н. (Мурманск, МГТУ, кафедра электрооборудования судов, vlasovab@mstu.edu.ru)

Abstract. Considered questions of preparing the scholastic allowance in high school in modern condition

Учебные пособия вуза по дисциплинам естественно-научного цикла предназначены для оказания помощи учащимся при их самостоятельной работе над материалами курса, в особенности в период адаптации студентов в вузе.

В настоящее время преподаватели физики, математики, электротехники и других дисциплин сталкиваются с рядом объективных и субъективных факторов, ограничивающих возможность студентов в получении, закреплении и отражения фактического материала, задаваемого требованиями ГОС.

Среди многочисленных объективных факторов следует выделить:

- резкое сокращение числа аудиторных часов по отдельным дисциплинам;
- неадекватное соотношение требований типовой программы, единой для многих специальностей, и числа часов, выделяемых на дисциплину конкретной специальности;
- значительная нагрузка на учащегося, связанная с несогласованностью учебных планов различных дисциплин.
- К субъективным факторам можно отнести:
- постоянное снижение уровня подготовки школьников в области физики и математики;
- недостаточная профессиональная (техническая) ориентированность;
- плохая адаптация студентов к требованиям вуза к третьему-четвертому семестру.

Совокупность многих факторов приводит к тому, что многие студенты не могут самостоятельно выполнять требования, предъявляемые преподавателями, при выполнении расчетно-графических заданий, контрольных, лабораторных работ.

Следует признать, что в большинстве случаев студент 1-2 курса не подготовлен для того, чтобы провести поиск и представить самостоятельное решение многих задач, условие которых задается преподавателями в многочисленных расчетно-графических заданиях 1-4 семестров.

Выходом из противоречивой ситуации, по нашему мнению, является создание таких методических материалов, в которой студенту предлагается ряд разноуровневых материалов (задач, лабораторных описаний, контрольных вопросов и т.п.). Отличительной особенностью подобных материалов должно являться подробное описание этапов решения задачи с конкретными числовыми примерами, алгоритмами, детализацией расчетно-графического анализа. Выполнение самостоятельного расчета должно производиться параллельно представленному расчету на идентичном примере.

Увеличение уровня сложности предлагаемой задачи должно сопровождаться обязательным анализом на предложенном примере.

Совокупность разноуровневых заданий и материалов пособия позволит недостаточно подготовленному студенту выполнить определенный заданный минимум работы.

Наконец, для отдельных студентов могут быть предложены задачи, которые будут решаться в рамках самостоятельной работы и поиска индивидуального решения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ТОЭ СТУДЕНТАМ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Шиян А.Ф., Шиян П.А. (Мурманск, МГТУ, кафедра электрооборудования судов, afshiyana@rambler.ru)

Abstract. The huge choice of products of the software gives to students new possibilities, for the solve of electrotechnical problems by means of computer methods. In article are shown the examples of use of information technologies in training. Are given examples of use of the widespread software for the decision of educational electrotechnical problems.

Современное образование уделяет все больше внимания применению информационных технологий. Вычислительные и моделирующие программы для рационализации учебного труда, компьютерные анимации для углубления уровня физического восприятия изучаемых процессов и явлений, предоставление оперативного доступа к научной информации с помощью компьютерных сетей и баз данных, дистанционные консультации, лекции, телеконференции и другие формы взаимодействия преподавателя и студента на основе современных информационных и телекоммуникационных технологий.

Самостоятельно работая над изучением дисциплины ТОЭ, студент заочной формы обучения руководствуется рекомендациями и материалами методических указаний по изучению данной дисциплины, представленными вузом. Эффективность его учебной деятельности определяется многими факторами. Однако одним из основных является практическое использование и закрепление полученных теоретических знаний. Поэтому методические указания для студентов изучающих ТОЭ по каждой теме изучаемого курса содержат

контрольные вопросы и задания контрольных работ, добросовестная проработка которых обеспечивает студенту глубокое осмысление изучаемого материала.

Объем контрольных вопросов и заданий контрольных работ достаточно велик, поскольку рассчитан на широкое использование студентом современных программных продуктов. Например, при изучении методов расчета электрических цепей студент должен научиться приемам составления систем уравнений, правильно описывающих поведение исследуемой цепи. Тренировочные задания, предлагаемые ему учебно-методической литературой, лишь на начальном этапе приводят к простым системам уравнений. Основная же часть заданий требует решения сложных систем, при этом не ставится задача «ручного» решения этих систем.

В настоящее время у студента чрезвычайно широкий выбор программных продуктов, которые дают ему возможность решать электротехнические задачи компьютерными методами. Интерфейсы этих компьютерных средств очень разнообразны, поэтому сложно провести объективный сравнительный анализ таких продуктов и дать рекомендации по преимущественному применению лишь одного из них для решения электротехнических задач.

Рассмотрим особенности применения для электротехнических расчетов некоторых из наиболее распространенных программных средств.

Наиболее широко современные студенты используют операционную систему Windows. Практически каждый компьютер, работающий под управлением этой ОС, оснащен программным пакетом Office. В состав этого пакета входит табличный процессор Excel, имеющий широкий набор встроенных алгебраических функций,

используя которые можно значительно упростить и ускорить процесс выполнения электротехнических расчетов.

К сожалению, студенты зачастую не имеют навыка применения таких доступных средств и, решая задачи по ТОЭ, нерационально используют время самостоятельной работы на выполнение объемных вычислений с помощью калькуляторов.

Чтобы помочь студентам восполнить этот пробел, преподаватели кафедры ЭОС, в дополнение к действующим (печатным) методическим указаниям и контрольным заданиям по самостоятельной работе студентов, создают электронные учебные материалы, содержащие рекомендации по использованию НИТ для решения электротехнических задач. Такие рекомендации полезны тем, что они не перегружены информацией о полном объеме возможностей рекомендуемого к использованию программного продукта, а нацелены на разъяснение решения конкретной электротехнической задачи средствами с помощью данного программного средства.

Например, рекомендации по использованию для решения электротехнических задач с использованием табличного процессора Excel, достаточно кратко касаются возможностей этого пакета. В частности, сообщается лишь о том, применяя Excel, пользователь может самостоятельно прописывать весь алгоритм простых алгебраических действий над числами, записанными в ячейки электронной таблицы. Кроме того, Excel содержит огромное число встроенных функций, реализующих достаточно сложные алгоритмы: математические, финансовые, статистические и др., что очень упрощает работу. Например, для решения систем линейных уравнений, описывающих установившийся режим работы линейной электрической цепи очень удобно использовать Excel-функцию «МОПРЕД», которая позволяет вычислять определители.

После такого вступления рассматривается пример решения простейшей задачи:

Пример 1. На рис. 1 приведена схема электрической цепи, содержащей три ветви и два электрических узла – a и b . В каждой ветви имеется по одному резистору ($R_1 = 30$ Ом, $R_2 = 60$ Ом, $R_3 = 20$ Ом). Кроме того, в первой и второй ветвях включены источники ЭДС ($E_1 = 280$ В и $E_2 = 400$ В). Требуется рассчитать значения и направления токов всех ветвей.

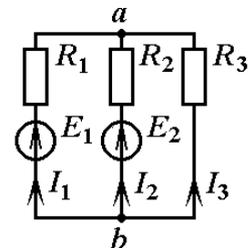


Рис. 1

Решение. Используя законы Кирхгофа, составим систему линейных уравнений, описывающих работу этой цепи.

$$\begin{cases} I_1 + I_2 + I_3 = 0, \\ I_1 R_1 - I_2 R_2 = E_1 - E_2, \\ I_2 R_2 - I_3 R_3 = E_2. \end{cases} \quad (1)$$

Подставив числовые значения, получим

$$\begin{cases} I_1 + I_2 + I_3 = 0, \\ 30 I_1 - 60 I_2 + 0 I_3 = 280 - 400, \\ 0 I_1 + 60 I_2 - 20 I_3 = 400. \end{cases} \quad (2)$$

Главный определитель системы (2) имеет вид

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 30 & -60 & 0 \\ 0 & 60 & -20 \end{vmatrix}. \quad (3)$$

Соответственно, определители Δ_1 , Δ_2 и Δ_3

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 \\ -120 & -60 & 0 \\ 400 & 60 & -20 \end{vmatrix}, \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 30 & -120 & 0 \\ 0 & 400 & -20 \end{vmatrix}, \quad \Delta_3 = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 30 & -60 & -120 \\ 0 & 60 & 400 \end{vmatrix}.$$

Проиллюстрируем возможности, которые дает нам табличный процессор Excel, для решения этой задачи. На рис. 2 показано окно программы Excel с открытой книгой, листы которой являются двумерными таблицами. На активном листе книги в ячейки таблицы с адресами C2:E4 записаны элементы главного определителя (3). В ячейке с адресом G3 находится результат вычисления этого определителя, который получен после выполнения команды, записанной в эту ячейку. Поскольку на рис. 2 ячейка G3 показана в активном состоянии, команда, записанная в ней, отображена в строке редактирования формулы:

$$=МОПРЕД(C2:E4)$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2				1	1	1						0	1	1		
3		Δ =	30	-60	0	=	3600		Δ ₁ =	-120	-60	0	=	14400		
4			0	60	-20					400	60	-20				
6												I ₃	=	4		
7																
8				1	0	1						1	1	0		
9		Δ ₂ =	30	-120	0	=	14400		Δ ₃ =	30	-60	-120	=	-28800		
10			0	400	-20					0	60	400				
12					I ₂	=	4					I ₃	=	-8		

Рис. 2

Значительно привлекательнее использование для электротехнических расчетов систем символьной математики, одним из лучших представителей среди которых является пакет *Mathematica*. Продемонстрируем его применение. На рис. 3 показан вид ячейки ввода In[1], в которую в форме, являющейся стандартной для записи аналитических выражений в школьной математике, записаны заданные в задаче параметры элементов. Далее, произвольно выбранной переменной (в нашем примере это переменная AA) список (набор элементов разделенных запятыми и заключенных в фигурные скобки), содержащий в качестве элементов уравнения системы:

$$AA = \{I1 + I2 + I3 == 0, I1 * R1 - I2 * R2 == E1 - E2, I2 * R2 - I3 * R3 == E2\};$$

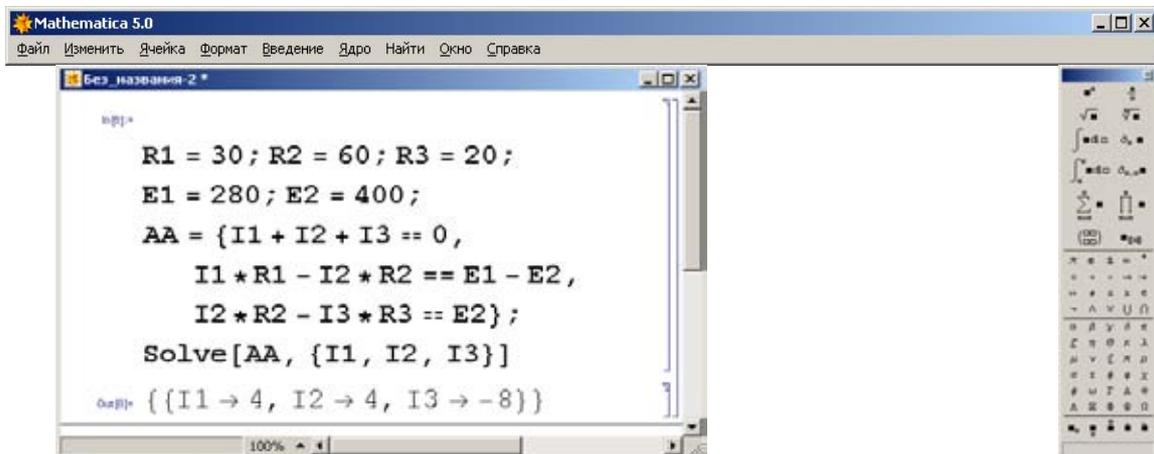


Рис. 3

Каждое уравнение системы вместо обычного знака равенства должно содержать последовательность из двух таких знаков: «= =».

Для решения системы уравнений используем команду Solve:

$$\text{Solve} [\text{AA}, \{\text{I1}, \text{I2}, \text{I3}\}].$$

Следует обратить внимание на синтаксис. Команды пакета пишутся малыми буквами, но начинаются с заглавной буквы. Выражение, к которому применяется команда, и параметры команды заключаются в квадратные скобки. В данном примере команда Solve применяется к выражению AA, а параметрами команды является список токов {I1, I2, I3}, которые пакет Mathematica должен найти в результате выполнения данной команды.

Результат исчисления содержимого ячейки ввода выводится в ячейку вывода. На рис. 3 результат исчисления ячейки ввода In[1] получен в ячейке вывода Out[1]:

$$\{\{I1 \rightarrow 4, I2 \rightarrow 4, I3 \rightarrow -8\}\}.$$

Наряду с вычислительным экспериментом студенты должны владеть средствами компьютерного моделирования режимов работы электрических цепей. Наиболее удобным и доступным из этих средств является пакет Electronics Workbench. На рис. 4 приведен результат компьютерного моделирования исследуемой в примере 1 цепи в среде Electronics Workbench.

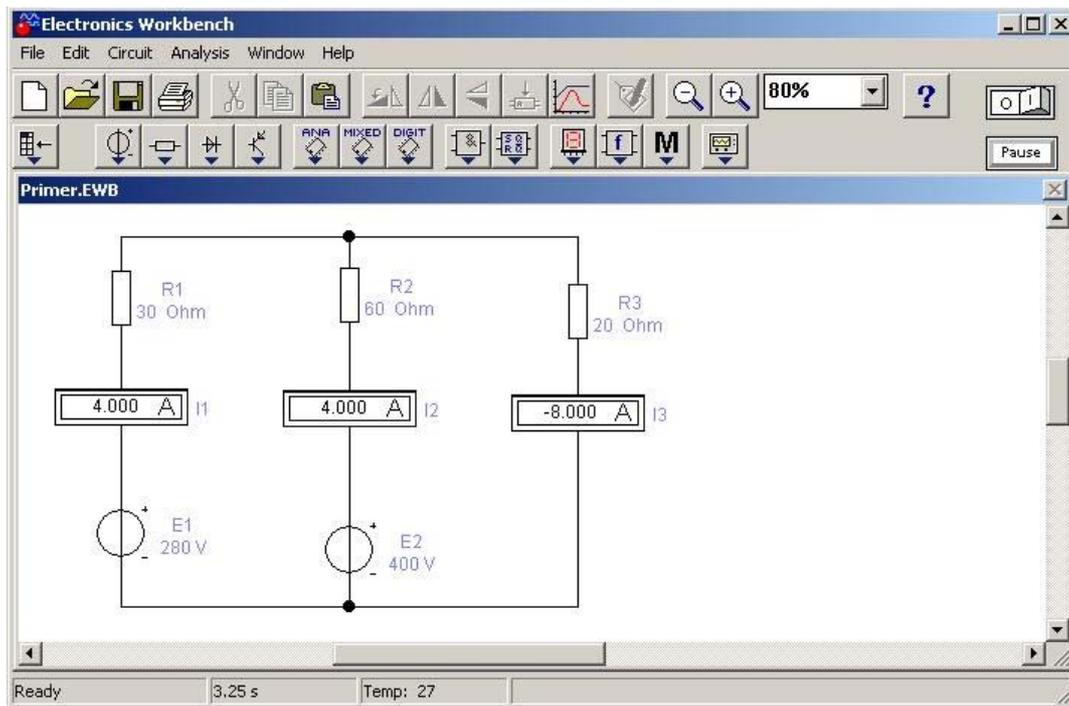


Рис. 4

Использование современных программно-аппаратных средств в учебном процессе по ТОЭ не только оптимизирует учебную деятельность студентов, позволяя более эффективно использовать свое время, но обеспечивает более глубокое осмысление дисциплины и качественное ее изучение.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

Денисова Н.Г., Кацуба В.С. (Мурманск, МГТУ, кафедра Высшей математики и программного обеспечения ЭВМ, ngdenisova@mail.ru)

Abstract. The article is devoted to the description of the some problems in the mathematical education and teaching of mathematics. The several main reasons of these problems stated in the article. The authors propose the possible ways of the solution of these problems.

В настоящее время среднее и высшее образования не дают такого результата, как хотелось бы. Для выяснения причин происходящего авторы статьи решили обратиться к теории обучения, а именно к педагогике математики. Разработки по этой науке есть у многих авторов, как математиков, так и методистов. В этой области работали и работают многие учёные. Среди них Столяр А.А. (1), Фройденталь Г. (2), Кудрявцев Л.Д. (3), Фуше А. (4) и другие.

«Предметом педагогики математики является обучение математике. В широком смысле педагогика математики представляет собой научную область, занимающуюся исследованием процесса обучения математике на всех уровнях, начиная с первого класса средней школы (и даже с обучения дошкольников) и включая высшую школу, различные типы средних специальных учебных заведений, а также самостоятельное изучение математики» (1, с.8).

Педагогика математики объединяет математику, педагогику, логику и психологию, а также опирается на эти науки при решении своих проблем.

Одно из исходных положений, на базе которых строится педагогика математики, отражает результат глубокого анализа процесса обучения как познавательного процесса, направленного на поиски и открытие истины. От живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике – таков диалектический путь познания объективной реальности (1).

Ориентируясь на классическую работу доктора педагогических наук, профессора, заслуженного работника высшей школы Столяра А.А. «Педагогика математики» (1), в теоретических основах обучения математике можно выделить ряд следующих основных аспектов.

1. «Обучение математической деятельности есть активное обучение математике. Это означает, что мы должны обучать учащихся не заучивать готовый материал, а открывать математические истины (открывать для себя то, что уже открыто в науке), логически организовывать добытый опытным путём математический материал (хотя он уже организован в науке) и применять теорию в различных конкретных ситуациях.

Важная педагогическая проблема состоит в определении целесообразного соотношения трёх стадий математической деятельности на различных этапах обучения» (1, с. 56).

2. Знания должно не просто запоминаться, передаваться в готовом виде, а должны обязательно развивать мыслительную деятельность учащихся, иначе они бесполезны.

Мы это часто наблюдаем на практике. Даже достаточно сильные студенты не распознают нужную информацию и без помощи преподавателя не могут её применить в конкретной ситуации.

«Для педагога труднее учить открывать, чем учить заучивать. Обучающемуся при соответствующей постановке обучения легче действовать как математику,

открывать самому истину, чем заучивать готовую систему предложений и доказательств без понимания их происхождения, значения и взаимной связи» (1, с. 52).

Постепенное формирование и развитие у учащихся логических структур, лежащих в основе математической деятельности, - важнейшее средство обучения математике.

3. Способ передачи знаний должен строго соответствовать объективному уровню мыслительной деятельности обучающихся.

4. Новое усвоенное знание должно приводить человека к радости открытия. «Построение в обучении математических структур, познание как результат собственной мыслительной деятельности и радость творческого труда учащихся – всё это сближает обучение математике с эстетическим воспитанием учащихся» (1).

5. Важность правильной постановки целей обучения.

«Содержание педагогических целей связано с построением модели специалиста, которая, будучи нормативным представлением состояния и содержания деятельности, выступает как желательный результат подготовки. Квалификационная характеристика задаёт главные требования к содержанию, уровню и качеству обучения по данной специальности» (5, с. 14).

Определённое развитие возможно лишь в результате специально построенного, ориентированного на это развитие обучения. Столяр выделяет «развитие определённых структур мыслительной деятельности, объединяемых под названием «математическое мышление», в качестве специальной и первой цели обучения» (1, с.25).

Сопоставление нынешнего обучения математике в техническом вузе не вполне соответствует этим теоретическим аспектам. Можно выделить несколько очевидных причин этого несоответствия.

1. Огромный разрыв между ожидаемым и фактическим уровнем подготовки выпускников средних учебных заведений, приходящих в вуз.
2. Несовершенная методика преподавания математики в вузах и рабочие программы не способствуют развитию имеющихся у учащихся навыков мыслительной деятельности. Ориентация учебного процесса по общеобразовательным дисциплинам в основном на передачу информации, а не на её «открытие» самими учащимися по причине малого количества времени.
3. Отсутствие чёткой постановки целей обучения.

Список литературы:

- 1) Столяр А.А. Педагогика математики: [Учеб. пособие для физ.-мат. фак. пед. ин-тов]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск: Вышэйш. шк., 1986. – 413, [1] с.: ил.; 21 см.
- 2) Фройденталь Г. Математика как педагогическая задача: Пер. с нем. - М.: Просвещение, 1982. – Ч. 1. – 208 с. 1983. – Ч. 2. – 204 с.
- 3) Кудрявцев Л.Д. Современная математика и её преподавание. – М.: Наука, 1980. – 144 с.
- 4) Фуше А. Педагогика математики: Пер. с франц. – М.: Просвещение, 1969. – 128 с.
- 5) Рогинский В.М. Азбука педагогического труда (Пособие для начинающего преподавателя технического вуза). – М.: Высш. шк., 1990. – 112 с.

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ ОБЪЕКТОВ И ПОНЯТИЙ

Голубев В.О. (*Мурманск, МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ, golubevvladislav@yandex.ru*)

При изучении математических и естественнонаучных предметов перед преподавателями часто встаёт проблема наглядности объясняемого материала. Развитие информационных технологий позволяет в настоящий момент использовать ЭВМ как средство моделирования различных объектов и процессов. Применительно к учебному процессу, а в частности к визуализации математических понятий, физических процессов и различных алгоритмов, такой подход повышает его эффективность.

При этом существенными факторами для использования компьютерной визуализации в обучении являются скорость построения визуализации, её наглядность и простота использования. Очевидно, что наибольшей эффективности применения можно добиться, затратив большее количество человеческого и временного ресурса. Рассмотрим основные подходы к решению подобного рода задач, упорядочив их по возрастанию сложности реализации (1):

1) *Использование прикладных математических пакетов*

Наиболее очевидным и распространенным способом является использование сторонних разработок: Mathematica, Maple, MathCad, MatLab и т.д. Большинство из них предназначены для решения сложных инженерных задач, и объяснение материала дисциплины преподавателем с их использованием становится крайне неэффективным.

2) *Использование интерактивной компьютерной графики*

Flash, 3DS Max и другие пакеты в полной мере предоставляют возможности моделирования, текстурирования и анимации. Главным недостатком таких пакетов является невозможность визуализации многих математических и физических понятий.

3) *Использование инструментальных графических библиотек*

Данный подход предполагает построение трехмерных и двумерных графических объектов средствами программных интерфейсов (API) и ограничивается только умением и фантазией разработчика. Но из-за необходимости значительных временных затрат для разработки требуемой визуализации, преподавателю выгоднее воспользоваться другими средствами для представления материалов своей дисциплины.

В итоге у преподавателя всегда под рукой большое количество программных средств, применение которых в процессе преподавания в лучшем случае не сделает его эффективнее.

Проблема использования компьютерных визуализаций в обучении актуально уже давно, но методика и технология не определена до сих пор.

Элементы технологии визуализации

На базе кафедры «ВМ и ПО ЭВМ» Мурманского государственного технического университета в рамках работ по информатизации обучения в течение последних нескольких лет активно внедряются различные программные средства, с помощью которых в учебную информацию вводятся компьютерные визуализации (2).

На определенном этапе разработок было замечено, что каждая отдельная визуализация понятия формируется по некоторой общей схеме, кроме того, существует ряд инвариантных элементов, с помощью которых строится изображение математического объекта. В связи с этим разработана технология визуализации математических объектов и понятий, включающая в себя следующие этапы (1):

1. Описание математической модели визуализируемого объекта.
2. Выбор размерности визуализации.
3. Описание дополнительных визуализаций для объекта.
4. Выделение параметров визуализации.
5. Моделирование динамики объекта.
6. Организация интерфейса взаимодействия пользователя.
7. Создание средства визуализации на основе инвариантных элементов.

Применение технологии на примере визуализации физического смысла поверхностного интеграл II-го рода

Математическая модель

$$\iint_{(\sigma)} [P(x, y, z) \cos \alpha + Q(x, y, z) \cos \beta + R(x, y, z) \cos \gamma] d\sigma = \iint_{(\sigma)} \vec{F} \cdot \vec{n} d\sigma.$$

где $\vec{n} = \{\cos \alpha, \cos \beta, \cos \gamma\}$, а вектор \vec{F} задан своими проекциями на оси координат: $\vec{F} = \{P(x, y, z), Q(x, y, z), R(x, y, z)\}$.

Физической трактовкой поверхностного интеграла II-го рода $\iint_{(\sigma)} \vec{F} \cdot \vec{n} d\sigma$ является

поток вектора \vec{F} через поверхность (σ) в направлении нормали \vec{n} .

Пространство визуализации

Для визуализации описанной математической модели выбрано 3-х мерное пространство (рис. 1).

Параметры визуализации

Пользователю предоставлены следующие возможности:

- масштабировать и поворачивать 3-х мерные графики;

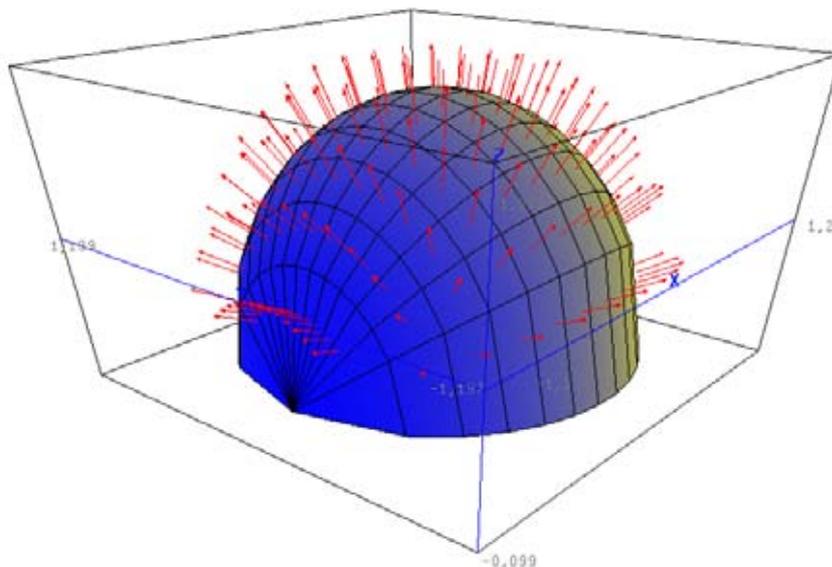


Рис.1. Пример визуализации в 3-х мерном пространстве

- запускать, приостанавливать и останавливать анимацию;
- изменять проекцию (перспективная и ортогональная);
- изменять размеры объектов визуализации;
- изменять скорость анимации;
- изменять цвета максимума и минимума;
- изменять метод построения сетки поверхности – узлами или касательными плоскостями.

Анимация

Из определения поверхностного интеграла II-го рода следует, что общий поток вектора \vec{F} через (σ) в направлении нормали \vec{n} складывается из суммы парных произведений $(P \cos \alpha + Q \cos \beta + R \cos \gamma) \cdot \Delta\sigma_i$, где $\Delta\sigma_i$, $i = 1, 2, \dots, k$, можно заменить площадями поверхностей касательных плоскостей к элементарным частям, на которые разбита поверхность (σ) .

Таким образом, для визуализации понятия необходимо анимировать процесс стремления $\Delta\sigma_i \rightarrow 0$.

Взаимодействие с визуализацией

С помощью мыши пользователь может по-разному взаимодействовать с визуализацией. Например, правый клик мыши задействует повороты сцены, а левый щелчок активирует систему выбора (рис. 2).

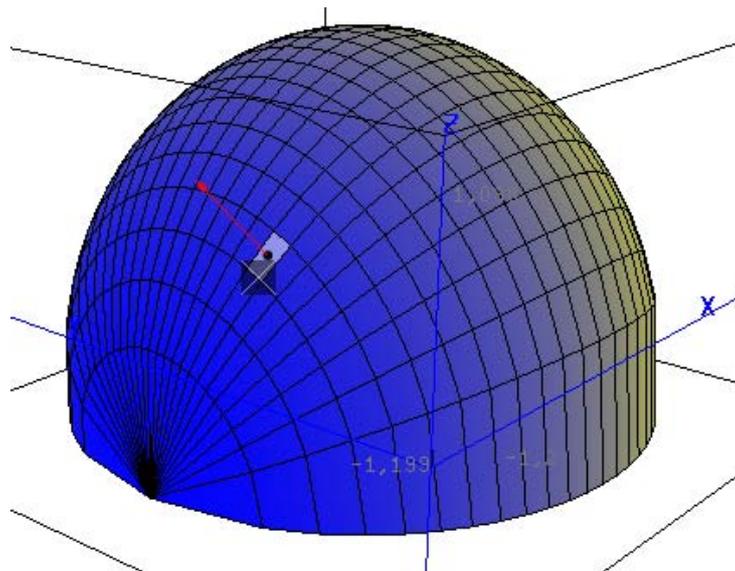


Рис.2. Пример использования системы выбора

При использовании возможности выбора на экране появляется курсор выделения, который и производит выбор детали визуализации. В этом случае визуализация организовывается таким образом, чтобы внимание пользователя было акцентировано именно на выбранной детали.

Заключение

Элементы описанной технологии в настоящий момент активно разрабатываются. Ведётся работа над созданием инструментального средства управления визуализацией, инкапсулирующего в себе представленную технологию. Данное средство позволит создавать требуемые визуализации с минимальными временными затратами.

Список литературы:

- 1) Возженников А.П., Голубев В.О. Технология визуализации математических объектов и понятий //Прикладная информатика №4 (16) 2008. стр. 22-26. - М.: ООО "Маркет ДС Корпорейшн".
- 2) Голубев В. О., Меев А.Н., Кацуба В. С. Программный модуль «Визуализация определений и вычисление значений определённого, двойного, тройного интеграла» //Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов V Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Томск, 28 февраля – 1 марта 2007г.) – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – С. 25-26.

Круглый стол
**«ИННОВАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
В СУДОСТРОЕНИИ
И СУДОРЕМОНТЕ»**

КРУГЛЫЙ СТОЛ «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СУДОСТРОЕНИИ И СУДОРЕМОНТЕ»

Материалы круглого стола представлены в форме презентаций:

Loctite в промышленности

Loctite в судоремонте

Loctite в судоремонте и промышленности

Loctite в судоремонте и промышленности min

Авторский указатель

- А**
- Абдулаева А.С. 482
Абдуллабекова Д.А. 641
Абрамов Ш.А. 650, 654, 658, 676, 692
Айтемиров А.А. 662
Акименко Д.А. 171
Алексеева А.Н. 179
Алексеевская О.В. 78
Аливердиева Д.А. 688
Аллояров К.Б. 332
Анашкина К.Г. 343
Анисимов А.А. 916
Анисимов А.Н. 916, 970
Анохина В.С. 561, 796
Антонова А.А. 561
Анциферова А.В. 696, 698, 708, 713
Арабей Т.И. 278
Арзуманян А.В. 292
Артемов Р.В. 347
Асминг В.Э. 256, 158
Астафуров В.И. 564
Ацапкин Е.К. 948
- Б**
- Бабошин А.А. 840
Баев Г.В. 1054, 1065
Баева Л.С. 1054, 1065, 1081, 1092, 1099, 1107, 1113, 1124, 1140
Байдалинова Л.С. 460
Баранов С.В. 261, 256
Баранок Н.В. 777
Барахта А.В. 918
Барышников А.В. 12, 351
Бахмулаева З.К. 654, 665
Башилов А.В. 780
Баширов Р.Р. 486
Баянова Т.Б. 204
Баясгалан Загдхорол. 844
Безымянова Ю.А. 282
Белова Л.О. 286
Белоглазов С.М. 278
Белых А.В. 948
Беляев А.И. 848
Беляев Э.И. 848
Белякова А.С. 700
Бережной О.Л. 355
- Берестенникова И.В. 763
Берестова Г.И. 304
Беспалова В.В. 12
Бессмертная И.А. 416
Богатырёв Р.С. 113
Богданова О.Ю. 704, 708, 713
Богомоллов А.В. 1162
Богомоллов Р.А. 65
Богомоллова И.В. 66
Боева Н.П. 358, 400
Болдырева К.Л. 489
Борисов В.В. 431
Борисов В.М. 914
Борисова А. 382
Борисова Л.Ф. 1015
Ботова М.Г. 236
Бочкарев А.И. 358
Бражная И.Э. 12, 355
Бредихина О.В. 358
Буйвол П.А. 896
Булаев Р.В. 1054, 1065
- В**
- Васёха М.В. 288
Васильева Ж.В. 492
Ващенко И.П. 1072
Введенская И.В. 290
Венгер М.П. 717
Ветлужских С.Ю. 850
Виноградов А.Н. 256, 261
Виноградов Ю.А. 1206, 265
Висков А.Ю. 1158, 1169, 332
Власов А.Б. 1075, 1078, 1251
Власов А.В. 361, 364, 368, 373, 1147, 1154, 1150, 1200
Власов А.В. 855
Власова А.Р. 1147, 1200, 364, 368, 1195
Власова О.К. 654, 665, 682
Власова С.В. 1247
Возженников А.П. 67
Волков М.А. 252, 336
Волкова А.П. 382
Волобуев А.В. 100
Володченкова Е. 377
Володько Д.А. 944
Волченко В.И. 12, 377

Воробьев А.Е.	495	Дьякова О.Г.	783
Воронцов А.А.	71		
			Е
	Г	Евенко И.А.	82, 86
Гаврилова А.В.	286, 292	Евтюгина З.А.	158, 265
Гасанов Г.Н.	662	Егоркина Р.Ю.	505
Гасанов Р.Б.	589, 593	Едигарьев В.Г.	183
Гасанова З.У.	498	Елизарова Н.С.	787
Гасанова С.М.	662	Емельянов В.Е.	23
Гафуров А.Р.	859, 863	Ермолаев Н.А.	71
Герасимова О.В.	1210	Ершов А.М.	12, 388
Герчиков А.Я.	308, 829	Ершов В.А.	921
Гладких А.С.	620	Ершов М.А.	12, 388
Глазунов Е.А.	379	Ефремов Л.В.	1088
Глухих Я.А.	18		Ж
Головач С.С.	162	Жарких А.А.	89, 134, 140
Головина Ю.Ю.	597	Жеребцов В.Д.	1206
Голубев Б.В.	97, 474, 476	Жнякина Л.Е.	294
Голубев В.О.	1258	Жук В.А.	923, 925, 929
Горбунов С.П.	199	Журавлёва Н.Г.	611, 612, 613, 618
Горбунова С.И.	569, 572	Журавлева О.С.	749
Горохов А.Ю.	868		З
Григорьева О.П.	1081	Завалко С.Е.	509, 547
Гриднева Е.С.	544	Завальнюк В.В.	393, 394
Гроховский В.А.	12, 377, 382, 421, 454, 456, 466	Задорожный Т.Н.	1228
Гурин А.В.	1020, 1033	Зайцев А.А.	620
Гусейнова Б.М.	668, 672	Замарина С.Ю.	27
	Д	Зарудий Ф.С.	829
Даувальтер В.А.	501, 525	Зборовский М.Э.	883
Даувальтер М.В.	501	Землякова Е.С.	396
Даудова Т.И.	658, 668, 672, 676	Зиновьева А.Б.	312, 316
Демин С.Б.	71	Зияутдинов В.С.	100
Денисова Н.Г.	1256	Золотов О.В.	246, 270
Деркач С.Р.	325, 298	Зубова Ю.В.	231
Джалалова М.И.	679		И
Джамалова Э.Б.	1216, 1220, 1224	Ибрагимов Р.Р.	887
Дзюба А.М.	873	Иваней А.А.	12, 393, 394, 1092
Дмитриев М.М.	21, 59	Иванёха Е.В.	366
Добренкова С.В.	386	Иванов А.А.	6
Добровольский А.И.	910	Иванюгин М.С.	1024, 1026
Долгопятова Н.В.	304, 322	Игумнов Р.О.	806
Долматова Е.С.	878	Ильинский В.В.	763
Доронина Е.Н.	218	Ильченко М.М.	400
Драница Ю.П.	78	Исламгереева З.А.	498
Древко Я.Б.	308	Исламмагомедова Э.А.	692
Дроздова Е.И.	602, 607, 632	Ищенко Н.А.	517
Дубров Ю.С.	162	Ищенко Н.С.	517, 521
Дубровин С.Ю.	300		
Душин В.Л.	965		

К

Казакова О.Н. 405
 Кайченев А.В. 361, 373, 1150, 1154, 1158
 Калабина Е.В. 720
 Калинина Н.Р. 575, 578
 Калитёнков А.Н. 1026, 1028, 1033, 1050
 Калитёнков Н.В. 1024, 1026, 1028, 1030, 1033, 1038, 1040, 1043, 1050
 Калитёнкова М.И. 1024, 1030
 Каменев Е.А. 187
 Канищев А.А. 525
 Кацуба В.С. 31, 1256
 Качала Н.М. 1173, 1177
 Кашулин Н.А. 501
 Квашенко В.А. 89
 Ким Э.Н. 155
 Кирилин А.Д. 286, 292
 Кирилук О.А. 12, 454, 456
 Клименко А. 382
 Клочков Д.Н. 910, 914
 Ключко Е.В. 789
 Князева М.А. 222, 227
 Кобылянский И.Г. 97, 474, 476
 Ковалев Р.М. 883
 Козлов Н.Е. 6, 195, 208
 Козлова Н.Е. 195
 Колобова О.А. 948
 Колодкин И.А. 1122
 Колодяжный В.И. 1092, 1099
 Колпакчи С.С. 29, 60
 Колпашников А.А. 623, 626
 Коновалова И.Н. 300, 319, 322
 Кончиц А.В. 892
 Кораблев В.Г. 933
 Корнев П.А. 100
 Корнюшин Ю.П. 173
 Коробицин А.А. 336, 341
 Коробко А.Н. 1036
 Коробова Е.А. 286
 Кортаев Б.А. 1228
 Корсакова О.П. 179
 Корчунов В.В. 12
 Коршунова Е.Н. 713
 Котенко С.Ц. 692
 Котов С.В. 1124
 Кравец П.П. 580
 Кривенко О.Г. 793

Кривичев А.И. 48
 Кропоткина Е.Ю. 104
 Кугий В.Б. 575
 Кудряшова М.Ю. 529
 Кузнецова Н.В. 532
 Кузьминых И.С. 967
 Кукушкина А.Н. 298
 Кумова Ж.В. 1099, 1122, 1124
 Куранов Д.Ю. 107
 Куранова Л.К. 12, 409, 414, 424
 Кучина Ю.А. 300, 304
 Кучура А.Н. 1033

Л

Лабинцева Е.В. 720
 Лавеева К.А. 113
 Лазарева И.М. 31
 Лазуренко В.В. 628
 Ларина Т.М. 613, 613
 Лебедев А.И. 1162, 1166
 Лебедь Н.Л. 34
 Левченко С.В. 973
 Леонова Ю.С. 723
 Липин Д.Е. 379
 Лискова Т.Ю. 476, 97
 Литвинова М.Ю. 725, 763
 Литова О.А. 292
 Лопатин А.С. 1166
 Луковкин С.Б. 56, 116
 Луценко Е.С. 729
 Лыжов И.И. 815

М

Магадова С.А. 654, 692
 Магомачиев А.Р. 513
 Магомедалиев А.З. 537
 Магомедалиев З.Г. 486, 541
 Магомедов Г.Г. 682
 Магомедова Е.С. 641, 650
 Майков А.Б. 965
 Макаревич Е.В. 733, 737
 Макарова И.В. 848, 896
 Makeев И.В. 938
 Малышев В.С. 840, 850, 878, 887
 Мамаев Д.В. 688
 Маринин А.А. 120, 37
 Маркова Л.А. 39
 Мартемьянова Е.С. 597, 602, 632
 Мартыненко О.В. 227, 236, 246
 Мартынов Е.В. 195
 Маслобоев А.В. 122

Маслов А.А. 361, 364, 368, 373,
1147, 1150, 1154,
1158, 1169, 1195,
1200
Махнач Е.В. 416
Мезенова О.Я. 343, 396, 405, 435,
439, 450
Мельник А.Н. 42
Мельников Д.В. 173
Меньшиков В.И. 921, 936, 938
Милкин В.И. 1028, 1030, 1033,
1036, 1038, 1040,
1043, 1050
Минин Е.Ф. 940
Минин В.Н. 796
Минченко Е.Е. 589, 636
Михлай С.А. 419
Михнюк О.В. 799, 801
Мишенева Т.К. 744
Мишинева З.Р. 741
Молчановская Т.И. 300, 749, 753
Мотов Д.Л. 288
Мотылева Т.А. 1230
Мохов Г.В. 1231
Муса Мохамед Амин 294
Мусаев М.Р. 662
Мустафин С.К. 555
Мухалев В.А. 1172
Мухаметдинов Э.М. 896
Мухаметова Р.Р. 829
Мухин В.А. 431, 804, 815

Н

Найзабаева Л. 126
Намгаладзе А.А. 218, 222, 227, 231,
246
Насурлаева З.Ю. 534, 582
Нгуен Хай Иен 427
Недоступ А.А. 944, 948, 952, 956
Нежелский П.Н. 171
Нерович Л.И. 199
Несвященко О.А. 473
Низковская О.Ф. 12, 421
Николаев В.И. 1231
Николаенко О.А. 12, 388, 45, 424
Новиков В.Ю. 304, 319, 322, 325
Новикова А.Н. 737, 758
Новикова М.В. 427
Нугуманов Н.И. 130

О

Овчинникова С.И. 806, 826
Орешкина В.М. 1104
Орлов Е.К. 956, 960
Отгесен О. 613, 611

П

Павлов И.А. 134
Панкратов П.С. 901
Панова Н.А. 808
Пасечников М.А. 965
Пахомов М.В. 620
Пахомова Н.А. 589, 593
Пашеева Т.Ю. 1107, 1113, 1120
Пашенцев С.В. 933
Пенчук А.Г. 921
Пеньковская К.В. 967
Перетрухина А.Т. 696, 717, 744
Перетрухина И.В. 725
Перетрухина И.В. 763
Петров Б.Ф. 61
Петрова И.Б. 424
Петрова Н.Е. 1122, 1124
Пивоварова А.Е. 308
Пинякина Е.В. 645
Пискунович Д.И. 431
Пластунов В.Ю. 140
Подлесный Е.В. 1133
Пожиленко В.И. 204
Пойдунов Д.Н. 767
Поликанова Н.В. 435
Полозков А.В. 952
Помахо С.В. 967
Порцель Н.А. 149
Потапов П.П. 439
Похольченко В.А. 12, 443
Похольченко Л.А. 811
Прохоренков А.М. 1173, 1177, 1181
Прохоров Б.Е. 246, 270
Путинцев Д.Н. 312, 316
Путинцев Н.М. 304, 312, 316, 322
Пьянова С.В. 446
Пятси А.Х. 1020

Р

Радченко А.В. 355
Рамков И.А. 916, 970
Ремезовский В.М. 1185
Рожков А.С. 1233
Розенштейн М.М. 973
Рысакова К.С. 815

Рябченко Р.Б.	936	Тропин Б.Л.	988
		Труфанов А.Г.	783
		Тюрина Л.А.	829
	С		У
Сабирова Я.М.	898	Ухова У.Ю.	292
Сабуров И.В.	1181		Ф
Саватеев Д.А.	1187, 1191	Файзуллова Ю.Ф.	464, 466
Сазанов В.А.	1043	Фёдоров А.В.	158
Салихов Ш.К.	537	Федотов Д.В.	51, 54
Саморядова О.В.	424	Федотова О.В.	308
Самсонов А.В.	1129	Филатова В.Т.	212
Самчик Л.В.	910	Филлипов О.А.	155
Санаев А.И.	977, 984	Фогилев В.А.	1006, 1026
Сандимиров С.С.	501	Фокин В.А.	783
Сарлаев В.Я.	988	Фофанова А.Ю.	552
Семенихина М.Е.	639		Х
Семенова В.В.	541	Хабибуллин Р.Г.	896, 848
Семенова Е.Ю.	771	Хайруллина В.Р.	308, 829
Сергеев К.О.	1133	Халалмагомедов М.А.	676
Сергеева Н.С.	464, 466	Халилова Э.А.	692
Серов А.В.	938	Хамзина А.К.	458
Сидоренко В.Н.	48	Харенко Е.Н.	155, 347
Сираев Р.З.	848	Хохлова Л.И.	56
Сиротюк А.А.	916		Ц
Систер В.Г.	544	Цветкова Е.Е.	290
Скапец О.В.	450	Цихановский Д.Ю.	443
Скиба Г.С.	282	Цыновкин А.С.	162
Скрябин А.В.	153		Ч
Скрябин И.А.	820	Чекушина Е.В.	495
Слепухин Ю.А.	901	Черкесова З.Н.	1251
Смирнов О.В.	820	Черненко К.	377
Смирнова Е.Б.	824	Черноус С.А.	1024, 1026, 1028, 1030, 1050
Снегерова М.Н.	319	Чистякова М.А.	1124, 1140
Совлуков А.С.	1195, 1177	Чубарова И.В.	799
Сопина А.В.	155	Чурилов В.Л.	1129
Сорохтин Н.О.	195, 208		Ш
Степаненко В.В.	431	Шавырина О.А.	290
Степанова Н.В.	312, 316, 322	Шамина М.Г.	292
Степанова Н.Л.	529	Шамсутдинова А.И.	555
Столяренко А.И.	1137	Шарипова С.Х.	294
Суднин В.М.	990	Шарыгина Я.И.	460
Суслов А.Н.	998, 1046	Шатохин Б.М.	914, 1009
Суханов А.И.	1002	Шашкова Е.В.	833
	Т	Швейкина К.С.	753
Телицына М.А.	454, 456	Шеховцев Л.Н.	1010
Тимакова Л.И.	826	Широнина А.Ю.	325
Тимофеева М.Г.	179		
Ткаченко М.Л.	294		
Толсторебров И.Н.	12		
Треашер Дж.	613		
Третьякова С.Ю.	547		

Шишко А.Л. 1239
Шиян А.Ф. 1252
Шиян П.А. 1252
Шкуратов П.П. 804
Шокина Ю.В. 12, 332, 336, 341,
464, 466
Шорников В.П. 887, 905, 906
Шутов А.В. 474, 476, 97
Шутов В.В. 977, 988

Юдин Ю.И. 918
Юшкевич Е.Е. 166

Ю

Я

Яковлева Л.В. 883
Янгазитов М.Н. 1210, 1216, 1220,
1224, 1230
Яхияев М.А. 537
Яценко В.В. 364, 368, 1147,
1195, 1200