



Государственный Комитет Российской Федерации по рыболовству
Мурманский государственный технический университет (МГТУ).
Кольский научный центр Российской академии наук (КНЦ РАН).
Мурманский морской биологический институт (ММБИ).
Полярный геофизический институт (ПГИ). Университет Тромсе
(Норвегия). AGH - Научно-технический университет Akademia
Gorniczo-Hutnicza (г. Краков, Польша).
Finnish Meteorological Institute (FMI).



Международная научно-техническая конференция

НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2008

(2 -10 апреля 2008г.)

Мурманск
2008

Наука и образование – 2008

[Электронный ресурс] / МГТУ. Электрон. текст дан. (20 Мб). Мурманск: МГТУ, 2008. 1 опт. компакт-диск (CD-ROM). Системные требования: PC не ниже класса Pentium I; 32Mb RAM; Свободное место на HDD 20 Mb; Windows 9x, 2000, XP; Дискковод CD-ROM 2-х и выше. – Материалы международной научно-технической конференции «Наука и образование – 2008» - электронный текст подготовлен ФГОУВПО «МГТУ»

НТЦ «Информрегистр» 0320800238 от 21.01.08 г.

20 Мб

Оптический диск

Международная НТК "НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ-2008" проводилась при финансовой поддержке Департамента экономического развития Мурманской области в рамках региональной целевой программы "Развитие науки, научно-технической и инновационной деятельности в Мурманской области на 2006-2008 годы".

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

НТЦ «Информрегистр» 0320800238 от 21.01.08 г.

© Мурманский государственный технический университет, 2008

Список секций конференции

Пленарное заседание «Наука и образование»	1
Секция «Технологии дистанционного обучения»	17
Секция «Математическое моделирование, численные методы и программные разработки»	73
Секция «Фундаментальные проблемы геологии Кольского полуострова и шельфа Баренцева моря»	178
Секция «Геофизические процессы в Арктике»	212
Секция «Химия»	272
Секция «Экология и защита окружающей среды»	332
Секция «Современные проблемы биологии»	418
Секция «Биоэкология»	451
Секция «Микробиология»	525
Секция «Биохимия и медицина»	591
Секция «Энергетика и транспорт»	660
Секция «Безопасность мореплавания и промышленное рыболовство»	717
Секция «Радиотехника и радиосвязь»	795
Секция «Техническая эксплуатация флота»	822
Секция «Автоматика и электрооборудование судов»	881
Секция «Физические процессы шельфовых нефтегазовых производств и технологий»	922
Секция «Военная подготовка в вузе»	948
Авторский указатель	974

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ»

Пленарное заседание «Наука и образование»

КОЗЛОВ Н.Е., ИВАНОВ А.А. Инновационная экономика и НИОКР в АФ МГТУ	3
КАМЕНЕВ Е.А. Утилизация отходов обогащения руд – вклад в смягчение экологической напряжённости в регионе.....	7
SMAIL MENANI, LIU YANG, DAMS JOHAN, JUKKA MATILA, JANI AHVONEN. Enhancement of the Botnia RoboCup Soccer Team	10

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА И НИОКР В АФ МГТУ

Козлов Н.Е., Иванов А.А. (*Апатиты, Апатитский филиал МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых, e-mail:kozlov@afmgtu.apatity.ru*)

Abstract. Questions of improvement of quality of a life due to development of a science, application of new innovative mechanisms and roles in the decision of these problems of integration of a science and higher education are discussed. Examples of realization of it are resulted at performance of the research and developmental works spent in Apatity branch of MSTU as teachers, and students.

Одной из главных целей научно-технической политики стал рост национальной конкурентоспособности, а на этой основе повышение качества жизни нации за счет развития науки, применения новых эффективных технологий, инновационных механизмов, постоянного роста квалификации кадров и обеспечения лидирующих позиций на мировых рынках тех или иных видов товаров и услуг.

Объекты интеллектуальной собственности – разумеется, в их современном понимании – во все большей мере становятся основой прогрессивного развития любой национальной экономики. Именно они во все большей мере генерируют научно-технический прогресс и обеспечивают промышленно-экономический рост. Об этом наглядно свидетельствуют технологические и социально-экономические достижения наиболее динамично развивающихся стран, как Запада, так и Востока.

Интеграция науки и образования, концентрация усилий научных организаций на разработке современных наукоемких технологий и обеспечении новациями ведущих отраслей экономики являются чрезвычайно актуальными для устойчивого развития России. Конкурентоспособность российской экономики определяется, и будет определяться тем, как активно мы создаем и используем научные открытия, наукоемкие изобретения и инновационные технологии, насколько быстро и масштабно они становятся эффективными ресурсами развития отечественного рынка.

Важно, что проблема интеграции науки и образования перестала интересовать только узкий круг людей, которые занимаются ею в силу профессиональных обязанностей или интересов. И не случайно в одном из своих ежегодных посланий Федеральному Собранию Президент Российской Федерации В.В. Путин подчеркнул, что развитие вузовской науки и крупных научно-образовательных центров должно стать приоритетной задачей на ближайшие годы. Он назвал переход к инновационному пути развития главной задачей Правительства. Можно думать, что интерес к вопросам научно-технической и инновационной политики не ослабнет и после выборов, поскольку Д.А. Медведев, выступая как претендент на пост Президента РФ с программой, также широко обсуждал вопросы инноваций.

В этой связи следует вспомнить о вузовской науке. Ведь во всех передовых странах наука развивается, прежде всего, в университетах и приносит огромный доход – и прямые финансовые результаты, и косвенные эффекты, стимулирующие развитие экономики знаний. Мировой опыт показывает, что традиционная роль вузов – передача обществу знаний в форме обучения и подготовки специалистов для удовлетворения потребностей экономики – хотя, безусловно, и необходима, но во все большей мере становится явно недостаточной. Современный университет может и должен оказывать непосредственное влияние на социально-экономическое развитие. Сегодня в числе первостепенных задач большинства государств – развитие и поддержка фундаментальной науки и университетского образования. Фундаментальные

исследования остаются приоритетными направлениями развития отечественной вузовской науки. Наряду с Российской академией наук высшая школа является частью научного сообщества Российской Федерации и обеспечивает проведение фундаментальных исследований, имеющих стратегическое значение для экономического и социального развития страны.

О возрастании внимания к сфере научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) на высшем уровне управления свидетельствует то, что на совместном заседании Совета Безопасности РФ, Президиума Государственного Совета РФ и Совета по науке и высоким технологиям при Президенте РФ были одобрены «Основы политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 г. и на дальнейшую перспективу». Кроме того, были утверждены «Основные направления государственной инвестиционной политики Российской Федерации в сфере науки и технологий». Значение развития инноваций, сферы НИОКР и высоких технологий для России постоянно подчеркивается в выступлениях Президента Российской Федерации и других руководителей страны.

Анализируя показатели последних лет, можно отметить, что наметился некоторый рост расходов на НИОКР, как в относительном, так и абсолютном выражении. Они составляли, по данным Госкомстата России, в 2001 г. 1,16%, в 2003 г. – 1,28% и в 2005 г. – 1,36% от ВВП (значительно выше, чем в 1995 г. – 0,79%). Однако этот рост, по сравнению с многократным спадом в период 1992-1998 гг., пока еще недостаточен. Как отмечается в Правительстве Российской Федерации, выделенных средств явно недостаточно для обеспечения современного уровня исследований и разработок, сохранения уникальных установок, исследовательского флота, научных коллекций и др., а также для обеспечения техногенной безопасности научных и промышленных объектов. В отличие от промышленно развитых стран, активно наращивающих научно-технологический потенциал, Россия пока не может выйти из затяжной стагнации в этой сфере.

К сожалению, в России наука, образование и производство пока разорваны и этот разрыв, как минимум, не сокращается. А следовательно, происходит и разрыв инновационного цикла - разрабатываются невостребованные продукты, а необходимые технологии, напротив, не реализуются; при всем при этом для осуществления инновационной политики банально не хватает специалистов. Можно привести пример успешного сотрудничества с университетами в соседней Финляндии. Госбюджетное финансирование деятельности ун-тов производится через Минобразования Финляндии. 65% этих средств расходуется на обучение студентов, а 35% – на проведение научных исследований. При этом, характерной чертой последних лет является значительный рост финансирования университетской науки различными заинтересованными организациями и фондами, а также частным бизнесом. Основные источники «внешнего» финансирования: Академия Финляндии, Финское национальное агентство по развитию технологий, различные фирмы и предприятия.

Для России одним из возможных вариантов закрытия подобного разрыва являются университетские научно-учебно-инновационные комплексы (УНИК), охватывающие весь цикл «наука – образование – проектирование – инновации – инвестиции – производство». Создание и развитие деятельности университетских комплексов является одной из приоритетных задач в модернизации системы образования страны. В настоящее время определились основные признаки университетских комплексов. Это: обеспечение единства учебной, научной и инновационной деятельности; существенное влияние университета на культурную, социальную и экономическую жизнь региона; реализация взаимосвязанных образовательных программ различных уровней и направлений.

В вопросах развития инновационных процессов Мурманская область работает достаточно активно. Как говорил на совещании в Министерстве регионального развития (МРР) Российской Федерации заместитель губернатора Мурманской области, главная цель стратегии социально-экономического развития Мурманской области на период до 2015 года – обеспечить постепенный переход от сырьевой направленности экономики к инновационной, с усилением транзитной роли региона, обеспечивающей его конкурентоспособность. Он сообщил, что регион был одним из первых в РФ, где была разработана долгосрочная стратегия социально-экономического развития на 2001-2015 гг. И хотя в сложный для страны переходный период 90-х годов в Мурманской области падение роста производства было на 11% выше, чем в среднем по стране, уже с середины 90-х годов практические действия правительства региона были направлены на поиск путей стабилизации и восстановления производства в ведущих отраслях промышленности. В области намечен ряд мероприятий, направленный на развитие инновационной деятельности и освоения высоких технологий производственным комплексом региона. Представляется, что здесь высшая школа должна занять достойное место. В МГТУ, как вузе технической направленности, вопросам инновационной деятельности уделяется достаточно большое внимание и Апатитский филиал университета (АФ МГТУ), как его частица, старается не отставать от его ведущих факультетов.

В АФ МГТУ связь науки и образования была изначально тесная. Что же касается связи с производством, то здесь можно желать лучшего. И создание некоторой инновационной структуры по типу УНИК могло бы стать в дальнейшем возможным шагом развития существующего сегодня Учебно-научного центра. При этом понятно, что основные усилия в нашем случае необходимо будет прилагать к формированию полноценного инновационно – технологического модуля.

При этом в ВУЗе, как производителе инновационной продукции, подразумевается решение задач по развитию внутренней инфраструктуры, в частности: создание на базе ВУЗа и с его участием малых предприятий наукоемкого бизнеса, основной задачей которых являются эффективные коммерциализация и использование инновационного потенциала ВУЗа; передача части результатов инновационной деятельности в учебный и научный процессы. Кроме того, важной задачей является формирование инновационного менталитета сотрудников и студентов, и некоторые другие. Эти задачи - дело будущего, но нам надо начинать над ними думать.

Кафедрой геологии АФ МГТУ уже второй год последовательно разрабатываются темы НИОКР, связанные с изучением закономерностей распределения углеводородного сырья в образованиях Кольского полуострова, к выполнению которых привлекаются преподаватели, имеющие высокую профессиональную подготовку. Следует пояснить, что бурение глубоких параметрических скважин в окраинной зоне Баренцевоморского шельфа является важным этапом изучения геологического строения и оценки перспектив нефтегазоносности и металлогении как древних осадков, так и протерозойско-архейских кристаллических пород фундамента. Исследования по этой тематике выполняются в рамках научного направления МГТУ «Фундаментальные проблемы геологии Кольского полуострова и Арктического морского шельфа».

Бурение опорной скважины на северо-западе Кольского полуострова,, проведенное производственными организациями, позволило получить принципиально новые материалы с глубоких горизонтов осадочного чехла и верхней части гранито-гнейсового слоя земной коры. Необходимость постановки комплексных геолого-геофизических исследований разреза скважины была продиктована как задачей общего геолого-геофизического изучения территории полуострова, так и проблемой выбора

новых участков для постановки разведочного бурения на углеводороды. Достоверная оценка возможной природы глубинных геофизических границ в верхней коре должна обеспечить корректную геологическую трактовку всевозможных новых геофизических данных, так чтобы в дальнейшем модель среды можно было строить не на основе некоторых гипотетических представлений, а опираясь на реальные физические параметры среды нашего региона исследований.

Полученные новые обобщенные данные по реальным физическим свойствам горных пород позволили обоснованно подходить к геологической трактовке сейсмических материалов при выполнении новых поисковых работ, проводимых на углеводороды. Проводимые работы планируется продолжить в ближайшем будущем. Работы ведутся на хоздоговорной основе, что позволяет филиалу зарабатывать средства на совершенствование учебного процесса.

Примером привлечения к инновационной деятельности студентов является работа, проводимая на кафедре Горного дела. В рамках УНЦ действует семинар «Создание, развитие и совершенствование систем автоматизированного проектирования и планирования открытых и подземных горных работ, моделирования основных технологических процессов при отработке месторождений, моделирования и управление действием взрыва, моделирование и управление воздушными потоками при проветривании систем горных выработок, моделирование напряженно - деформированного состояния массива пород и компьютерного моделирования процессов обогащения».

В 2006-2007 г.г. в УНЦ за счет средств, выделенных по программе РАН, обучались 14 студентов базовых кафедр ГоИ КНЦ РАН, большинство из которых являются студентами Апатитского филиала МГТУ. Обучение сочеталось с исследовательской работой студентов на договорной основе в рамках тем НИР Горного института. В дополнение к уже традиционным направлениям исследований в настоящее время создается новое, связанное с решением задач освоения шельфовых месторождений углеводородного сырья. На базе корпуса опытных работ и установок Горного института КНЦ РАН создается лабораторный кабинет геомеханики с целью проведения как практических занятий, так и исследований физико-механических свойств руд, пород, хвостов обогатительных фабрик и металлургических шлаков. Для работы лабораторного кабинета закуплены мебель и научное оборудование – комплект ультразвуковой аппаратуры. Есть все основания надеяться, что в перспективе это направление сможет приносить филиалу и некоторую прибыль.

Другим интересным начинанием и новой формой привлечения к инновационной деятельности студентов филиала является работа с производственными организациями в плане целенаправленного заказа последними дипломных работ по определенной тематике. Здесь уже имеются и некоторые материальные результаты. Так, в 2008 году на кафедре геоэкологии выполняются две дипломных работы., тематика и название которых были определены заказчиком – ЗАО «Федорово Рисорсес» Компания приняла на себя обязательства не только оплатить работу студентов, но и оказать поддержку филиалу в приобретении некоторых программных продуктов. Таким образом, фактически студенты совместно с преподавателями – руководителями дипломных работ, зарабатывают средства для развития вуза.

Без сомнения, то, что делается в филиале в плане развития инновационной деятельности - лишь первые шаги. Главное для нас – продолжать движение в этом направлении.

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ РУД – ВКЛАД В СМЯГЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРЯЖЁННОСТИ В РЕГИОНЕ

Каменев Е.А. (*Апатиты, Институт экономических проблем
им. Г.А. Лузина КНЦ РАН*)

Максимально полное извлечение из недр добываемых руд и комплексное использование всех содержащихся в минеральном сырье ценных компонентов является одной из актуальных проблем рационального недропользования. Положительное решение этой проблемы способствует повышению экономической эффективности горнопромышленного производства и смягчению экологической напряжённости в районах размещения добывающих и перерабатывающих предприятий.

Показательным примером в этом отношении является деятельность Ковдорского ГОКа, который с 1962 года успешно разрабатывает одноименное месторождение комплексных апатит-магнетит-бадделеитовых руд. За этот период из недр извлечено более 500 млн т руды, из которой выработано 190 млн т магнетитового концентрата (МК), более 40 млн т апатитового (АК) и 100 тыс. т бадделеитового (БК) концентратов.

До 1975 года предприятие специализировалось только на выпуске магнетитового концентрата, а отходы магнитной сепарации, содержащие апатит (P_2O_5) и бадделеит. (ZrO_2) складировались в специальное хвостохранилище. В результате выполненных в 1976-1995 годы геологоразведочных работ и технологических исследований была установлена возможность промышленной переработки отходов обогащения по освоённой технологии дополнительных объёмов АК и БК.

С началом экономических реформ спрос на ковдорский магнетитовый концентрат снизился в два раза (при увеличении потребности в дефицитных АК и БК); соответственно сократились и объёмы добычи руды в карьере. Таким образом, если снижение объёмов производства МК явилось следствием его невостребованности на внутреннем и мировом рынках, то сокращение выпуска АК и БК оказалось вынужденным, т.к. питанием цикла апатитовой флотации и гравитационной сепарации служат отходы основного производства.

Сложившаяся ситуация стимулировала вовлечение в освоение накопленных к этому времени в хвостохранилище отходов переработки руд.

По материалам детальной геологической разведки, технологических испытаний в опытно-промышленном масштабе и экологических исследований балансовые запасы Ковдорского техногенного месторождения апатит-бадделеитовых песков были приняты на государственный баланс в количестве 68,2 млн т, содержащих 20 млн т апатита и 175 тыс. т бадделеита.

Выполнена оценка совокупного воздействия освоения техногенного месторождения на природную среду. Установлено, что сами по себе складированные отходы не представляют дополнительной опасности, за исключением отчуждения земельной площади. Техногенные пески не подвержены пылению как в естественном залегании, так и при добыче и транспортировке к на обогатительную фабрику. Следовательно, отработка месторождения не окажет отрицательного воздействия на экологическую ситуацию в регионе. Наоборот, выемка отходов прошлых лет освободит для повторного использования подготовленное ложе хвостохранилища для складирования будущих отходов без отчуждения дополнительных земельных площадей.

По показателю экологической безопасности ковдорский апатитовый концентрат (ЭП=0,4) является наиболее экологически чистым среди других видов минерального сырья для производства фосфатных удобрений, производимых в мире (для сравнения: хибинский АК – 1,5; фосфоритовые концентраты: каратауский – 1,2; марроканский – 2,9; алжирский – 4,3).

Месторождение введено в эксплуатацию в 1996 г. Результаты детальной разведки и последующего промышленного освоения техногенного месторождения свидетельствуют о высокой рентабельности и экономической предпочтительности выпуска АК и БК из отходов обогащения по сравнению с технико-экономическими показателями получения аналогичной продукции из основных руд Ковдорского месторождения. Вовлечение их в разработку позволило переориентировать производство на получение высоколиквидных продуктов, которые относятся к стратегическим видам минерального сырья в России.

Процесс добычи и обогащения техногенного сырья формируется в рамках действующих мощностей, техники, инфраструктуры и трудовых ресурсов с необходимыми корректировками без привлечения дополнительных материальных затрат. Применение раздельной технологии добычи и переработки руд из карьера и отходов из хвостохранилища позволило стабилизировать оптимальную структуру производства и не только предотвратить сокращение выпуска АК и БК, но и более чем удвоить их производство, пользующегося неограниченным спросом на внешнем рынке.

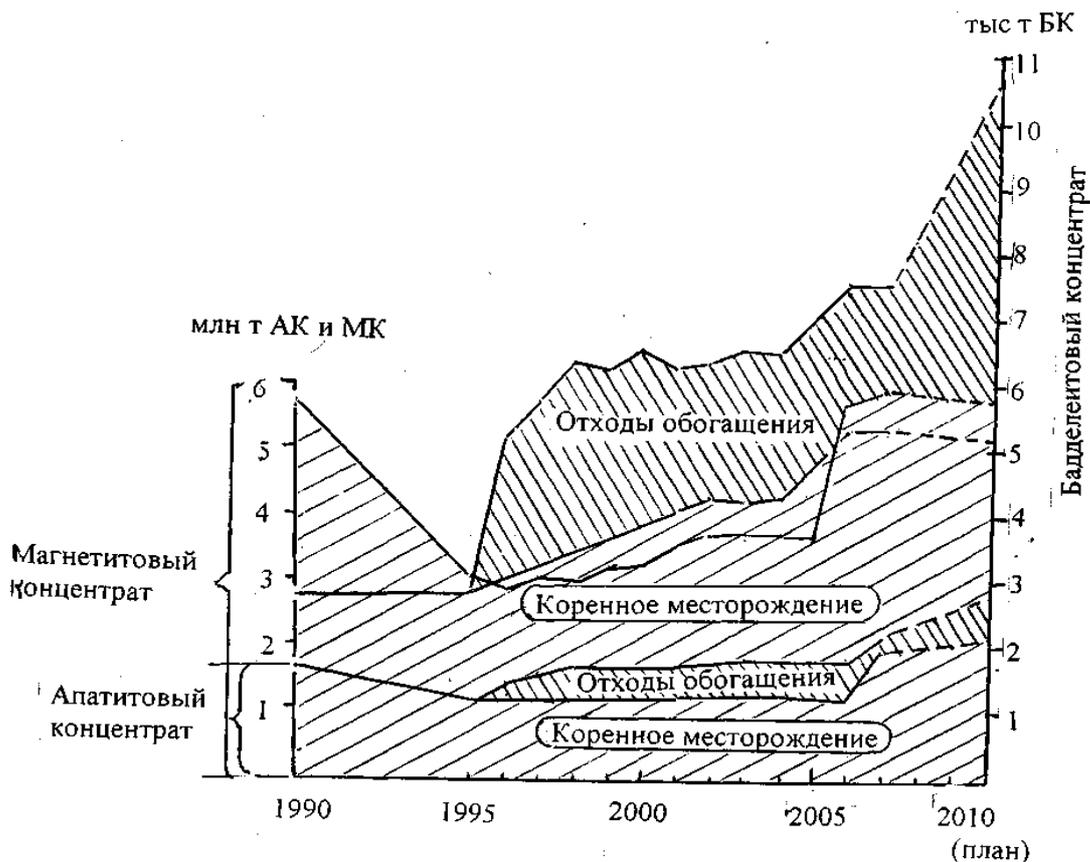


Рис. 1. Динамика производства апатитового (АК), бадделеитового (БК) и магнетитового (МК) концентратов из коренного месторождения и из отходов обогащения за 1990-2007 годы

Концентраты: 1 – бадделеитовый; 2 – магнетитовый; 3 – апатитовый.;
4 – увеличение объёмов выпуска АК и БК за счёт переработки отходов обогащения

Внедрение в разработку техногенного месторождения апатит-бадделеитовых песков принципиально изменило структуру стоимости выпускаемой Ковдорским ГОКом товарной продукции. По сравнению с 1990 годом доля МК сократилась в 1,8 раза за счёт увеличения долей АК (в 1,9 раза) и БК (2,7 раза) и в настоящее время составила соответственно (отн. %): МК – 44%, АК – 48%, Бк – 8% (рис. 1).

Выполненный по инициативе и за счёт средств Ковдорского ГОКа комплекс разведочных работ, технологических испытаний и освоение отходов обогащения апатит-магнетитовых руд в качестве дополнительных ресурсов апатит-бадделеитового сырья для компенсации выбывающих мощностей основного производства является своевременным инженерным решением важной народнохозяйственной задачи.

ENHANCEMENT OF THE BOTNIA ROBOCUP SOCCER TEAM

Smail Menani, Liu Yang, Dams Johan, Jukka Matila, Jani Ahvonen

(Vaasa University of Applied Sciences, Finland, e-mail: Smail.menani@puv.fi)

Abstract. The Botnia 2005 prototype showed many design and implementation errors and weaknesses. An investigation of the Botnia 2005 old design is carried out to study the possibilities of improvement. In the previous design, the global vision was not reliable and the motion control of the robot was poor. Other important technical problems were also taken into consideration such as loss of power, dribbling and kicking systems as well as safety issues. In this design a robust high precision global vision system is implemented and the PID Motion Control System is improved. A new PCB is designed and better Electronic components are used to reduce the power consumption and extend the life of the batteries. In the new model, a second RF channel is added and the communication protocol is improved to increase the communication speed and reduce recovery delays. The new design proved to be efficient and good results were obtained.

1. Introduction

RoboCup is an international project that covers computer vision, artificial intelligence, robotics and other fields. RoboCup is organized in three main areas: 1) RoboCupSoccer, 2) RoboCupRescue, and 3) RoboCupJunior. RoboCupSoccer is the most challenging and it is divided into 5 leagues: 1) Simulation, 2) the Small-size robots, 3) the middle-size robots, 4) the fourlegged robots, and 5) Humanoid. This paper gives a description and improvement of the Botnia RoboCup Soccer team.

2. Overview of the Botnia RoboCup

The RoboCup System installation is shown in Figure 1. The Botnia Robot soccer Team is composed of 5 systems. The mobile robots; 2) the off-board control system; 3) the transmission System; 4) the Simulation System and 5) the vision system.

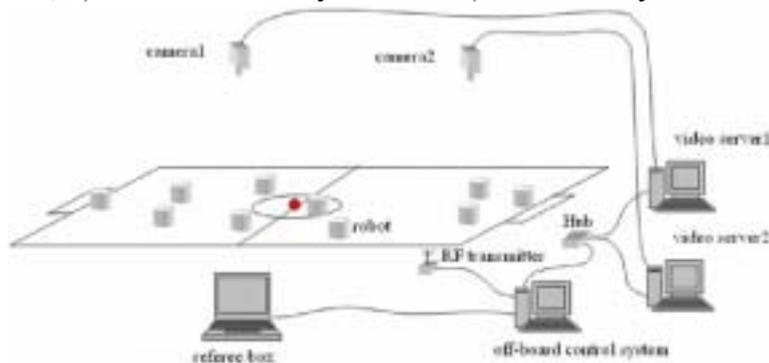


Figure 1: Botnia RoboCup System installation

2.2 The Mobile robots Hardware

Botnia mobile robots are designed based on the f-180 small-size RoboCup league rules [1]. Each robot must fit inside a cylinder of 180 mm diameter and no more than 150 mm high. Hence each part of the robot must be designed carefully to fulfill this rule. The hardware of the robot is mounted on three Omni-directional wheels situated at 120 degrees from each other. The wheels are driven by three Faulhaber 12V DC motors with built-in encoder and gear box. In previous design, low resolution encoders were used which has created control instability at high speed. At high speed, the encoder generates a constant error which is permanently increased by the integral action of the PID controller and drives the robot to

instability. To solve this problem a software reset is used in the control loop. Because the control loop resets too often and this may have a big draw back on power and can cause failure to other components (Some robots were burn out during competition); a higher resolution encoder is then used. Other change is the power supply circuit. Previous design uses just a linear regulator which is not recommended for battery powered system due to their low power efficiency. A switching power regulator is then selected and used in the new design.



Figure 2: The PCB of the Botnia 2005

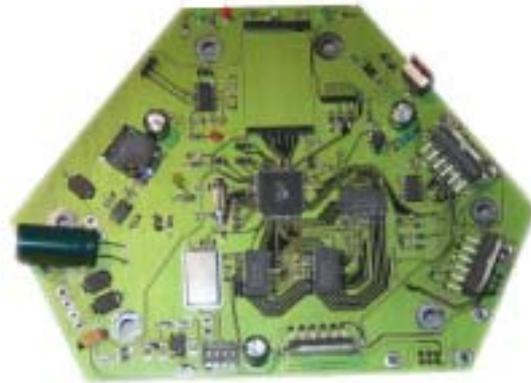


Figure 3: a 4 layers PCB of the new Botnia robot

The 2006 RoboCup new rules require that, each team must have at least two communication channels. With the selected RF module, it was not possible to use the old microcontroller. It was necessary then to upgrade to a new microcontroller. This change is very costly, because it leads to a complete change in the circuit board and rewrite complete new software for it. Another important change is also made to the motor drives. In the previous design, the motor drivers sink too much current and generate too much heat which causes excessive power loss and in some cases failure in some components. With the mechanical vibration of the robot, and the excess heat generated by the motor drivers some of the pins can loose contact with their traces on the PCB. This happen quiet often when the robot get stuck with the opponent robot or when the robot is driven with full speed. The traces of the old PCB are also not appropriate for such application, Figure 2. In the new design better motor drivers are used, and the traces of the PCB which are supposed to draw a relatively high current flow are increased in width. With the new motor drivers, and improvement in the PCB, the robots can run with full speed and the temperature of the components remains within accepted range. The HW of the Botnia 2005 robots is composed of two PCB boards with DIP type electronic components. The first PCB carries the microcontroller and transmission electronics and the other carries motor drivers, the power supply and the PID controller electronics. The two boards are interconnected with row type connectors. In the new design all electronic components are SMD and built on a single PCB to avoid any loose contact between the boards, Figure 3. But the kicking and dribbling control circuit is built into a separate board because of safety reasons.

2.3 The kicker

The kicker of the botnia 2005 robot is made simply with three cylindrical bars of aluminum which rotate together around a common axis. The kicker is controlled by a small DC motor. A kick occurs each time the ball is at the vicinity of the rotating bars and a command to kick is sent by the strategy server. This kicker is inefficient, because of the delay caused by the video processing and AI system (about 25 ms). This makes it impossible to have a kick during a game. Even, if the ball is kicked, there is not enough power for the ball to travel fast enough.



Figure 4 the kicker of the botnia 2005 robot

A completely different kicker mechanism is used with the botnia 2006 robots. Without going into the details; the new kicker is composed of the direct kicker and chip kicker. The direct kick allows the ball to travel horizontally while with the chip kick, the ball can be projected with an angle of approximately 45 degrees see figure 5. To provide enough power for the kicker, a carefully selected electromagnetic solenoid is used with a well designed electric circuit. In order that the ball acquire enough acceleration, the kicker circuit takes in the 12 V Dc voltage from the battery and converts it to 300V DC source (It can be less, but a large amount of power is lost due to the weakness in the mechanical design of the Botnia 2006 Robots). The kicker circuit is rather complicated, because of the anti-electrical shock circuit to prevent any kind of electrical injuries.

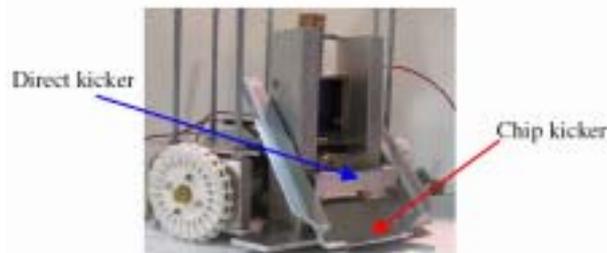


Figure 5: The kicker of the botnia 2006 Robots

A ball detector circuit is designed to allow the kicker to be activated only when a kick command is sent to the robot and the ball is in contact with the kicker device.

2.4 Vision System

The vision system is based on Doraemon video server by Jacky Baltes. The vision system is developed on a Linux platform and is composed of the following modules: 1) camera calibration, 2) field mapping and masking, 3) color training 4) object search and 5) data broadcasting modules. The vision system processes images and broadcasts realtime data with very high accuracy, while resisting dramatic changes in environmental lighting condition.

2.4.1 Camera Calibration

A common problem to machine vision in general and to RoboCup in particular is the variability in lighting conditions and the representation of the tri-spectral physical images to a numerical representation of an object [2]. A single camera can only capture part of a half field. To capture the whole field, two cameras with wide angle lens are needed. Geometric distortion and other errors introduces by the camera requires from the vision system to find the relationship between the real physical object coordinates and the co-ordinates of the symbolic object. In RoboCup, this method is known as camera calibration. To reduce the errors caused by the geometric distortion, Tsai's camera model is used with known geometric pattern on the field to estimate the positions of the real objects.

Figure 5 The Pattern used by the old vision system.



The calibration pattern used by the old vision system is a 2D pattern and consists of a paper board of 48 black squares, which are positioned on the top surface of the soccer field as described in Figure 5. This 2D calibration pattern allows easy and relatively fast calibration but position errors can be significant (10mm to 30mm). This is not tolerated in a real game. In RoboCup, the robots are 10 to 15cm high and the ball is 3.5 cm high. A 2D calibration pattern can't provide all information needed for the Tsai's camera model to estimate the positions of real 3D objects. The botnia 2006 vision system uses a 3D calibration pattern as shown in figure 7 to provide 3D known data points to allow the Tsai's camera model to estimate real object's position more precisely.

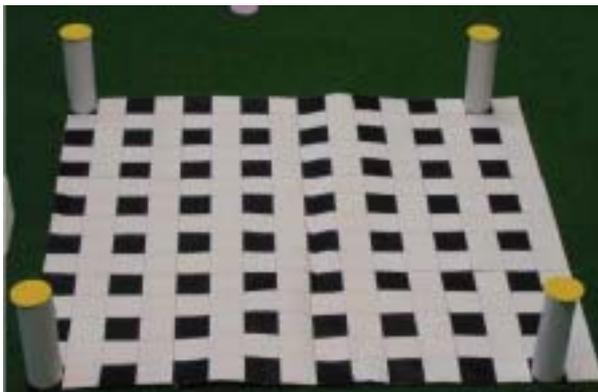


Figure 6 the initial 3D calibration pattern



Figure 7: The actual 3D calibration pattern

The initial pattern for the camera calibration is shown in Figure 6. Notice the bars on the corners. They are 15 cm high, the same high of the new robots. The current calibration pattern is shown in Figure 7. This pattern has all 3D sample points distributed evenly around the field. This gives better calibration result than the previous one. The maximum position error is now around 7mm to 10mm.

2.4.2 Field mapping and Masking

Filed mapping consist of calculating the rotation matrix of four selected corner points and set the x-y coordinates origin on the field. Four corner points are dragged on the field with the left top corner selected as origin (See figure 8). The image to real world conversion is done according to these field mapping points. Any point below the origin will have negative coordinates. The box lines connected to the corners show the estimated projection of 3D coordinates on the 2D image. That way the user could also inspect the quality of the camera calibration. If the calibration result is good, the projected lines will match the boundary of the

field. The reference origin could also be changed easily to a different corner by just rotating the box. For field masking, all the unwanted boundary areas of the field are masked. Object search modules avoid these masked areas for color search.



Figure 8: Field Mapping

2.4.3 Color Training

Color training means selecting the real objects pixels from live video image and getting the threshold values for each pixel and forming the threshold range. Computer vision based on unconstrained RGB space is highly sensitive to lighting conditions, thus the same colored objects may not match with their models. Fortunately, the colors defined by the RoboCup committee are located at corners of the RGB color space [Thomas Charles Karpati]. To limit the RGB color space, Rmin-Rmax, Gmin-Gmax, and Bmin- Bmax can be used. This would give accepted results for fixed lighting and normal usage. But in RoboCup the lighting changes extensively. In order to differentiate more colors under a wide range of lighting, a much tighter set of threshold is required. The RGB differences (1) and RGBratio (2) thresholds are used

$$\begin{aligned} & (R-G)_{\min} - (R-G)_{\max} \\ & (B-G)_{\min} - (B-G)_{\max} \\ & (G-B)_{\min} - (G-B)_{\max} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} & (R \text{ ratio})_{\min} - (R \text{ ratio})_{\max} \\ & (G \text{ ratio})_{\min} - (G \text{ ratio})_{\max} \\ & (B \text{ ratio})_{\min} - (B \text{ ratio})_{\max}. \end{aligned} \quad (2)$$

This threshold range is being used in color search process Figure 9.



Figure 9: Color training tool

The user usually sets the threshold range manually by adding as much pixel values as possible to represent all possible matching colors.

2.4.4 Object search

Edge detection is a common method used in object recognition but it is a time consuming. To make it practical for RoboCup, the method is simplified to color detection applied to limited regions of the image and not to the whole image, Figure 10.

Original Image Edge Detection Colour Detection

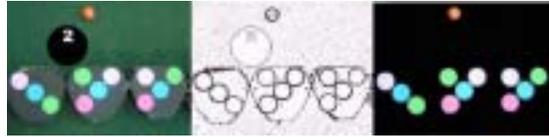


Figure10. Color pattern and object detection methods

This is possible by selecting a predefined color pattern for each object (Ball, Robot 1, Robot 2 ...etc). Each robot is defined by one reference color, two identification colors and one orientation color (figure 11). Identification color markers are placed at the exact location on the robot and are searched only in these specific areas. The pixels in the whole image are scanned for the reference colors of all objects. When the reference color is matched, its center point is calculated and the same process is then repeated for the related ID and orientation colors to completely identify a robot. Then line equation of the center points is used to calculate the robot orientation.

But this is not required for the ball object, because it has only one color of interest. Same applied for the opponent objects.

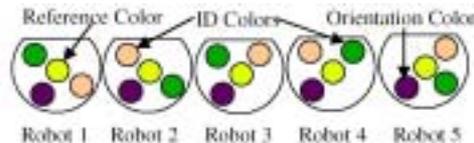


Figure 11: Robot Identification pattern

There are 11 objects to be identified in each frame of image. The total time required for all objects detection is around 30ms. There are 33ms between 2 consecutive frames. Objects on the field can travel with an average speed of 2 m/s. In 33ms an object can move 66mm. Hence the same color object in the current frame is located within a region of a radius of 70mm compared to the previous frame. After the initial time full image scan, the object search can then be limited to an area of 70mm in radius. This has a great improvement in the object search algorithm. The time for detecting all objects is reduced by 85% or 5ms. The average image processing time is ~10 ms. This is the combination of a region search which is ~5 ms and a full scan search ~20ms. Under normal conditions only a region search is being used which means most of the time, the processing time is ~5 ms. The radius of the search area can change depending on the speed of objects.

2.5 Botnia off Board Control System

Figure12 shows the off board control system. It includes the testing and monitoring modules and a simulation interface. The monitoring module is used to select game strategies, test the robots, follow the game progress and set the game parameters (i.e. the real size of the playing field, defense line, maximum robot speed, etc). The purpose of the simulation is to set a current strategy, simulate the execution of the AI module before the start of the game or during time-out, monitor the behavior of individual agent, and display debugging messages from the agents.



Figure 12: Off board control System

3. Conclusion

The drawbacks and weaknesses of the botnia 2005 have been studied and analyzed and an improved version of it is designed and implemented. Each robot has better kicking capabilities and can track its trajectory smoothly with the help of the improved PID and vision systems. The robots can play the full soccer game without any problems. Further development are under investigation to design the next generation of the botnia RoboCup Soccer Team.

References

1. RoboCup 2006 Regulations at the RoboCup federation home pages <http://www.robotcup.org>.
2. Kenneth R. Castleman. Digital Image Processing. Printice-Hall, Inc, 1979.
3. Jacky Baltes. Doraemon: Object orientation and id without additional markers. The 2nd IFAC Conference on Mechatronic Systems. American Automatic Control Council, December 2002.
4. Baltes, Jacky, "Practical camera and color calibration for large rooms" In Manuela Veloso, Enrico Pagello, and Hiroaki Kitano, editors. RoboCup-99: Robot Soccer World Cup III, pp 148-161, Springer Verlag, New York (2000).
5. Ould-Khessal Nadir, Botnia: A team of Soccer Playing Robots. Proceedings of the Second International Conference on Autonomous Robots and Agents, New Zealand (2004).
6. Olli Kanninen, Smail Menani, Nadir Ould-Khessal. Fast Dynamic Object Tracking for a Robotic Soccer Team. IASTED International Conference on Artificial Intelligence and Applications, 2003, Vienna, Austria
7. Smail Menani. Intelligent Embedded Systems: A case study; The Botnia RoboCup, 4th International Workshop on Embedded Systems, Internet Programming and Industrial IT, 2005, Kempen, Belgium
8. Maug Yan Naing. Robust High Precision Color-Based Robot Vision System. Bachelor Thesis. Vaasa University of Applied Sciences, Vaasa, Finland, 2005
9. Thomas Braunl. Embedded Robotics. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2003. ID Colors Orientation Color Reference Color Robot 1 Robot 2 Robot 3 Robot 4 Robot 5

СЕКЦИЯ
«ТЕХНОЛОГИИ
ДИСТАНЦИОННОГО
ОБУЧЕНИЯ»

Секция «Технологии дистанционного обучения»

АФАНАСЬЕВА Н.А. Значимость самоорганизации субъекта в дистанционном обучении	19
БАДЛУЕВ А.И., ИВАНОВ С.В. Модель прецедентов процесса предоставления доступа к учебной информации на портале сетевого образовательного сообщества.....	23
БАДЛУЕВ А.И., ФРОЛОВ Д.Г. Основные этапы проведения мониторинга для выявления условий создания сетевых образовательных сообществ	27
БЕЛЯКИН А.М. Развитие технологии дистанционного обучения в США.....	31
БОРИСОВА Л.Ф. Перспективы использования дистанционных образовательных технологий для комплексной подготовки радиоспециалистов.....	35
ГОЛОВКО Л.А. От дистанционного обучения к единой информационно-образовательной среде «лицей – колледж – вуз»	38
ДЕМЕНТЬЕВА Ю.М. Дистанционное обучение: технологии и перспективы преподавания гуманитарных наук	40
ЗАМАРИНА С.Ю. Роль информационных технологий в исследовательской деятельности обучающихся иностранному языку	43
КЛОКОВ Ю.А. Моделирование подготовки менеджеров в негосударственном вузе....	44
МАКЕЕВ А.К. Клавиатура с вращаемыми блоками клавиш необходима в технологиях дистанционного обучения.....	47
МАСЯГИНА З.А. Некоторые подходы к управлению качеством дистанционного обучения (ДО)	50
НЕФЕДОВА О.В. Совершенствование учебного процесса на основе оптимизации межпредметных связей при дистанционном обучении	52
ОБУХОВА Л.Г. Концентрированное обучение на примере обучающих программ – основа дистанционного обучения	56
РУСИНА И.П., КУЛДЫРКАЕВА И.А. Информационные технологии и средства дистанционного обучения.....	59
СМИРНОВА Н.В. К вопросу о дистанционном обучении специалистов в области коммуникаций (рекламы и связей с общественностью).....	63
ХЛЕБНИКОВА Н.В. Домашнее и клубное изучение английского с лингвотренажером EN101	66
ХОХЛОВА Л.И. Проблемы компьютерного тестирования при подготовке, проведении теста и статистической обработке данных тестирования.....	69

ЗНАЧИМОСТЬ САМООРГАНИЗАЦИИ СУБЪЕКТА В ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ

Афанасьева Н.А. (г. Брянск, БГУ, кафедра вычислительной техники и информационных технологий, e-mail: nina-pismo@yandex.ru)

Abstract. In this work the questions of the correlation and the role of such concepts as self-organizing, self-improvement and self-control are considered; also their influence on success of educational activity of students in remote training.

Дистанционное обучение является формой обучения, которая может быть использована как в системе открытого и непрерывного образования, так и в традиционной системе образования. В настоящее время дистанционное обучение в России находится в стадии становления.

Дистанционное обучение строится в соответствии с теми же целями и с тем же содержанием что и очное обучение. Дидактические принципы организации дистанционного обучения в основе своей те же (4). Но возможности информационной среды Интернет, её услуги обуславливают форму подачи и организации учебного материала, форму взаимодействия субъектов учебного процесса, дидактические принципы реализуются специфичными способами, обусловленными новой формой обучения.

Система открытого образования, наилучшим образом реализуемая в условиях дистанционного обучения, должна стать таким социальным институтом, который был бы способен предоставлять преподавателю разнообразные образовательные услуги, позволяющие учиться непрерывно, и обеспечить возможность получения современного профессионального знания. Подобная система дает возможность каждому настоящему и будущему преподавателю выстроить ту образовательную траекторию, которая наиболее полно соответствует его образовательным и профессиональным способностям, независимо от того, где бы территориально он не находился.

В практике дистанционного образования можно выделить три основные технологии:

- кейс-технология, когда учебно-методические материалы комплектуются в специальный набор (кейс) и пересылаются обучаемому для самостоятельного изучения (с периодическими консультациями у специальных преподавателей-тьюторов в созданных для этих целей региональных учебных центрах (РЦ));
- TV-технология, базирующаяся на использовании телевизионных лекций с консультациями у преподавателей-тьюторов;
- сетевая технология, базирующаяся на использовании компьютерных сетей, как для обеспечения обучаемых учебно-методическим материалом, так и для интерактивного взаимодействия между преподавателем и обучаемым.

Эти технологии активно внедряются в образовательные процессы учебных заведений. Любые новаторские идеи и реформы могут воплотиться в жизнь только через творчество в деятельности специалистов-практиков, через соответствующие изменения профессионального мышления и поведения последних. В связи с этим вся система профессиональной подготовки должна соответствовать индивидуальным запросам, возможностям и способностям студентов, с одной стороны, и требованиям завтрашнего дня - с другой. Будущее педагогики профессиональной школы зависит в значительной степени от менталитета выпускников, которым предстоит научиться создавать новые условия жизни и жить в этих условиях.

Необходимо пересмотреть содержание, формы и методы профессиональной подготовки с ориентацией на такую «модель специалиста», когда главным становится формирование творческой, саморазвивающейся личности, способной и свободной ориентации и продуктивной самореализации в условиях рынка.

При условии предоставления возможности осознать профессиональное образование в качестве одной из ведущих ценностей самосозидания, у студентов актуализируются потребности в личностно-профессиональном росте. Многогранность личности как сложного био-психо-социо-этно-культуро-космического феномена определяет заложенную природой внутреннюю потребность человека в самостабилизации, самосовершенствовании, самодостраивании, актуализация которой приводит к воспитанию способности выживать в изменяющихся условиях жизни и труда.

Основным условием и, в то же время, результатом обучения в вузе является высокий уровень саморазвития, самообразования.

Такие понятия как «самоконтроль», «самоанализ», «саморегуляция», «самоорганизация» являются неотъемлемыми в понятийном аппарате профессиональной педагогики.

Проблема терминологии является актуальной. Различные авторы по-разному трактуют и соотносят понятия «самоорганизация», «саморегуляция».

Анализ существующих точек зрения (Бурденюк Т.М., Клецина И.С., Никифоров Г.С., Цагарелли Ю.А. и др.) показал, что принципиальных различий между данными понятиями не имеется и, следовательно, в большинстве случаев их можно рассматривать как синонимы.

Проблема самоорганизации является предметом изучения философии, психологии, педагогики, экономики, социологии и других наук. В психологической науке и практике вопросы самоорганизации рассматриваются в тесной взаимосвязи с процессами профессионального саморазвития, самосовершенствования, самообразования, саморегуляции профессиональной деятельности, ее эффективностью и результативностью.

Подходы к определению понятия «самоорганизация»

Подходы к определению	Определение понятия «самоорганизация»	Авторы
Личностный подход	личностное образование, как свойство или комплекс личностных свойств, которые образуют и детерминируют такое психологическое качество как организованность	Губайдуллина Т.А., Дьяченко М.И., Кандыбович Л.А., Егорова Т.А. и др.
Деятельностный подход	процесс, состоящий из отдельных этапов (операций, функций, умений и навыков); изучение связей между компонентами структуры и их влияния на успешность организации самостоятельной деятельности	Елканов С.Б., Кузьмина Н.В., Мурачковский Н.И., Устинова Я.О. и др.
Интегральный (личностно-деятельностный) подход	элементы процесса самоорганизации – личностные качества; самоорганизация – психологическое качество	Амирова С.С., Керженцев П.М., Попова Н.П. и др.
Технический подход	приемы и техники, повышающие эффективность организации человеком собственной деятельности	Архангельский Г.А., Адлер Г., Ерастов Н.П. и др.

Личностная самоорганизация студента в учебной деятельности представляет собой упорядоченную совокупность целей и мотивов саморазвития, навыков самоконтроля и саморегуляции психических состояний, способностей к самоанализу и адекватной самооценке, преимущественно самостоятельно и целенаправленно сформированную и развиваемую в процессе обучения в вузе.

В 20-е годы XX века появились первые работы по самоорганизации учебной деятельности (Журавский А.Ф., Келлер Б.А., Ребельский И.В. и др.) в виде методических указаний по самоорганизации учебного труда. Во конце XX века появились учебники, пособия, посвященные данному вопросу. Это связано с всплеском интереса к познавательной деятельности, в рамках которой и рассматривался вопрос самоорганизации. Засорина Л.Н. и Петунов В.Д. самоорганизацию учебной деятельности рассматривают как компонент в структуре личности студента.

Анализ работ исследователей по данному вопросу, позволяет сделать вывод: на успешность обучения наиболее существенное влияние оказывает степень интегрированности таких компонентов самоорганизации как целеполагание, анализ ситуации, планирование, самоконтроль, волевые усилия.

Самоорганизация как сложное явление характерно всем системам. Управляемый изнутри процесс изменения структуры отношений отдельных элементов системы или их групп, сопровождающийся качественными изменениями самих элементов, называется самоорганизацией системы (2, с.10-12).

Выделяют три типа самоорганизации системы, как сложного явления:

1. Самозарождение организации. Возникновение из некоторой совокупности целостных объектов одного уровня нового объекта – системы более высокого уровня организации.

2. Сохранение системой своей организации при изменении внешних или внутренних условий.

3. Процесс качественного изменения системы, направленный на ее развитие и самосовершенствование.

Самосовершенствование (самоорганизация третьего типа) – процесс работы над собой в результате, которого появляется способность принятия осознанного правильного решения в системе более высокого порядка по сравнению с ранее достигнутым уровнем.

Развитие самосовершенствования самого субъекта – цель любого процесса обучения.

Профессиональное самосовершенствование представляет процесс развития не только личностно-значимых качеств, но и профессиональных, поэтому для личности самоорганизация обретает социально-значимую роль.

Педагог должен влиять на личность студента опосредованными методами, не ущемляя его свободы, творческой активности какими-либо ограничениями. Собственная активность студентов в процессах как личностной, так и межличностной организации становится реальной предпосылкой для развития более высокого уровня профессионального самосовершенствования, проявляющегося в деятельностном саморазвитии.

Обучение наиболее эффективно тогда, когда люди пересказывают тот материал, который они изучили, описывают процесс учебы, рефлексиируют по поводу собственной деятельности. Преподаватели знают, что недостаточно лишь сообщить студенту некоторую информацию – надо, чтобы он за короткий срок и желательно без отрыва от рабочего места получил конкретный полезный навык; при этом нужно учитывать индивидуальные способности каждого занимающегося. Практика показывает, что лучше всего студенты обучаются, либо, участвуя в совместной

деятельности, либо занимаясь самостоятельно. Без осмысленного понимания целей учения не может быть достигнута успешность учебной деятельности. Личностный фактор – первостепенный.

В дистанционном обучении, в реализации любой его технологии, ведущую роль играет самоорганизация субъекта образовательного процесса, как упорядоченная совокупность целей и мотивов саморазвития, навыков самоконтроля и саморегуляции психических состояний, способностей к самоанализу и адекватной самооценке, преимущественно самостоятельно и целенаправленно сформированная и развиваемая в процессе обучения.

Литература

1. Ишков А.Д. Самоорганизация учебной деятельности (в условиях дистанционного обучения) // Система обеспечения качества в дистанционном образовании. Научные труды МИМ ЛИНК: Выпуск 8 / Науч. ред. С.А. Щенников, В.Н. Голубкин, А.Г. Чернявская. – Жуковский: Изд-во МИМ ЛИНК, 2003.
2. Непомнящий А.В., Захаревич В.Г. Самоорганизация, самоконтроль и саморегуляция в учебном процессе. Учебное пособие. – Таганрог: ТРТИ, 1989. – 82 с.
3. Паштов Т.З. Организация профессионального саморазвития студентов-будущих учителей // Перспектива – 2006: Материалы Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Нальчик: Каб.– Балк. ун-т, 2006. – 282 с.
4. Полат Е. Дистанционное обучение// Народное образование №4, 2003, с. 115-118

МОДЕЛЬ ПРЕЦЕДЕНТОВ ПРОЦЕССА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ДОСТУПА К УЧЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ПОРТАЛЕ СЕТЕВОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СООБЩЕСТВА

Бадлуев А.И., Иванов С.В. (г. Улан-Удэ, Бурятский научный центр СО РАН, ОАО «Байкальская энергетическая компания», e-mail: sysi@esstu.ru)

Abstract. The article is about modelling of functional behaviour of participants in network educational society when they have access to training information while being taught in a distance. Is given a description of the main precedents of the process, which are initiated by actors, that is the participants of the net society who take direct part in the process of realization on the portal.

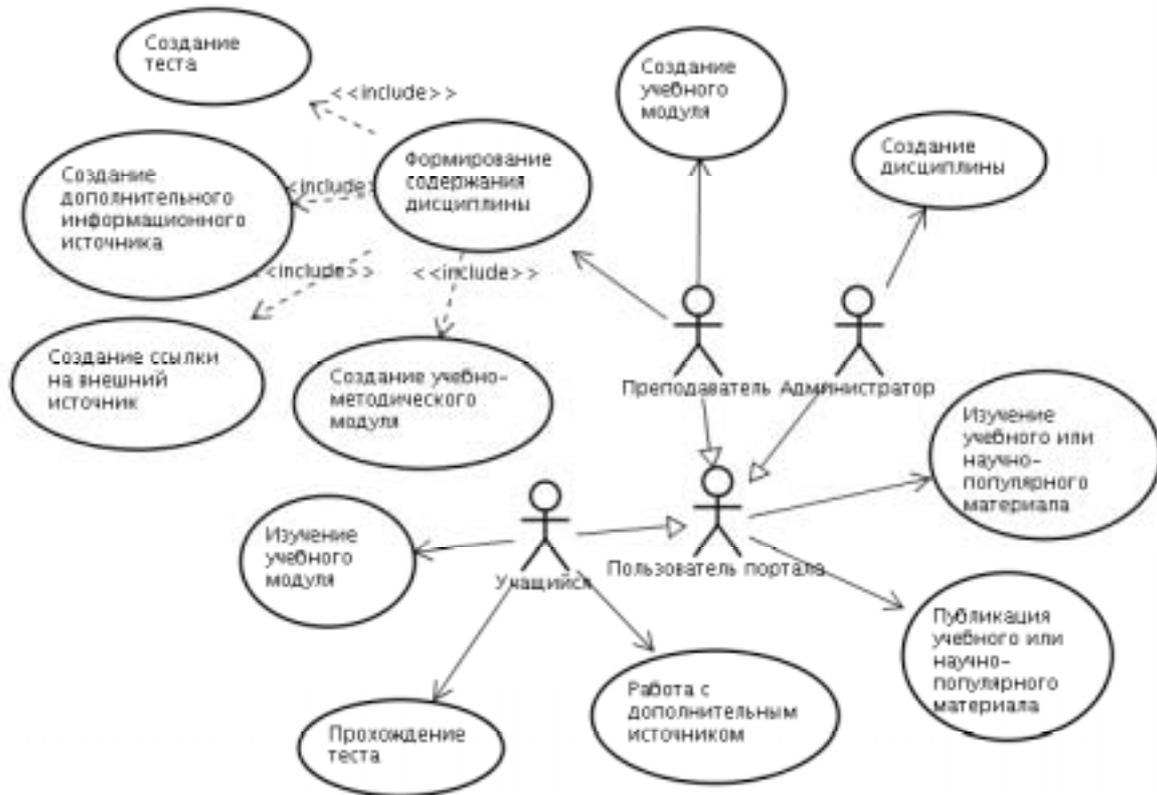
Современные условия развития информационных и коммуникационных технологий способствуют развитию образовательных сообществ, основанных на сетевых взаимодействиях. Одним из решений эффективного управления системой образования региона является создание и развитие сетевого образовательного сообщества, в рамках которого представляется возможным развитие дистанционного обучения. Среду взаимодействия участников образовательного процесса можно построить на основе порталной технологии.

Разработка портала, как и любого программного обеспечения, требует разработки различных моделей, отражающих разные аспекты процесса разработки. Концептуальная модель в виде диаграмм прецедентов является результатом этапа анализа требований разрабатываемого программного продукта, в нашем случае портала сетевого образовательного сообщества. Прецеденты отражают функции системы, которые должны выполняться для получения определенного результата, направленного на достижение цели актера, являющегося внешней сущностью, взаимодействующей с системой. Сценарии выполнения прецедентов описывают поведение системы, как это выглядит извне.

При дистанционном обучении субъекты процесса обучения, хотя пространственно разделены друг от друга, находятся в постоянном взаимодействии, организованном с помощью особых приемов построения учебного курса, форм контроля, методов коммуникации, а также специально предпринимаемых организационно-административных мероприятий.

В данной работе приводится концептуальная модель, которая отражает раздел портала *Предоставление доступа к учебной информации*, включающий в себя возможности для пользователей по созданию и использованию электронных обучающих материалов, обеспечивающих информационную поддержку дистанционного обучения. Это касается как учебного процесса, когда в работе с порталом основными пользователями являются учащийся и преподаватель, так и возможностей, предоставляемых пользователям портала в процессе самостоятельного обучения.

Как видно из приведенного рисунка на диаграмме прецедентов рассматриваемой предметной области выделены следующие актеры: *Преподаватель*, *Учащийся*, *Администратор*. Актер *Пользователь портала*.



Дисциплины создаются *Администратором* портала при выполнении им прецедента *Создание дисциплины*. Форма создания дисциплины должна включать в себя следующее: название дисциплины; область знаний, к которой относится дисциплина; будет ли портал использоваться для организации учебного процесса по создаваемой дисциплине; если портал не используется для организации учебного процесса, то будет разрешена только публикация учебных материалов для самообразования, и закрыты возможности по формированию содержания дисциплины, включая создание тестов, учебных модулей и т.п.; список пользователей портала, которым доступна публикация учебных материалов по создаваемой дисциплине и список пользователей портала, которым доступно формирование содержания дисциплины.

Если *Администратор* при создании дисциплины указал, что по ней будет вестись учебный процесс в рамках портала, для *Преподавателя* с соответствующими правами доступен для выполнения прецедент *Формирование содержания дисциплины*. В рамках прецедента не выполняются никаких самостоятельных действий, все операции по наполнению содержания дисциплины реализованы в четырех связанных с ним прецедентах. При создании дисциплины администратор указывает, будут ли по умолчанию материалы дисциплины доступны только учащимся, всем пользователям портала или, также, и гостям портала. Для каждого создаваемого материала в рамках дисциплины преподаватель, обладающий соответствующими правами, может переопределить права доступа на информационный источник.

Прецедент *Создание учебного модуля* подразумевает добавление к содержанию дисциплины нового лекционного занятия, характеристиками которого являются:

- наличие законченной темы занятия, которая задается преподавателем при создании модуля;
- материал модуля, включающий в себя текст лекционного занятия, вопросы для самоконтроля, возможно, мини-тест для закрепления материала, ссылки на

дополнительные электронные информационные источники, список источников неэлектронного характера.

Текст лекции создается преподавателем с использованием средств редактирования, предоставляемых порталом, либо портал обладает средствами импорта из стандартных открытых форматов (Rich Text Format, Open Document) в форматы представления, используемые на портале, например, HTML или внутренний XML-формат, из которого текст может быть преобразован в формат, поддерживаемый веб-браузерами (HTML, XHTML) с помощью технологии XSLT. Текст лекции может содержать иллюстрации, видеоматериал, таблицы, графики, звуковые материалы.

Контрольные вопросы модуля могут сопровождаться правильными ответами для контроля учащимся своих знаний по теме модуля.

Прецедент *Создание дополнительного информационного источника* подразумевает добавление к содержанию дисциплины дополнительного информационного материала, который может использоваться при подготовке по дисциплине или при самообучении учащегося или пользователя портала. Дополнительный информационный источник может создаваться с помощью тех же средств, что использовались при создании текста учебного модуля, но могут в отличие от лекционного материала храниться в других открытых форматах без конвертации текста (RTF, PDF, Open Document). Дополнительный материал может быть связан с дисциплиной, ее разделом или учебным модулем. При создании источника преподаватель определяет, доступен ли данный источник только учащимся, обучающимся по дисциплине, всем пользователям портала, в том числе, и гостям портала.

Прецедент *Создание ссылки на внешний источник* подразумевает добавление к дисциплине сведений об информационных материалах, которые расположены не на образовательном портале. Внешний источник должен обладать следующими атрибутами: название источника; ссылка на информационный источник; привязка к дисциплине, разделу или учебному модулю.

Кроме того, под внешним источником подразумеваются различные материалы неэлектронного характера (книги, публикации в бумажных журналах и т.п.), используемые в рамках дисциплины, раздела или учебного модуля. В этом случае вместо веб-ссылки используются выходные данные бумажного источника.

Прецедент *Создание теста* позволяет преподавателю, формирующему содержание дисциплины, добавить к дисциплине тест, позволяющий проверить уровень знаний учащегося. В процедуру создания теста входит формирование следующих атрибутов теста: название теста; набор вопросов, из которых будет формироваться тест; тип теста: для самоконтроля знаний обучаемых, для промежуточного контроля знаний в пределах учебного модуля, сценарий для итогового контроля знаний по изучаемому учебному модулю. Создаваемый тест может быть связан с учебным модулем, с разделом дисциплины и со всей дисциплиной.

Прецедент *Публикация учебного или научно-популярного материала* дает возможность публикации на портале курса лекций, книги, статьи, как относящихся к какой-то конкретной дисциплине или разделу, так и не связанных с дисциплинами, развернутыми на портале. Такая категория публикуемых материалов может быть доступна пользователям и гостям портала. Выполнение прецедента доступно всем пользователям портала, однако материал не публикуется на портале до подтверждения публикации со стороны администратора. Опубликованные учебные материалы, как правило, используются для самообразования.

Всем пользователям портала доступно выполнение прецедента *Изучение учебного или научно-популярного материала*, в рамках которого всем пользователям

портала предоставляется доступ к различным публикациям, в том числе книгам, статьям, курсам лекциям, находящимся в общем доступе как имеющих авторство участников сетевого образовательного сообщества, так и опубликованных по согласованию с автором материала.

Для учащегося доступны прецеденты, связанные с прохождением им учебного процесса. Кроме того, как пользователь портала может пользоваться теми учебными и научно-популярными материалами, которые находятся в общем доступе.

Прецедент *Изучение учебного модуля* включает в себя работу с лекционным материалом модуля. После изучения лекции учащемуся предлагается ответить на ряд вопросов по теме модуля и пройти минитест, если такие разделы в модуле имеются.

Прецедент *Работа с дополнительным источником* подразумевает обращение к информационным источникам, расширяющим сведения, данные учащемуся в лекции.

Прецедент *Прохождение теста* может быть инициирован самим пользователем, если он решил провести самоконтроль собственных знаний либо преподавателем, если решено проводить тестирование по изученному учебному модулю или провести итоговое тестирование по всей дисциплине в целом. В зависимости от того, кто инициировал тестирование, и какова цель тестирования, содержание теста выбирается из набора тестов, соответствующих заданному типу.

Таким образом, описанный способ моделирования позволил определить функциональное поведение субъектов и объектов портала сетевого образовательного сообщества при доступе к учебной информации при дистанционном обучении.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ УСЛОВИЙ СОЗДАНИЯ СЕТЕВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ

Бадлуев А.И., Фролов Д.Г. (г. Улан-Удэ, Бурятский научный центр СО РАН, Министерство образования и науки Республики Бурятия, e-mail: minobr@esstu.ru)

Abstract. In the article is being proved the need of doing monitoring of informational and telecommunicational technologies in the educational sphere of the region in order to find out conditions for establishing network and educational communities. This article contains the detailed content of each monitoring phase and research result of Buryatian educational system.

Развитие сетевого взаимодействия создает условия для становления и развития новых культурных ценностей, видов деятельности и мышления в современном информационном обществе. Это объясняет возрастающий интерес к использованию педагогического и коммуникативного потенциала сетевого взаимодействия.

На основе сетевого общения образуются профессиональные сообщества обмена знаниями. Основным средством обеспечения их функционирования являются информационные и телекоммуникационные технологии, развитие которых входит в состав приоритетных задач информатизации сферы образования. Внедрение сетевого взаимодействия в образовательный процесс предоставляет широкие возможности использования всего запаса знаний, имеющегося в информационном пространстве.

Одним из основных условий создания сетевых образовательных сообществ является уровень использования информационных и телекоммуникационных технологий (ИТТ) в сфере образования. Этим обуславливается необходимость проведения мониторинга использования ИТТ в области образования.

Анализ использования информационных и телекоммуникационных технологий в сфере образования необходимо осуществлять на основе проведения мониторинга образовательных учреждений нескольких регионов. Результаты предварительного анализа развития и использования новых информационных и телекоммуникационных технологий в образовании показали возможность повышения уровня интеграции науки и образования. Совершенствование и активизация интеграционных процессов предполагают внедрение и использование новых форм взаимодействия, которые являются эффективным механизмом своевременной передачи информационной культуры, решения задачи организации доступности образования и развития науки в обществе.

Территориальная удаленность региональной науки от научных центров и ведущих зарубежных университетов, ограниченный доступ к научному потенциалу крупных российских и зарубежных ученых определяют актуальность создания новых сетевых форм взаимодействия, реализация которых связана с широким использованием новейших информационных и телекоммуникационных технологий. Создание сетевых форм взаимодействия позволит расширить границы доступа к мировым информационным ресурсам. При этом необходима консолидация усилий нескольких территориальных образований. Показательными в данном случае могут быть регионы, различающиеся по уровню и интенсивности внедрения и использования новых информационных и телекоммуникационных технологий в сфере образования, насыщенности и развитию инновационной и научно-образовательной деятельности.

Мониторинг на таких территориях позволит определить необходимые условия создания и развития сетевых образовательных сообществ. На первоначальном этапе целесообразно обследовать близлежащие регионы, имеющие тесные экономические, научные, образовательные связи.

Анализ использования информационных и телекоммуникационных технологий в сфере образования должен позволить определить имеющиеся и необходимые условия для создания сетевого научно-образовательного сообщества.

Программа проведения мониторинга включает в себя следующие этапы:

- 1) сбор и оценка вторичной информации из открытых источников, на основе анализа которой должна быть разработана система показателей мониторинга использования информационных и телекоммуникационных технологий;
- 2) выбор метода проведения исследования;
- 3) разработка или выбор инструментария сбора и обработки информации;
- 4) разработка системы выбора единиц наблюдения, обоснование репрезентативности и достоверности полученных результатов, вычисление погрешности полученных данных;
- 5) полевое исследование: сбор и обработка первичной информации.

Объектами мониторинга являются преподаватели, учащиеся, руководители органов управления образованием, образовательные учреждения. Предмет исследования составляет система отношений объектов исследований к возможности создания сетевого научно-образовательного сообщества в регионе.

Для получения вторичной информации был проведен метод полуструктурированных фокус-групп. В фокус-группу вошли представители министерств и ведомств образования региона, специалисты, имеющие достаточно высокий уровень знаний и навыков работы с информационными и телекоммуникационными технологиями. На их обсуждение были вынесены проблемы использования ИТТ в сфере образования. Это позволило определить структурный состав системы показателей, категоризовать показатели на количественные и качественные.

Система показателей мониторинга использования ИТТ в сфере образования нами условно была разделена на две группы. К первой группе относятся количественные показатели, которые содержатся в статистических отчетах образовательных учреждений для органов управления образованием или могут быть получены путем специальных обследований (1). Эти показатели отражают текущее состояние и могут использоваться для анализа результатов образовательной деятельности учреждений и ресурсного обеспечения образовательной системы (оснащение компьютерной техникой, средствами телекоммуникаций, информационными образовательными ресурсами и т.д.). К количественным показателям относятся показатели, отражающие: характеристику образовательного учреждения; компьютерное, программное и мультимедийное оснащение образовательного учреждения; наличие выхода в Интернет; подготовка кадров в области ИКТ; наличие, использование и разработка собственных информационно-образовательных ресурсов.

Количественные показатели позволят определить имеющиеся и необходимые материально-технические, методические ресурсы для создания сетевого научно-образовательного сообщества, а также - наличие информационно-образовательных ресурсов для обмена и заполнения виртуальной методической копилки.

Вторую группу характеристик составляют качественные показатели, которые могут быть получены в результате полевых исследований. К ним относятся показатели, характеризующие:

- развитие инновационных форм обучения с использованием ИТТ;
- сведения о степени и качестве использования в учебном процессе ИТТ;
- сведения об отношении объектов исследования к новым методам и формам обучения и т.п.

Данная группа показателей предназначена для выявления отношений учащихся, преподавателей, сотрудников органов управления образованием к использованию информационных технологий в своей деятельности. Базовыми признаками показателей этой группы являются: уровень образования, место расположения, возраст, степень владения информационными технологиями. Качественные показатели позволят выявить основные аспекты и проблемы использования ИТТ в образовательной деятельности, определить степень готовности образовательного сообщества к новым формам взаимодействия посредством киберпространства.

В качестве метода проведения исследования использован метод массового опроса образовательных учреждений региона. Он позволяет осуществлять «срезовые» (анализ данных в разрезе отдельных показателей) и лонгитюдные (анализ данных во временной перспективе) исследования. Для анализа социально-психологических проблем использования информационных и телекоммуникационных технологий в сфере образования выбран метод выборочного опроса. В качестве основного метода сбора информации выбран метод анкетирования, так как объем выборочной совокупности объектов исследования достаточно большой.

В соответствии с делением всех показателей на две группы для сбора информации были разработаны анкеты двух категорий: анкеты определения текущего состояния сферы образования в области информационных и телекоммуникационных технологий; анкеты социологического опроса руководителей образовательных учреждений и органов управления образованием, преподавателей, учащихся, родителей учащихся. Они предназначены для выявления эмпирических индикаторов качественного характера и предназначены для выявления отношения, внешних и внутренних взаимосвязей объектов исследований (преподаватели, учащиеся, родители учащихся, руководители) к предмету исследования.

В ходе выполнения четвертого этапа мониторинга был сформирован перечень обследуемых образовательных учреждений и определен объем выборок респондентов для анкетирования. В соответствии с иерархической структурой признаков объектов генеральная совокупность респондентов имеет многоступенчатую структуру, состоящую из трех ступеней (ступень соответствует уровню иерархической структуры базовых признаков объекта исследования), поэтому был применен многоступенчатый отбор, т.е. последовательно осуществлялся отбор на каждой ступени. В результате трехступенчатого отбора определен объем выборки образовательных учреждений в 10%. На второй ступени были определены объемы выборки в соответствии с местом расположения образовательных учреждений: городские, сельские. На третьей ступени была выполнена возрастная классификация респондентов: группа до 30 лет, группа 31-45 лет, группа свыше 45 лет. Внутри этих групп отбор респондентов был осуществлен случайным образом.

Типический отбор сельских и городских учебных учреждений производился на основе кластерного анализа. Внутри каждой типической группы (кластера), однородной по качественному составу, были отобраны наиболее представительные учебные учреждения, имеющие усредненные значения признаков. В качестве критериев кластерного анализа для элементов генеральной совокупности были приняты удельный вес учащихся на один компьютер P_{PC} , удельный вес подготовленных преподавателей в области информационных технологий к общему числу преподавателей P_{IT} .

Последний этап проведения мониторинга заключается в сборе и обработке первичной информации. В ходе ее анализа были получены следующие результаты: ИТТ в образовательных учреждениях используются для обеспечения учебного процесса, контроля знаний; административной деятельности, делопроизводства; организации взаимодействия с вышестоящими органами, внутри педагогического сообщества; дополнительное образование учащихся в продвинутых группах; участие в сетевых олимпиадах, викторинах; организация досуга в виде олимпиад по компьютерным играм. При этом преподаватели используют ИТТ в своей деятельности в различных формах.

Несмотря на устойчивый характер внедрения ИТТ в педагогическую деятельность, темпы развития этого процесса, полноценного использования достижений ИТТ все же отстают от желаемых. Основной научно-педагогической проблемой является низкий уровень информационной культуры: низкий уровень знаний и навыков сетевого общения, неумение выделить нужную информацию из потока получаемой информации и, в результате этого, использование потребителем некачественной информации.

Однако в настоящее время проводятся интенсивные работы по оснащению образовательных учреждений средствами вычислительной техники и предоставлению им доступа к сети Интернет, что позволяет говорить о наличии технических предпосылок для создания сетевого образовательного сообщества. Большой проблемой остается разовость переподготовки, приводящая к недостаточной ориентации педагогов в тенденциях быстрого развития ИКТ, неспособности соответствовать скорости этого развития (2). В ситуации традиционной школы достаточно остро стоит проблема сетевого взаимодействия, способствующего профессиональному росту учителя, взаимно обогащающему сотрудничеству науки и практики. Формы такого взаимодействия: виртуальные методические объединения, дистанционные обучающие олимпиады, еженедельное электронное издание "Педсовет по средам", проведение различных сетевых мероприятий, - начинают развиваться. Практика осуществления обучения и переобучения ИТТ работников образования требует дальнейшего развития, совершенствования форм и методов.

Таким образом, результаты анализа позволяют сделать следующий вывод: наличие мотивации к использованию информационных технологий у учащихся, широкое применение ИТТ в проектной деятельности, необходимость систематического обмена опытом между педагогами для их профессионального роста, взаимного обогащения «копилки» инновационных образовательных технологий и создания базы информационно-образовательных ресурсов обосновывают актуальность и необходимость создания системы взаимодействия между всеми участниками образовательного процесса, в качестве которой могут выступать сетевые сообщества, интегрирующие научно-образовательные процессы, на основе развивающейся образовательной телекоммуникационной инфраструктуры.

Литература

1. Образование и культура в Республике Бурятия: Статистический сборник. – Улан-Удэ, 2006. – 65 с.
2. Кулагин В.П., Найханов В.В., Краснова Г.А., Овезов Б.Б., Роберт И.В., Юрасов В.Г. Информационные технологии в сфере образования. // Министерство образования РФ, ГНИИИОТ, М. - 2004.

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В США

Белякин А.М. (г. Казань, КГМУ, кафедра иностранных языков
e-mail: Anzag73@mail.ru)

Abstract. Educational technology has become the driving force for several new models or concepts in higher education. A major new mission is the provision of educational and training opportunities for adult learners. Within this market, competitiveness clearly demands accessibility and convenience, reduced cost, and the application of course content to the workplace.

Дистанционное или, как его иногда называют, электронное обучение (Е-обучение) обладает потенциалом создать такие возможности для развития образования, которые можно сравнить лишь с воздействием на общество факта основания университетов в Болонье, Оксфорде и Праге в 11 столетии. Возможно, такое же воздействие на образование оказало в своё время появление технологии печати, хотя и не такое быстрое и широко распространяющееся (Gale J. et al., 2003) Поэтому вполне понятен значительный интерес к этой инновационной технологии предоставления образовательных услуг.

Вузы видят в дистанционном обучении новый рынок образовательных услуг и, соответственно, новый источник прибыли. С учетом постоянно понижающегося бюджетного финансирования эти деньги могут быть направлены на эксплуатационные расходы и обслуживание, системы коммуникации и средства обучения, развитие и повышение квалификации преподавательского состава, капитальный ремонт служебных и учебных помещений и поддержание там комфортных условий для учебного процесса.

К 2000 году число студентов, обучающихся в колледжах и университетах Соединенных Штатов, достигло порядка 15,3 млн. человек, причем ожидается, что в нынешнем десятилетии тенденция роста числа студентов сохранится, хотя и в меньшей степени. В 2001 году 2,2 млн. студентов обратились к использованию он-лайнных учебных курсов, по сравнению с 710 тыс. в 1998 году (увеличение на 210 %). При этом 84% всех 4-годичных колледжей и университетов предлагают около 7 000 дистанционных обучающих курсов. Примерно 40% возрастной категории населения старше 30 лет совмещают обучение с работой; предполагается, что эта цифра возрастет в следующем десятилетии до 60%. Если добавить к этим величинам ещё 28 млн. взрослых людей, которые согласно социологическим опросам хотели бы получить дополнительное образование или новые профессиональные умения и навыки, становится очевидным огромный потенциал рынка электронных образовательных услуг (Newton R., 2000).

При той доступности использования технологий дистанционного обучения неудивительно, что между учебными заведениями возникла сильная конкуренция за обладание рынком дистанционных образовательных услуг. В эпоху цифровой передачи информации естественной является и скорость возникновения и развития новых учебных заведений, специализирующихся в дистанционных обучающих технологиях. Например, к 2000 году два с половиной миллиарда долларов частных капиталовложений в США было направлено на учебные заведения дистанционного обучения, что выразилось в 155% роста, по сравнению с 1999 годом.

Крупные корпорации сами принимают участие в разработке собственных профессиональных учебных программ с активным использованием дистанционных технологий. Им ближе и понятнее рынок образовательных и профессиональных услуг, предоставляемых взрослой категории обучаемых, т.е. своим сотрудникам. К числу таких крупных мультинациональных корпораций относятся Моторола, Америкэн Экспресс, Ксерокс, Макдональдс и другие, которые разработали ряд учебных дистанционных программ, уже получивших аккредитацию. Хотя большинство таких программ не присваивает зачётные единицы для получения академических степеней, такой уровень поддержки дистанционного обучения промышленными корпорациями доказывает важность подготовки персонала для достижения и сохранения конкурентного преимущества в будущем.

Партнерство промышленности и учебных заведений принимает новые более эффективные формы, которые позволяют использовать сильные стороны партнёра и его потенциал для решения своих проблем. Например, такие учебные заведения, как Университет Джорджа Вашингтона, Колумбийский университет тесно сотрудничают с корпорацией AT&T, что предоставляет им пространство для создания новых образовательных возможностей.

Государственные университеты и колледжи США разрабатывают свои программы обучения с присвоением академических степеней, ориентированные на взрослую аудиторию. Используя для поддержки электронного обучения такие средства, как Blackboard и WebCT, вузы диверсифицируют методы и формы дневного обучения в соответствии с потребностями взрослой аудитории и условиями дистанционного обучения. В рамках этих преобразований традиционная длительность учебного семестра сокращается с 15-16 недель до укороченного семестра в 10, 7 и даже 5 недель с учетом интересов и удобства взрослых студентов. Кроме того, по этим же причинам многие учебные заведения стали присваивать зачётные единицы за знания и умения, полученные вне рамок традиционного обучения (на рабочем месте, при участии в различных образовательных мероприятиях и программах и т.д.), и учитывать их при присвоении академических степеней и выдаче разного рода дипломов и сертификатов. Результаты предыдущего обучения засчитываются независимо от формы его прохождения: традиционной или виртуальной, а зачётные единицы начисляются на основе оценки, полученной на экзаменах, при тестировании, из данных индивидуального портфолио или собеседования.

Учебные заведения, определяющие себя как поставщики дистанционного обучения и обслуживающие мобильность студентов, большинство из которых совмещают учебу с работой, сталкиваются с очевидной проблемой. Кредитные часы в большей своей части являются мерой времени, проводимого в учебной аудитории, а студенты, например, такого колледжа как Charter Dak State College вообще не проводят времени в аудитории. Им присваиваются зачётные единицы за время, проводимое в он-лайнном режиме при изучении учебного курса. Что касается прошлого обучения, то зачётные единицы присваиваются студентам за овладение знаниями и умениями в данной области на основе результатов тестирования или содержания портфолио. Эти результаты служат доказательством того, что пройденный учебный курс эквивалентен учебным курсам, указанным в каталоге аккредитованного учебного заведения в любой части страны.

При разработке учебного курса преподаватели, большинство из которых, кстати, могут быть приглашены другими учебными заведениями, обычно начинают с определения результатов, достигаемых студентами после завершения этого курса. Им приходится учитывать результаты прохождения курсов предыдущего обучения, которым было присвоено 3-4 зачётные единицы. Затем они переходят непосредственно

к разработке курса таким образом, чтобы студенты после его прохождения могли достичь указанных результатов. Следовательно, при разработке курса преподаватели не пытаются игнорировать тот факт, что некоторые учебные курсы с присвоенными 2 зачётными единицами требуют гораздо больше работы по сравнению с другими аналогичными курсами даже в пределах одного учебного заведения. Вместе с тем, при подготовке учебных курсов, например, в Excelsior College преподаватели стараются соблюдать общие нормы так, чтобы объем работы студентов для учебного курса с 3-4 зачётными единицами не имел больших вариаций, по сравнению с другими аналогичными дисциплинами, установленными по оценкам преподавателей. Таким образом, решается проблема с зачётными единицами (кредитными часами) при использовании этого подхода и желания связать результаты прохождения учебных курсов с такой единицей измерения, как кредитные часы.

Преподаватели Empire State College разработали систему, позволяющую успешно разрешить проблему с использованием зачётных единиц. Система основана на образовательной политике штата Нью-Йорк, при которой внеаудиторное учебное время переводится в кредитные часы. В соответствии с этим подходом 40-45 часов обучения приравнивалось 3 кредитным часам, причём в понятие «обучение» здесь входит и самостоятельная работа, и дистанционное обучение. Следуя этой политике, преподаватели колледжа утверждают, что семестровый кредитный час должен быть равен 40 часам учебной работы в течение семестра – независимо от места, где выполнялась эта работа – в учебной аудитории или вне ее. Преподаватели стараются следовать следующей норме: назначается суммарно 120 часов учебной работы (для среднего студента) для учебного курса с 3 кредитными часами. Эти условия были приняты администрацией штата и федеральной администрацией.

Университет Phoenix является сейчас самым крупным частным вузом в США (намного крупнее самого большого частного некоммерческого университета) с самой быстрой динамикой роста. Все его студенты – работающие люди, и это является необходимым условием для поступления. Из его общего количества студентов, которое превышает 100 000 человек, 75 тысяч посещают занятия, а 25 тысяч – используют он-лайнный режим (он является также крупнейшим учебным заведением с применением он-лайнного режима обучения). Средний возраст студентов составляет 35 лет, а средний стаж работы – 12 лет. Университет имеет базовый состав штатных преподавателей в каждом кампусе, а также множество преподавателей – совместителей.

Университет Phoenix разработал свою модель системы учебных курсов, при которой очные студенты посещают 4-х часовые занятия раз в неделю в течение 5 или 6 недель (6 недель – студенты выпускного курса). Студентам, пропустившим более одной из 4-х или 6-недельных сессий, предлагается пройти данный учебный курс заново. Количество студентов в аудитории не превышает 14 человек. Каждая группа студентов делится на малые группы с численностью студентов от 3 до 5 человек. В составе таких малых групп студенты работают по несколько часов еженедельно. Таким образом, в течение каждого учебного курса студенты занимаются 24 часа с преподавателем и дополнительно 20 часов в составе малой группы. Работа преподавателей имеет форму наставничества, а учебная деятельность студентов оценивается на экзаменах, до и после которых проводятся текущие проверки.

Подобно другим провайдерам в сфере образования, университет Phoenix вынужден переводить свои учебные курсы в кредитные часы, и считается, что типовой 5-недельный курс эквивалентен 3 кредитным часам. Похоже, что большинство штатов приняли такой же подход. Однако, некоторые штаты такие, как Нью-Йорк и Нью-Джерси создают проблемы для университета не только из-за кредитных часов, но также

из-за жалоб о неадекватном контакте с преподавателями. Такие претензии привели к изменению некоторых процедур, например, теперь во время учебных сессий преподаватель должен обязательно встречаться со студентами раз в неделю.

Университет считает, что требование обязательного посещения занятий является более строгим, по сравнению с другими учебными заведениями. Это происходит потому, что большинство учебных заведений измеряет количество учебных курсов, а не время учебной деятельности. В основном, колледжи принимают без проблем зачётные единицы университета Phoenix, поскольку он имеет региональную аккредитацию. Некоторые учебные заведения противятся принятию кредитных часов, поэтому учебный процесс постоянно сопровождается диалогом заинтересованных сторон. С точки зрения преподавателей университета Phoenix, такое сопротивление происходит скорее из-за страха перед конкурентами, а не из-за борьбы за качество обучения.

Таким образом, реализация эффективной стратегии внедрения технологии дистанционного обучения в вузах сталкивается с новым множеством существенных проблем. К самым важным из них можно отнести, например, определение авторских прав на разработанный учебный курс. С точки зрения подготовки содержания авторство должно несомненно принадлежать преподавателю, разработавшему данный курс. Вместе с тем, вполне понятной здесь становится позиция учебного заведения, также претендующего на авторское право, где этот курс реализуется. Весомым аргументом здесь становится то, что работа выполняется в рабочее время и на оборудовании учебного заведения. Эти противоречия должны заранее оговариваться, чтобы избежать возникновения конфликтов. Следующая проблема состоит в определении стандартов для квалификации преподавателей дистанционного обучения. Его специфика не позволяет пользоваться традиционными подходами. Наконец, как аккредитовать такие учебные программы? Для этого необходимо пересматривать существующие критерии и показатели их эффективности. Этот перечень проблем является далеко не исчерпывающим, и они должны быть преодолены для продуктивного использования технологии дистанционного обучения в российской образовательной практике.

Литература

1. Gale J et al. Governance in the 21-century University: Approaches to Effective Leadership and Strategic Management. ASHE-ERIC Higher Education Report, v.30, #1, 2003, 154p.
2. Newton R. For-profit and traditional institutions: what can be learnt from the differences. The Academic Workplace, 2000, Winter, pp.4-7

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПОДГОТОВКИ РАДИОСПЕЦИАЛИСТОВ

Борисова Л.Ф. (МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем, e-mail: lfborisova@mail.ru)

Abstract. The author proposes to use technologies of distance learning for self-study of cadets and students of the Radio and Telecommunication Systems Department. The specific character of training in the Marine Academy has been taken into account.

Аннотация. Предлагается использовать технологии дистанционного обучения для организации самостоятельной работы курсантов и студентов на кафедре РТКС с учетом специфики обучения в Морской академии.

Обучение с помощью современных технических средств становится популярным способом освоения выбранной специальности. Все больше образовательных учреждений выбирают дистанционное обучение как альтернативу традиционным методам специальной подготовки. Ведущие вузы отдают предпочтение интерактивному обучению не потому, что оно лучше, чем традиционные методы, а потому, что оно дешевле и в большей степени поддается оценке. Сочетание традиционных методов и интерактивного обучения является реальным путем достижения желаемого результата, когда использование традиционных образовательных методов неприемлемо или мало эффективно. Дистанционные образовательные технологии могут стать не только серьезной альтернативой традиционному образованию, но и средством решения некоторых проблем, с которыми традиционный подход дает сбой.

К числу таких проблем в МГТУ относится самостоятельная работа курсантов и студентов. В настоящее время все, что сделано для организации самостоятельной работы – это оформлены методические рекомендации к самостоятельным работам в составе рабочих комплексов по изучаемым дисциплинам. Эти методические рекомендации вместе с соответствующим рабочим учебным комплексом хранятся в шкафу на кафедре, никогда не будут изданы и никогда не будут увидены и использованы курсантами.

Между тем, имеются реальные возможности решения застарелой проблемы на основе использования прогрессивных интерактивных методов обучения. Для начала нужно вспомнить традиции Морской академии и вернуться к забытым часам самоподготовки, проводимым на кафедре во второй половине рабочего дня. Реанимировать самоподготовку курсантов на кафедре РТКС можно на базе использования методов дистанционного обучения. В дальнейшем накопленный опыт можно будет использовать для «мягкого», перманентного встраивания дистанционных технологий в основной учебный процесс на кафедре, не подвергая его радикальному изменению, не нарушая образовательных традиций кафедры и Морской академии, но дополняя, расширяя и совершенствуя методики обучения с использованием современных технологий.

К этому имеется ряд предпосылок.

1. Кафедра РТКС является выпускающей по двум специальностям – 210300 «Техническая эксплуатация транспортного радиоборудования» и 210300 «Радиотехника». Учебной программой подготовки по обеим специальностям предусмотрены дисциплины, изучающие преобразование, хранение, передачу

информационных сигналов. В силу специфики профессии наши курсанты и студенты естественным образом подготовлены к восприятию технологических особенностей дистанционного образования, что является благоприятным для организации качественной самостоятельной работы на кафедре.

2. Теоретическая и практическая подготовка инженера по эксплуатации водного транспорта и транспортного оборудования применительно к специальности 210300 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» должна удовлетворять требованиям Международной Конвенции ПДНВ-78 и Кодекса ПДНВ и построена так, чтобы курсант, прошедший полный курс подготовки, обладал уровнем знаний, достаточным для выполнения обязанностей по несению вахты. Пропуски занятий курсантами по причине несения вахты являются неизбежным условием обучения будущих морских специалистов. Компенсация пропусков дополнительными аудиторными занятиями учебным планом не предусмотрена. Дистанционное образование является идеальным выходом для тех людей, кто не в состоянии посещать занятия в силу различных причин (болезнь, дежурства, вахта и др.).

3. Уровень базовой подготовки курсантов и студентов неодинаков. Обучающиеся на платной основе имеют, как правило, более низкий уровень знаний и хуже усваивают текущий учебный материал. Одно из очевидных преимуществ дистанционного обучения состоит в том, что оно позволяет обучающимся осваивать учебный курс каждому в своем темпе, что как нельзя более отвечает требованиям самостоятельного освоения учебного материала. В технологии дистанционного обучения учебный курс строится в виде отдельных учебных модулей. Модульность программы обеспечивает возможность самостоятельно обучаться курсантам и студентам с разным уровнем исходного образования, а также выбирать собственные траектории обучения.

4. Интерактивное обучение предоставляет массу различных возможностей, обеспечивающих самостоятельную подготовку, в том числе загрузку материалов учебного курса из виртуальной аудитории с помощью браузера, общение с преподавателями и соучениками по электронной почте, работу в интерактивных лабораториях и с эмуляторами, обновление материалов учебного курса в реальном времени, а также работу по кейс-технологии.

Кейс-технология – это работа с использованием специального набора электронных книжных и учебно-практических пособий, где содержится целостное содержание предмета и необходимые контрольные задания для самопроверки. Такие кейсы должны храниться в электронной библиотеке института дистанционного образования МГТУ и разрабатываться ведущими преподавателями кафедры. Постепенное пополнение электронного кейса новыми разработками по дисциплинам, читаемым на кафедре, позволит подготовить почву для постепенного внедрения новых информационных образовательных технологий в традиционную систему образования на кафедре.

5. Доступ к учебным и методическим материалам, размещенным на ресурсах ИДО МГТУ можно обеспечить с помощью локальной сети МГТУ, которая в настоящее время является недогруженной. Это позволит также повысить эффективность использования внутренних информационно-коммуникационных ресурсов МГТУ. Часть материалов можно разместить на собственном портале кафедры РКТС. Например, это могут быть материалы временного размещения или Демо-версии, используемые в учебном процессе. При необходимости курсанты и студенты могут обращаться к электронным ресурсам ИДО через Интернет. Это позволит выполнять учебные задания не только в аудитории, но также дома, по вечерам, в выходные. Классические лекции, виртуальные лаборатории, практические занятия, тесты, учебные программы,

электронные полнотекстовые учебники, фонды контрольных заданий и консультации преподавателей могут быть доступны на мониторе компьютера в цифровом виде 24 часа в сутки, 7 дней в неделю.

6. Особенностью работы кафедры РТКС является неразвитая материальная база. Специфика изучаемых дисциплин требует дорогостоящего оборудования для лабораторных исследований. В ближайшие годы рассчитывать на заметные финансовые вложения в материальную базу кафедры не приходится. Реальной альтернативой является расширенное использование интерактивных технологий обучения. Использование виртуальных лабораторий в учебных целях имеет свои преимущества над традиционным подходом, включающим лабораторные эксперименты на учебных стендах. Например, некоторые экспериментальные задачи могут иметь крайне опасные последствия для работающей сети, электрического оборудования и человека. В подобных случаях намного безопаснее предоставить курсанту закрытый виртуальный «полигон» для экспериментов, чем рисковать его здоровьем или сбоем системы.

Опытный специально обученный тьютор (преподаватель-консультант) ИДО из профессорско-преподавательского состава кафедры организует эффективное изучение дисциплин, поможет провести лабораторное исследование в виртуальной лаборатории, проконсультирует курсантов и студентов, проверит и прокомментирует письменные задания.

Высокое качество программы самостоятельных работ на кафедре РТКС должно обеспечиваться реализацией концепции комплексной образовательной услуги, то есть предоставлением каждому обучающемуся следующих гарантий:

- доступа к учебным и методическим материалам, размещенным на ресурсах Интернет-портала ИДО МГГУ и кафедры РТКС;
- специально подготовленного тьютора, организующего и проводящего все виды очных занятий по самоподготовке, проверяющего и комментирующего индивидуальные и письменные работы обучающегося;
- качественное администрирование учебного процесса от момента регистрации до выдачи выпускных документов;
- полную информационную поддержку обучения (пользование информационными ресурсами кафедры РТКС и ИДО МГГУ);
- системой менеджмента качества МА МГГУ, основанной на системном контроле всех элементов обучения.

Организацию самостоятельной работы на кафедре РТКС можно рассматривать как начальную ступень организации комплексного образовательного процесса подготовки радиоспециалистов с использованием дистанционных технологий обучения.

ОТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ К ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ «ЛИЦЕЙ – КОЛЛЕДЖ – ВУЗ»

Головки Л.А. (г. Азов, МОУ Лицей, e-mail: mi-licey@yandex.ru)

Abstract. The experimental activity in the MEI Liceum of the town of Azov about the establishment of unified information educational environment "Liceum-College-Higher Educational Institution" on the base of the pedagogical technology of distant education is observed in this article.

Дистанционное обучение (ДО) является формой получения образования, наряду с очной и заочной, при которой в образовательном процессе используются лучшие традиционные и инновационные методы, средства и формы обучения, основанные на компьютерных и телекоммуникационных технологиях. В связи с этим инициативная группа педагогов МОУ Лицей г. Азова пришла к выводу о необходимости создания инновационной системы использования информационно-коммуникационных технологий: от локальной информационно-образовательной среды на основе апробации региональной программы «IT-школа – школа будущего» к единой информационно-образовательной среде непрерывного образования «Лицей – колледж – вуз» на основе региональной программы «IT-школа – школа будущего».

На первом этапе (2006-2007 учебный год) в экспериментальной деятельности была определена цель создания локальной информационно-образовательной среды на основе апробации региональной программы «IT-школа – школа будущего» (технологии дистанционного обучения).

С учетом методик, представленных в программе «IT-школа – школа будущего» нами использовались специальные программные обеспечения, позволяющие комплексно решать многие организационные и педагогические задачи дистанционного обучения. К примеру, система видеоконференцсвязи ClassPoint. Преподаватель видит одновременно до двенадцати изображений учеников и может позволить ученикам видеть столько же. Каждого из удаленных участников может слышать весь «класс». Ученики принимают участие в совместной дискуссии, до четырех участников могут говорить одновременно. Педагог проводит занятия через Интернет, объясняет материал на общей «классной доске». Текстовый чат используется учителем для общей беседы с учениками или для конфиденциальной с одним из них, а также для открытого обсуждения. Так называемый центр внимания позволяет преподавателю «вызвать» одного или нескольких учеников для ответа, а ученикам - попросить учителя вызвать их. Ученики могут запрашивать у преподавателя центр внимания, при этом они указывают необязательный статус запроса (срочно, не срочно и др.). Преподаватель, видя запросы учеников, отслеживает их активность и т. д. Важным результатом эксперимента стало и то, что апробируя региональную программу «IT-школа – школа будущего», были использованы смешанные формы обучения.

Позитивные результаты первого этапа эксперимента позволили нам перейти ко второму этапу (с 01.09.2007 г. по 01.08.2010 г.) - создание единой информационно-образовательной среды непрерывного образования «Лицей – колледж – вуз» на основе региональной программы «IT-школа – школа будущего».

Целями второго этапа эксперимента являются:

1. Создание единой информационно-образовательной среды непрерывного образования «Лицей – колледж – вуз» через взаимодействие посредством ИКТ с

общеобразовательными учреждениями города, специализированного класса дистанционного обучения на базе МОУ Лицей, лицейского класса на базе среднетехнического факультета (колледжа) Азовского технологического института (филиала) Донского государственного технического университета и ректоратом Ростовского государственного строительного университета.

2. Разработка портфолио ИКТ учителя, преподавателя и тьютера для дистанционного обучения на базе лицея и СТФ (колледжа) АТИ (филиал) ДГТУ.
3. Внедрение системы непрерывного образования на основе региональной программы «IT-школа – школа будущего».

Создание единой информационно-образовательной среды непрерывного образования «Лицей – колледж – вуз» на основе региональной программы «IT-школа – школа будущего» предполагает:

1. Создание локальной информационно-коммуникативной сети между МОУ Лицей, общеобразовательными средними школами г. Азова и среднетехническим факультетом (колледжем) АТИ (филиал) ДГТУ.
2. Создание библиотеки педагогических ИКТ, предоставляемых региональной программой «IT-школа – школа будущего».
3. Открытие на базе МОУ Лицей г. Азова специализированного класса (10 – 11 классы) дистанционного обучения.
4. Посредством дистанционного обучения совершенствование образовательного процесса в лицейских классах при колледже АТИ (филиал) ДГТУ.

Итоговый педагогический продукт – посредством дистанционного обучения в единой информационно-образовательной среде непрерывного образования «Лицей – колледж – вуз» сокращение срока обучения в колледже при АТИ-ДГТУ на полгода, расширение количества обучаемых и повышение качества обученности выпускников лицея, сокращение сроков на овладение выпускниками профессиональными и общеучебными компетенциями.

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ: ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ГУМАНИТАРНЫХ НАУК

Дементьева Ю.М. (*Мончегорский филиал МГТУ, кафедра социально-гуманитарных дисциплин*)

Abstract. In article problems of a role of the teacher are considered within the framework of remote training, efficiency of the software; the review of use of information technologies in teaching the Domestic history is given.

Сегодня вопрос о ближайшем будущем сетевого (через Интернет) образования не ставится в «гамлетовской форме»: то, что мы находимся на пороге технологической революции в преподавании, уже очевидно. Разработка федеральной целевой программы «Развитие единой информационной образовательной среды» дает ориентиры, важные и привлекательные для всех. Не вызывает сомнения и то, что дистанционное обучение (далее ДО) завоюет себе право на жизнь и будет активно развиваться лишь в том случае, если оно сохранит все необходимые условия учебного процесса как такового и предложит потребителям продукт с такими параметрами, которые сделают его доступным по цене и в этом отношении конкурентно-способными по сравнению с традиционными образовательными услугами (*Любжин, 2003*).

Традиционный подход к решению проблемы «оборудование + программа» в данном случае малоприемлем, поскольку, не выстроив философию дистанционного обучения, не представив себе в подробностях сам процесс, с надеждой только на то, что разрозненные функциональные звенья сами каким-то образом начнут работать слаженно, - можно только дискредитировать идею дистанционного обучения. Важно знать, какое оборудование необходимо и как оно будет использоваться; каковы реальные возможности приобретаемого программного обеспечения и какую именно часть вставших перед учебным заведением задач оно будет решать; какова роль каждого из участников образовательного процесса. На практике мы часто сталкиваемся с доморощенными изобретателями велосипедов. Первое опасение - не будет ли дистанционное обучение слепком с недоброй памяти заочного – «заушного» способа торговли дипломами. Безусловно, основания для него есть, хотя в современной ситуации эту коммерческую нишу успешно занимают и очные вузы. Ведь необходимость в преподавании вовсе не предполагает, что оно непременно должно быть очным. С появлением возможности обмениваться посланиями в режиме, приближенном к реальному времени, устраняется основной недостаток заочного образования – его низкая оперативность (*Коротенков, 2005*).

Для того чтобы преподавательская деятельность могла осуществляться, необходимы:

- ее адресант – преподаватель;
- ее адресат – студент;
- учебное заведение, осуществляющее встречу студента и преподавателя;
- учебные материалы, с помощью которых ведется преподавание;

Несмотря на то, что первые два элемента этого списка – главные, а остальные – служебные, их статус – одинаково высокий, поскольку без любого из последних процесс возможен только в теории. Студент и преподаватель - ключевые фигуры процесса и первоочередная задача – обеспечить их наиболее эффективное взаимодействие. Поэтому вызывают недоумение попытки заменить преподавателя тьютором – функционером, «сетевым администратором», который лишь обеспечивает встречу студента с учебными материалами. Природу обмануть невозможно, и

преподавательские функции неустранимы; в рамках дистанционного обучения они приобретают четко выраженный индивидуальный характер, требуют от преподавателя оперативности и квалификации. Если не будет обеспечено оперативное и полноценное общение преподавателя со студентом в сетевом режиме, ни о каком дистанционном обучении не может быть и речи. Лишь закрепив за преподавателем подобающую ему ключевую роль в системе, можно рассчитывать на успех. Оттеснить же его на периферию или вообще за рамки, какой бы экономией средств это не объяснялось, не допустимо (*Андреев, 2005*).

С проблемой преподавателя тесно связана и проблема учебных пособий. Очевидно, что авторы программного обеспечения дистанционного обучения не могут быть теми же лицами, кто наполняет дидактическим содержанием учебный процесс. Часто мы сталкиваемся с наивными надеждами, что «программа сама все сделает» и т.д. Но опыт показывает: там нет того, что положил туда сам. И несмотря на то что сейчас значительное количество учебников создается в компьютерном варианте, что очень облегчает работу, любое несоответствие настроек в программном обеспечении чревато сбоями в работе системы. А избежать этого практически невозможно и при многочисленных группах студентов дистанционного обучения проблемы будут нарастать, как снежный ком (*Легостаев, Овсянников, 2006*). Любая иллюстрация или таблица могут сыграть в этом дестабилизирующую роль. А между тем крайне желательно, чтобы учебные группы были обеспечены единообразным и достаточно компактным учебным материалом, чтобы процесс обучения был оперативным и дешевым. Вот задача программиста.

Теперь рассмотрим роль учебного заведения в процессе дистанционного обучения. Ограничение административных функций в пользу учебных вовсе не означает, что «головной офис» не нужен. Если в реальной жизни учебный эффект вуза представляет собой нечто большее, нежели сумму индивидуальных эффектов отдельных преподавателей («эффект обучающих стен», столь свойственный вузам с традицией), то подобное явление скажется и на дистанционном обучении. Ведь независимо от формы обучения за вузами сохраняются все традиционные функции по разработке и конкретному наполнению учебных программ, обеспечению процесса пособиями, подбору наиболее квалифицированных преподавателей. Некоторые функции могут быть видоизменены, но никак не отменены технологической революцией дистанционного обучения. Более того: возможности по привлечению преподавателей к труду в сетевом режиме будут постоянно возрастать, а потому, в свою очередь, и от вузовской администрации потребуются более высокая оперативность, чтобы закрепить за собой лучшие кадры. Мы являемся современниками эпохи, когда закладываются новые традиции в жизни учебных заведений, надолго определяющие их перспективу (*Вислогузov, 2006*).

Дистанционное обучение в Мончегорском филиале МГТУ предлагает получение высшего образования с использованием новейших информационных технологий. В образовательном процессе здесь используются как традиционные (печатные), так и инновационные средства обучения, основанные на применении компьютерной техники и телекоммуникаций. Для организации обучения в филиале в качестве базовой используется кейс – технология, система on –line тестирования для проведения промежуточного контроля знаний студентов, интерактивные компьютерные учебники, специально разработанные для дистанционной формы обучения, дискуссионный форум и электронная почта как средство общения со студентами

Цикл гуманитарных дисциплин также не остался в стороне от использования современных технологий обучения. В разработке программы по курсу «Отечественная история» учитывается специфика ДО, где основу образовательного процесса

составляет целенаправленная, самостоятельная работа студента, постоянно контролируемая преподавателем. Одним из инновационных методов стало также использование на практике компьютерного мультимедийного учебника по Отечественной истории.

В существующих сегодня на рынке образовательных услуг компьютерных учебниках широко применяются фонограммы, документы кинохроники, учебные видеофильмы и даже рабочие тетради. Поэтому в перспективе в учебном процессе планируется постепенно внедрять и эти инновационные методики подачи учебного материала. Главная же цель остается неизменной – достижение высокого уровня обучения будущих специалистов, учет новейших данных, накопленных исторической наукой и выполнение современных требований, предъявляемых к студентам вузов по изучению отечественной истории.

Составной частью учебного процесса ДО является итоговое тестирование в системе on-line. Тесты могут быть использованы и во время аудиторной проверки знаний, а также в качестве задания для самостоятельной работы. Успешные результаты тестирования являются допуском студента на экзамен. Задача теста в данной ситуации - проверка (в большей степени – самопроверка) и закрепление основных знаний по предмету.

Этап развития дистанционного обучения в филиале, опирающегося на традиционные методики, еще развивается. Сегодня в ДО реализуется смешанная модель и накапливается необходимый материал для реализации образовательных программ преимущественно по Интернет – технологиям.

Какие же основные требования необходимо предъявлять к информационной среде, в которой будет осуществляться дистанционное обучение? Эта среда должна:

- обеспечивать экономическую эффективность процесса, делать его дешевым и конкурентоспособным по сравнению с существующими формами обучения;
- гарантировать равноправное и полноценное присутствие в сети всех участников учебного процесса – студента, преподавателя и учебного заведения;
- обеспечивать возможность оперативного создания редактирования компактного дидактического материала, удобного для использования в онлайн-режиме;
- способствовать превращению учебного заведения в динамичную и мобильную структуру, аккумулирующую и использующую самые разнообразные образовательные ресурсы, востребованные обществом;
- развивать ДО по курсу «Отечественная история» при активном взаимодействии профессионалов – историков и специалистов по информационным технологиям.

Литература

1. Андреев А. Знания или компетенции // Высшее образование в России, 2/2005, с.3-4.
2. Вислогузов А. Информационные технологии в образовательном процессе // Высшее образование в России, 5/2006, с.73.
3. Коротенков Ю.Г. Дистанционное обучение в системе образования // Школьные технологии, 3/2005, с.66.
4. Любжин А. Дистанционное обучение: технологии и перспективы // Народное образование, 6/ 2003, с.89.
5. Легостаев И.И., Овсянников В.И. Об основных закономерностях обучения в дистанционном образовании // Социально-гуманитарные знания, 4/2006, с.206.
Панарина Н. А. Дистанционное обучение: к вопросу об основных понятиях // Социс, 4/2004, с.116.

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Замарина С. Ю. (*Мончегорский филиал МГТУ*)

Глобальные геополитические и экономические изменения последнего времени предъявляют новые требования к обучению. В век информатизации путь к успеху - доступ к информации и умение работать с ней, разумеется, не только на родном языке. Это, видимо, одна из причин, по которой ЮНЕСКО объявил столетие веком полиглотов. Коммуникативная компетенция в современном ее понимании и предусматривает формирование способности к межкультурному взаимодействию. Используя ПК при организации исследовательской деятельности обучающихся, мы решаем целый ряд задач по формированию коммуникативной компетенции. При организации этой деятельности обучающихся следует уделить большое внимание дидактическим преимуществам ПК: полифункциональности, интерактивности, диалоговому взаимодействию, многообразию возможных режимов и организационных форм работы. Собственно теоретические вопросы внедрения компьютерных технологий в учебный процесс, в том числе и в исследовательскую деятельность по иностранным языкам являются предметом новой отрасли науки - компьютерной лингводидактики, которая изучает эргономические, психолого-педагогические, программно-информационные, лингвометодические аспекты. Моей задачей не является столь глубокое рассмотрение вопроса использования ПК, а лишь описание некоторых форм использования, их важность. Прежде всего, здесь речь идет о возможности Интернета предоставить необходимую текстовую, графическую и звуковую информацию. Преимущества его использования следующие: самостоятельный поиск информации обучающихся в рамках работы над проектом или исследованием; проведение устного или письменного обсуждения полученных по электронной почте писем партнеров по проекту или исследованию; проведение в группах сотрудничества дискуссии по той или иной проблемной ситуации; проведение лингвистического анализа определенных сообщений, устных или письменных высказываний носителей языка, содержащих идиомы, реалии, пословицы, неологизмы, отражающие специфику функционирования изучаемого языка в культуре народа; использование материалов дистанционных курсов; проведение защиты творческой работы в чате (в режиме реального времени), в которых принимают участие студенты (и не только) из разных стран мира. Создание необходимости живого общения с реальными партнерами на иностранном языке и знакомства с какими-то элементами другой культуры; создание реальной языковой среды при работе над международным проектом; задействование межпредметных связей, расширение кругозора обучающихся при работе над междисциплинарным проектом или исследованием. Необходимость подготовки совместной творческой работы, возможно, на специально созданных для этих целей Web-страницах сети Интернет, требует обращения к текстовым, графическим редакторам, применения различных сетевых программ, позволяющим использовать графику, анимацию, т.е. мультимедийные средства. Такой проект становится междисциплинарным. Помимо предметной (коммуникативной) компетенции использование информационных технологий в исследовательской деятельности помогает при формировании деятельностной компетенции, предполагающей планирование, достижение цели и развитие личности, получение знаний о принятых в обществе и глобальном пространстве «правил социальной игры».

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ МЕНЕДЖЕРОВ В НЕГОСУДАРСТВЕННОМ ВУЗЕ

Клоков Ю.А. (г. Калининград, КИЭ, кафедра государственного и муниципального управления, менеджмента организации, e-mail: secretar@kanct.ru)

Abstract. The shock of last decades has destroyed the earlier developed system of mutual relations between the economic science, economic education and practice. A source of shock is in the environmental changes, namely: processes in real economy, political sphere and public consciousness. Changes in the infrastructure of higher education are being introduced currently in non-governmental higher institutions in the first place.

Перед системой высшего профессионального образования ставятся задачи воспитания позитивного отношения к современному процессу преобразований как существенному элементу экономической культуры, поэтому важно понимать, какой будет сама система педагогического образования. Отсюда следующее условие формирования конкурентоспособного специалиста – создание продуктивной с этой точки зрения образовательной системы, включающей в себя подсистемы, управление, организацию, кадры. Любая система характеризуется целью, содержанием, структурированными учебными программами и планами, в которых учитываются предыдущие уровни образования и прогнозируются последующие. Системобразующей составляющей всей образовательной системы является цель образования, т.е. формирование конкурентоспособного специалиста. С точки зрения рынка труда профессионал предлагает себя. Рынок труда определяет, сколько стоят те или иные человеческие качества, поэтому главная задача вузов – формирование специалистов, чьи профессиональные и личностные качества получают спрос на региональном рынке труда.

Квалифицированному менеджеру требуются экономические знания, знания основ менеджмента и практического маркетинга, психологические и социологические знания, а основными значимыми структурными компонентами конкурентоспособного специалиста являются профессиональная направленность, социально значимые и профессионально важные качества, психологические и биопсихологические качества и свойства. Многочисленные исследования показывают, что конкурентоспособность как многомерная характеристика зависит от внутренних и внешних условий. К внутренним относятся профессиональная компетентность, профессиональная направленность, учебная активность, умственная самостоятельность, академическая успеваемость, учебная успешность. К внешним условиям – адаптация выпускника, профессиональная устойчивость, темпы роста профессионального мастерства, карьера.

Подробнее остановимся на профессиональной компетентности, которую отдельные ученые определяют как систему знаний, умений и навыков, обеспечивающих будущему менеджеру не только общепсихологические знания, но и высокий уровень профессионального самосознания, умения управлять своими психическими состояниями. Выделим исходя из этого определенные личностные качества менеджера, позволяющие ему раскрыться как профессионалу. К ним относятся: блок мировоззренческих установок (смыложизненные ориентации, ценностные ориентации и т.п.); блок личностных качеств (адекватная самооценка, сочетающаяся с высоким уровнем самопринятия и самоуважения, высокая мотивация достижений и т.д.); блок социально-психологических качеств (коммуникативная и

социально-перцептивная компететность, социальный интеллект и т.д.). Многие исследователи однако понимают управленческую компететность более широко – не только в деятельностном контексте, но и в контексте всего труда менеджера, включающего, кроме собственно деятельности, личность и общение, т.е. гармоничное сочетание знаний предмета, методики и дидактики преподавания, а также умений и навыков (управленческой культуры – стиль управления и руководства) педагогического общения.

Таким образом, профессиональная компететность большинством ученых определяется по предметному основанию тех наук, вклад которых в ее формирование считается ведущим (педагогика, методика, социальная и дифференциальная психология), и по уровню саморазвития. При этом возникает принципиальный вопрос: получают ли студенты интегрированные «психолого-педагогические знания», или это будут разрозненные звания по педагогике и психологии, не освоенные на уровне профессионального сознания и в целом менее эффективные? Формирование интегрированного психоого-педагогического знания сопряжено со специальной дидактической обработкой научного знания, связанной с преобразованием его в форму учебной информации. Основная аккумуляция интегрированных знаний проходит следующие этапы: установление внутридисциплинарных, междисциплинарных, комплексных и синтетических связей, собственно интегрированных. Происходит овладение на каждом этапе теоретическими знаниями и технологическими умениями. С одного этапа на другой переход сопровождается инверсией знаний, когда осуществляется глубокое проникновение и переход в качественно новое состояние педагогического и психологического знания, взаимодействие рационального и иррационального знания, наполнение обобщенных теоретических знаний личностным смыслом и применение их в будущей профессиоенальной деятельности (1).

Среди интегрирующих факторов (как основы интеграции) исследователи выделяют две группы – предметного и общего плана. К первым отнесены содержание исторического и педагогического образования и пр.; содержание каждого из видов образования в той или иной степени переплетается с содержанием других дисциплин (спецкурсов), достигая определенной целостности. Возможности к объединению заложены в самом содержании учебных курсов, т.к. многие из них изучают одни и те же объекты действительности с разных сторон. К факторам общего плана отнесена проблема (противоречивое внутреннее содержание, посредством которого стягивается и вокруг которого формируется разнохарактерный материал), деятельностный аспект содержания (определенный способ деятельности, общий для усвоения разнокачественного материала), «образ-Я» (личностно-смысловая сфера содержания), региональный компонент (среда обитания студента), экологический компонент (1).

Огромную роль в подготовке конкурентоспособного менеджера играет синтетическая интеграция. Она осуществляется в рамках общей стратегии регионального негосударственного вуза при активном взаимодействии с внешней средой (обществом, законами рынка, предпочтениями потребителей и работодателей) по следующим пяти направлениям: интеграция учебных курсов, моделей обучения, дидактических принципов, традиционных и инновационных технологий, разнородных сред для объединения в единое образовательное пространство учебной деятельности. Эта конфигурация позволяет моделировать познавательные процессы подготовки конкурентоспособного менеджера.

Управленческая подготовка специалиста осуществляется на протяжении 10 семестров: 1 курс – установочно-корректировочный, начало систематического образования. Главная задача – помочь студенту утвердиться в выборе профессии, раскрыть роль личностного начала в профессии менеджера, мотивационные основы

учения, сформировать потребность и умения самостоятельного учебного труда. 2 курс – целенаправленное формирование фундаментальных теоретических знаний, базовых профессионально-управленческих умений, основ профессионального мировоззрения, управленческой культуры. 3 курс – развитие знаний по общефилософским проблемам, формирование профессионального сознания, поведения и действия. 4 курс – определение научных интересов студента, приобщение к научно-исследовательской работе, создание базы для самостоятельной исследовательской деятельности. 5 курс – этап обобщения, управленческое образование завершается, это этап систематизации знаний на уровне современного состояния управленческой и экономической науки, совершенствования умений самостоятельно пополнять знания (1).

Основываясь на вышесказанном, выделим важнейшие задачи высшего профессионального образования в условиях глобализации и модернизации. Во-первых, образование призвано готовить специалистов, способных легко обучаться, быстро приспосабливаться к меняющимся условиям и содержанию профессиональной деятельности, заинтересованности в своем непрерывном образовании и совершенствовании. Таким образом, в процессе профессиональной подготовки специалиста в системе высшего профессионального образования необходимо развивать его адаптационные способности, а также умения и навыки самообучения. Во-вторых, образование должно сформировать у будущего менеджера такие личностные структуры и способности, которые позволили бы ему самостоятельно ориентироваться в профессиональном мире и выстраивать вектор своего карьерного роста.

Шок последних десятилетий разрушил сложившуюся ранее систему взаимоотношений между экономической наукой, экономическим образованием и реальной практикой. Источником шока были изменения во внешней среде: процессы в реальной экономике, политической сфере и общественном сознании. Изменился и характер спроса на экономические знания. Для разных областей исследований экономической науки реакция на шок была весьма различной.

В современных условиях проблема качества подготовки специалистов становится весьма актуальной. Профессионализм, компетенция, личностные черты, способность к самоопределению (демонстрация квалификационного уровня), оперативная адаптация к новым условиям труда, к требованиям профессии и работодателя, готовность к доучиванию – вот параметры, по которым в первом приближении возможно оценить качество специалиста и менеджера.

Проблемам негосударственных вузов сегодня уделяется большое внимание. Многие ученые считают, что изменения в инфраструктуре высшего образования осуществляются в первую очередь именно в негосударственных вузах. Система негосударственного высшего образования позитивно воздействует на социальную мобильность, механизмы воспроизводства социальной структуры, формирует экономически активную личность, создает конкурентную ситуацию на рынке образовательных услуг (2).

Литература

1. Мезинов В. Ориентация педагогического образования на подготовку конкурентоспособного учителя / В. Мезинов. – Высшее образование в России. – 2007. - № 4. – С. 79-83.
2. Болотин Н., Михайлов А. Негосударственное высшее образование в России: состояние и перспективы / Н. Болотин, А. Михайлов. – Высшее образование в России. – 2007. - № 6. – С. 71-76.

КЛАВИАТУРА С ВРАЩАЕМЫМИ БЛОКАМИ КЛАВИШ НЕОБХОДИМА В ТЕХНОЛОГИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Макеев А.К. (г. Москва, самостоятельные научные исследования,
e-mail: knowall@list.ru)

Abstract. The rule of articulation of elementary sounds-signs of speech-thinking is formulated. Practical application of a rule of an articulation. The technical device ergonomic, intuitively clear Keyboard with rotated blocks of keys is offer for application in remote training.

Современные реалии жизни требуют от каждого члена общества непрерывного обновления его знаний и неоднократного переобучения в родной стране или за границей. Невозможно каждому работнику многократно, с отрывом от производства, заново поступать в высшее или среднее специальное учебное заведение, когда требуется получить новые фундаментальные или специальные знания.

Всеобщая компьютеризация и Интернет позволили получать удаленный доступ к базам данных множества библиотек, научных и учебных учреждений, где бы они ни находились. Осуществлять оперативную связь с любым сотрудником любой организации и с любым преподавателем, профессором. Посылать и получать текстовые, графические, звуковые и видео файлы. Квалифицированные кадры предприятий и учреждений всё чаще прибегают к дистанционному обучению без отрыва от производства. Стало реальностью дистанционное многократное переобучение и непрерывное образование всех квалифицированных кадров.

Основным средством в технологиях дистанционного обучения является компьютеризированное место преподавателя и учащегося, включающее системный блок, монитор, клавиатуру, компьютерную мышь, принтер, сканер, планшет, цифровую камеру, наушники, микрофон и модем для подключения к высокоскоростному Интернету. Самым неудобным и нелогичным элементом компьютеризированного места, который невозможно настроить по индивидуальным физиологическим параметрам человека, остаётся клавиатура. Клавиатура является основным техническим тормозом и причиной множества ошибок в общении человека с компьютером.

Применяемая во всех странах QWERTY (ЙЦУКЕН) клавиатура придумана американским инженером Шольсом (Sholes) в 19-м веке именно для его механической пишущей машинки. И не годится для компьютера. Клавиатура Шольса нелогична и неудобна для работы на ней десятью пальцами. В клавиатуре Шольса нет конструктивной защиты от одновременного нажатия одним пальцем двух или трех соседних клавиш. Расположение буквенных клавиш по их звуковому значению не имеют единого стандарта расположения в разных языковых раскладках. Что каждый раз требует время на адаптацию пользователя при переключениях между языковыми раскладками. В настольных компьютерах и ноутбуках применяются такие клавиатуры, которые не совпадают по размерам, по функциональным возможностям и по количеству основных клавиш. Несовершенства клавиатуры Шольса создают значительные трудности при работе на компьютере, как и на пишущих машинках.

Новая, удобная и понятная клавиатура, удовлетворяющая всех пользователей, могла быть разработана лишь на основе новых фундаментальных знаний. В 1984 году я взялся за решение задачи создания совершенной клавиатуры. Начав с построения

максимально простой общей классификации простейших, элементарных согласных и гласных звуков речи. К 1999 году мне удалось сформулировать следующее правило (или научный закон?) артикуляции: «Элементарные звуки речи произносятся элементарными артикуляционными жестами одним из шести типов сближения нижней части с верхней частью в одной из пяти зон артикуляции ротового отдела речевого аппарата, от наименьшей степени сближения (гласные) до наиболее тесного смыкания (сонорные)».

На правиле артикуляции мною построена Естественная система элементарных звуков-знаков речи-мышления, своего рода, «периодическая» классификационная таблица всех тридцати элементарных звуков-знаков речи (1, 2):

Номер зоны артикуляции	Типы артикуляционных жестов. Элементарные звуки-знаки речи пронумерованы					
	Без выраженной вибрации голосовых связок (Глухие)		С вибрацией голосовых связок (Средние, распевные)		С выраженной вибрацией голосовых связок (Звонкие)	
	Взрывные	Щелевые (шипящие)	Разомкнутые (гласные)	Смычные (сонорные)	Щелевые (шипящие)	Взрывные
	5	28. П	26. Ф	25. У	30. М	27. В
4	22. Ц	20. С	19. О	24. Н	21. З	23. (Дз)
3	16. Т	14. Ъ (-)	13. Ы	18. Л	15. Ь (Й)	17. Д
2	10. Ч	8. Ш	7. Э	12. Р	9. Ж	11. Ј
1	4. К	2. Х	1. А	6. (Rh) французский	3. (Gh) украинский	5. Г

По образцу распределения символов элементарных звуков речи в Естественной системе элементарных звуков речи, с применением нескольких других важных усовершенствований, мною разработана и запатентована полезная модель «Клавиатура с вращаемыми блоками клавиш». (Патент России RU 63948 U1 от 10.06.2007).

Клавиатура с вращаемыми блоками клавиш эргономична. Подстраивается под индивидуальные физиологические особенности и требования каждого конкретного пользователя. Интуитивно понятна. Звуковое значение каждой из основных тридцати буквенных клавиш, имеет одно и то же значение для всех алфавитных раскладок. Все клавиши расположены в луночных углублениях ниже уровня верхней панели. Что препятствует одновременному нажатию одним пальцем двух-трех соседних клавиш. Размер клавиатуры; размер, количество и расположение клавиш и других элементов на клавиатуре настольных и переносных компьютеров идентичны (см. рис. 1). На этой новой интуитивно понятной и очень удобной клавиатуре каждый человек сможет уверенно набирать текст десятью пальцами рук даже без предварительного обучения.

Массовое производство Клавиатуры с вращаемыми блоками клавиш может способствовать ускорению глобального процесса компьютеризации, повсеместного распространения Интернета и информатизации быта, досуга, учебы и работы людей. Письмо от руки станет применяться очень редко. Основными видами письменности станет клавишное письмо и, основанное на машинном распознавании речи, диктовано-клавишное письмо.

Технологии дистанционного обучения смогут использовать все преимущества Клавиатуры с вращаемыми блоками клавиш для упрощения, облегчения и ускорения рутинного труда преподавателей и учащихся по написанию и редактированию учебных заданий и работ учащихся. Что сделает процесс получения знаний в заочном и дистанционном образовании элементарно простым, удобным и повсеместно

доступным. Попеременное написание текстов на родном языке и иностранных языках, требующих многократного переключения языковых раскладок клавиатуры, не возникнут больше трудности по поиску клавиш нужных букв на клавиатуре.

Даже саму Клавиатуру с вращаемыми блоками клавиш можно использовать в качестве наглядного учебного пособия и технического учебного средства для быстрого, за 1-2 дня, обучения неграмотных детей и взрослых основным буквам алфавита и основам письменности родного языка.

Клавиатуру с вращаемыми блоками клавиш, переключаемую на соответствующие языковые раскладки, очень удобно использовать при изучении алфавита иностранных языков и изучении иностранных языков.

Максимально удобная и логично устроенная, интуитивно понятная Клавиатура с вращаемыми блоками клавиш может способствовать разносторонним межличностным контактам через Интернет миллиардам людей.

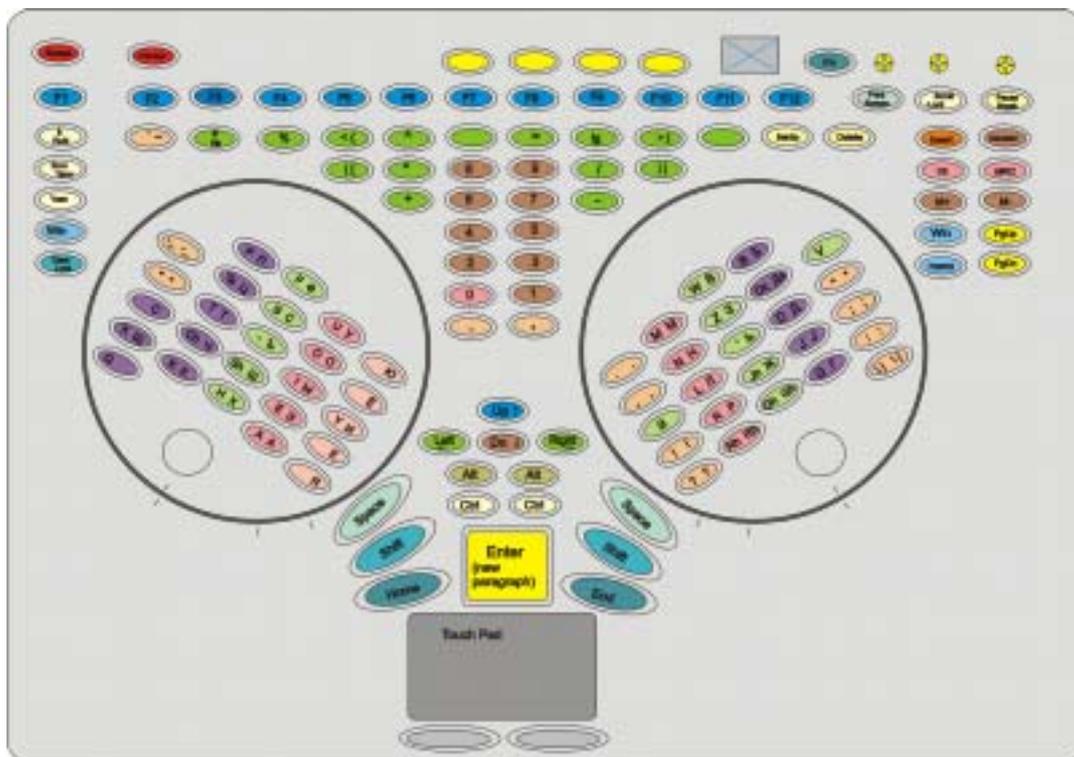


Рис. 1. Клавиатура с вращаемыми блоками клавиш, вид сверху.

Литература

1. Макеев (Ерет) А.К. Естественная система фонем интеллекта (ЕСФИ). В книге: Актуальные проблемы фундаментальных наук: тезисы докладов. Т. 12. Секции Эргономика и искусственный интеллект, иностранные языки, Семинар «Проблемы современной организации науки и производства. Инжиниринг. Маркетинг». /Под ред. Федорова И.Б. –М.: Издательство МГТУ, 1991. с. 106.
2. Макеев А.К. «Вселенская азбука» или Закон периодичности артикуляционных и акустических свойств элементарных звуков речи и его графическое отображение в Естественной системе элементарных звукознаков речемышления (дата регистрации (открытия) 1998.05.26). В книге «Идеи. Гипотезы. Решения». Информационный бюллетень. -Москва, ВНИИЦ №1 1999. с. 11.

НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ (ДО)

Масягина З.А. (МГТУ, кафедра автоматики и вычислительной техники,
e-mail:girl_sun1978@mail.ru)

Abstract. The Article considers some problems of quality management remote education.

Аннотация. Статья рассматривает некоторые проблемы управления качеством дистанционного обучения.

Активное введение новых образовательных технологий существенно меняет подход к управлению качеством образования и оценке качества обучения. Применение ЭВМ как средства связи и глобальной сети Internet открыли огромные возможности для развития дистанционного обучения, особенно актуального для России, с ее огромной территорией и сосредоточием научных центров в крупных городах. Дистанционное обучение отвечает требованиям современности, что служит источником повышенного интереса к использованию различных форм ДО в педагогическом процессе.

Под *дистанционным обучением* следует понимать образовательную систему на основе компьютерных телекоммуникаций с использованием современных педагогических и информационных технологий.

Существуют различные способы организации ДО на базе новых информационных технологий, таких как интерактивное телевидение, компьютерные телекоммуникационные сети (региональные и глобальные) в режиме обмена текстовыми файлами, с использованием мультимедийной информации, в том числе в интерактивном режиме, а также с использованием компьютерных видеоконференций.

Можно утверждать, что вопросы обеспечения качества образования, а в частности повышения качества дистанционного обучения являются приоритетной и актуальной задачей для государства. В понятие "качество" ДО вкладывается совокупность потребительских свойств образовательной услуги. Следовательно, чем выше будет уровень информационной культуры, тем выше будет спрос.

Концепция ДО должна прежде всего касаться педагогических аспектов, необходима организация не просто информационной, а именно образовательной среды для широких слоёв населения, желающих получить то или иное образование.

Качество и успешность ДО зависит от ряда составляющих компонентов:

1. Эффективность разработки методических материалов и вариантов их предоставления;
2. Уровень педагогического мастерства;
3. Эффективность прямой и обратной связи преподавателя и обучаемого;
4. Структура ДО должна быть модульной, т.к. обучаемый должен чётко осознавать своё продвижение от модуля к модулю;
5. Система контроля усвоения знаний должна строиться как на основе оперативной обратной связи, так и в виде отсроченного контроля.

На качество ДО большое влияние оказывает самостоятельная познавательная деятельность обучаемых со специально разработанными по данному курсу учебными материалами, а также с различными источниками информации. Известно, что задача современной системы образования состоит не в том, чтобы сообщить как можно больший объём знаний, а научить эти знания добывать самостоятельно.

Ещё одной особенностью работы с дистанционными курсами является компьютерная грамотность обучаемых, т.к. недостаток пользовательских навыков

может резко снизить мотивацию к самостоятельной работе.

К достоинствам ДО можно отнести следующие факторы:

1. Участники ДО практически не ограничены пространственными и временными рамками для получения информации;
2. Высокий уровень интерактивности, обеспечиваемой возможностями Internet;
3. Мультимедийные возможности современных информационных технологий в целом;
4. Возможность оперативной передачи любого объема и вида информации на большие расстояния, хранение в памяти компьютера и редактирования;
5. Возможность доступа к любым источникам информации, базам данных, различным конференциям, а также возможности работы с этой информацией;
6. Организация совместных телекоммуникационных проектов;
7. Возможность выступать от вымышленного имени, что, по мнению психологов преодолевает коммуникативные барьеры, а также боязнь сделать ошибку.

Особенности работы с ДО предъявляют к преподавателю ряд требований:

1. Обладание профессиональными знаниями и опытом в соответствующих областях науки;
2. Осуществление организации учебного материала и всех видов учебных занятий согласно образовательной программе;
3. Создание элементов мультимедийного учебно-методического комплекса для изучения данных тем;
4. Организация учебного материала на основе гипермедиа;
5. Организация проектной учебно-исследовательской деятельности студентов с использованием обработки видеоматериалов;
6. Проведение индивидуальных учебных консультаций, в том числе и через Internet;
7. Осуществление проверки качества усвоения знаний, используя соответствующие приёмы.

Подводя итоги, можно сделать вывод о том, что для современного образования необходима особая подготовка специалистов для работы в современной информационной среде.

Литература

1. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы, перспективы использования. М.: Школа-Пресс, 1994.
2. Кузнецова З.М. Некоторые аспекты управления качеством дистанционного обучения: Набережные Челны: Материалы конференции «Современные проблемы науки и образования», 5-6 декабря 2005 г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ

Нефедова О.В. (МГТУ, кафедра автоматики и вычислительной техники, e-mail: olnef@mail.ru)

Abstract. The article overviews the opportunities of integrated studies for optimization of remote learning. The article gives examples of tasks to demonstrate relations between information science, mathematics and physics.

Дистанционное образование предполагает в основном самостоятельное освоение студентами знаний и навыков в рамках выбранной специальности при использовании современных информационных технологий. В процессе обучения студентам предоставляются все необходимые учебные и методические материалы. Объем информации, который приходится воспринимать и перерабатывать в процессе обучения, достаточно велик, что затрудняет его эффективное усвоение. Одним из способов оптимизации образовательного процесса является реализация принципа межпредметных связей. Применение принципа межпредметных связей в образовательном процессе устраняет дублирование учебной информации, способствует формированию системности знаний, развитию мышления. Дистанционная форма обучения базируется на применении современных телекоммуникационных и информационных технологий. В частности, учебно-методические материалы представлены в электронном виде. И при их составлении полезно учитывать возможности реализации межпредметных связей.

В качестве демонстрации вышесказанного предложены варианты заданий, предлагаемых для решения средствами современных информационных технологий и содержащих материал, изучаемый в курсах математики, информатики и физики на примере изучения темы «Решение систем линейных уравнений средствами MS Excel». Примеры заданий составлены для студентов технических специальностей.

В процессе изучения математики известно, что система линейных уравнений может быть представлена в виде:

$$Ax = b,$$

где A – матрица $n \times n$, x – вектор-столбец (размер $n \times 1$), b – вектор-столбец (размер $n \times 1$). Столбец x надо искать по формуле:

$$x = A^{-1}b.$$

Рассмотрим примеры решения конкретных задач средствами MS Excel.

Пример 1. Заданы матрица A и столбец b . Найти все значения x .

Решение:

1. Введите значения элементов матрицы (диапазон ячеек $C2:E8$) и присвойте ей имя A .
2. Введите значения элементов вектора-столбца (диапазон ячеек $L2:L4$) и присвойте ему имя b .
3. Выделите диапазон ячеек по размеру такой же, как вектор b (например, $Q2:Q4$).
4. Введите формулу =МУМНОЖ(МОБР(A); b).
5. Нажмите **Ctrl + Shift + Enter**.

Результат выполнения действий представлен на рис. 1.

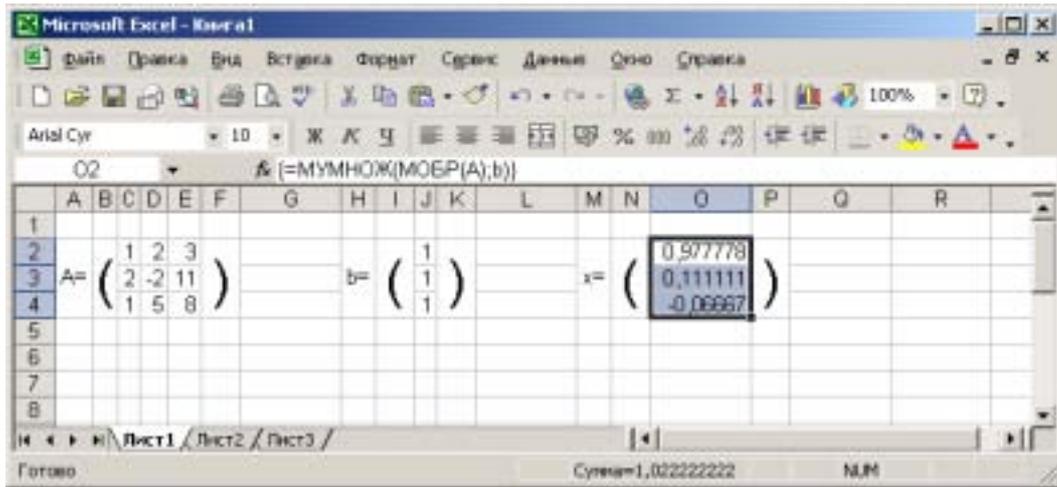


Рис.1

Пример 2. Решите систему уравнений

$$\sum_{i=1}^k v(S_i) \leq v(N).$$

Указание: Матрица A состоит из значений коэффициентов при неизвестных; вектор-столбец b содержит значения свободных членов. Найти вектор-столбец c .

Решение:

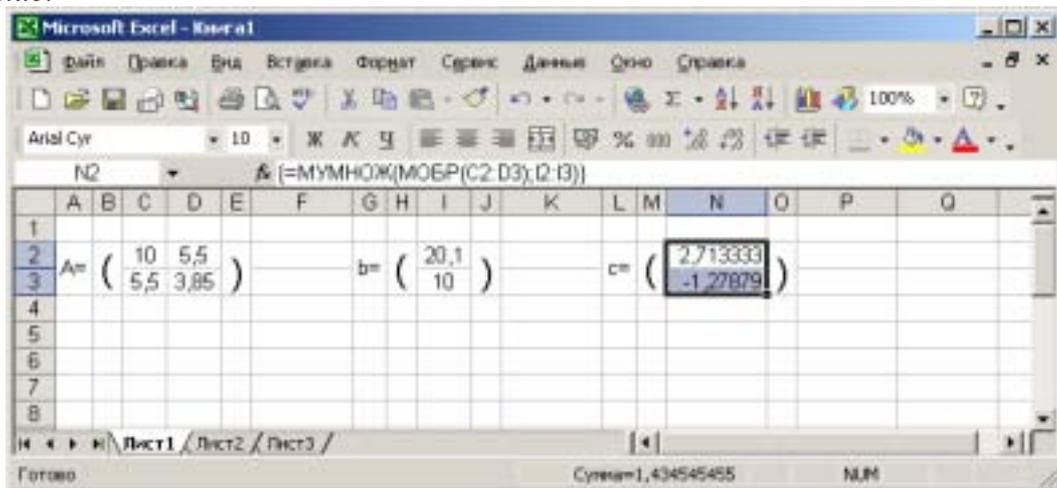


Рис.2

Пример 3. Источники тока с ЭДС E_1 и E_2 включены в цепь (рис. 3). Определить силы токов, текущих в сопротивлениях R_1 , R_2 , R_3 , если $E_1 = 20$ В, $E_2 = 25$ В, $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 15$ Ом, $R_3 = 82$ Ом. Сопротивлениями источников тока пренебречь.

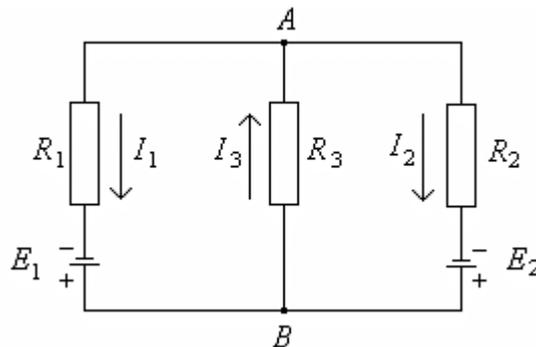


Рис.3

Решение:

Силы токов в разветвленной цепи определяют с помощью законов Кирхгофа.

1. Выберем произвольно направления токов (например, как на рис. 3), текущих через сопротивления.
2. Выберем направление обхода контуров (например, по часовой стрелке).
3. Согласно 1-му закону Кирхгофа

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0$$

составим уравнение для узла В:

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0.$$

При составлении уравнений по 1-му закону Кирхгофа необходимо соблюдать правило знаков: ток, подходящий к узлу, входит в уравнение со знаком “+”; ток, отходящий от узла, – со знаком “-”.

4. В данной схеме 3 контура; независимых – 2 уравнения.

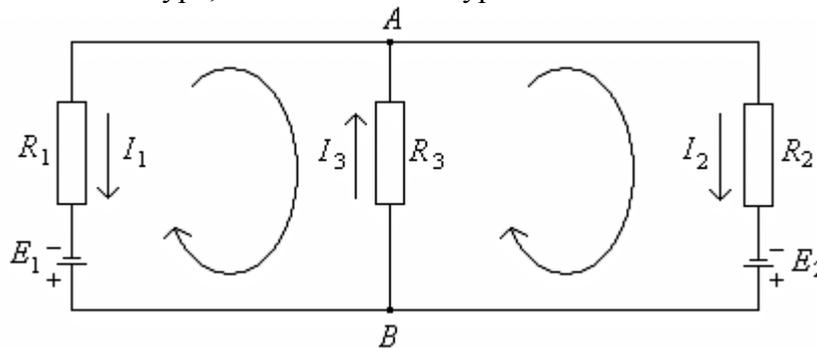


Рис. 4

Согласно 2-му закону Кирхгофа

$$\sum_{i=1}^n I_i R_i = \sum_{i=1}^k E_i$$

для контуров AR_1BR_3A и AR_2BR_3A получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} -I_3 R_3 - I_1 R_1 = -E_1 \\ I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_2 \end{cases}$$

При составлении уравнений по 2-му закону Кирхгофа необходимо соблюдать следующее правило знаков:

- 1) если ток по направлению совпадает с выбранным направлением обхода контуров, то соответствующее произведение IR входит в уравнение со знаком “+”, в противном случае произведение IR входит в уравнение со знаком “-”;
- 2) если ЭДС повышает потенциал в направлении обхода контура, т.е. если при обходе контура приходится идти от минуса к плюсу внутри источника, то соответствующая ЭДС входит в уравнение со знаком “+”, в противном случае – со знаком “-”.

Итоговая система уравнений:

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ -I_1 R_1 - I_3 R_3 = -E_1 \\ I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_2 \end{cases} \quad (1)$$

Перепишем систему уравнений (1) в виде:

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ -10I_1 - 82I_3 = -20 \\ 15I_2 + 82I_3 = 25 \end{cases}$$

Для решения данной системы уравнений воспользуемся рассмотренным в примерах 1 и 2 методом (рис. 5).

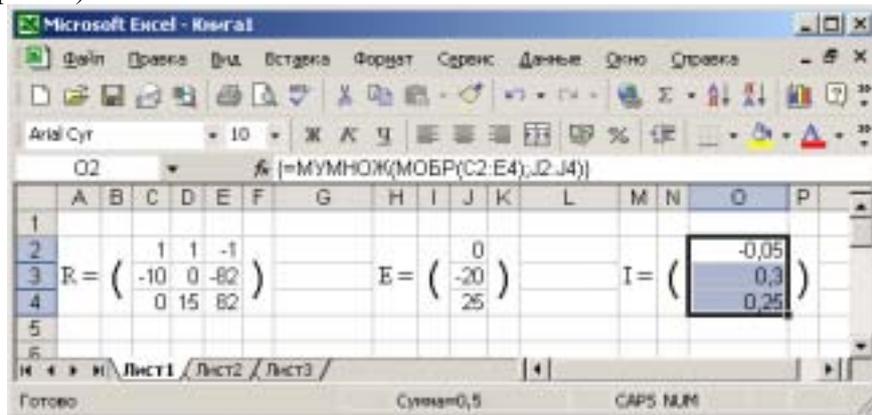


Рис. 5

Ответ: $I_1 = -0,05$ А, $I_2 = 0,3$ А, $I_3 = 0,25$ А.

Примеры заданий для самостоятельного выполнения

1. Решить систему уравнений

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 - x_4 = 0 \\ 2x_1 - 4x_2 = 6 \\ 2x_1 - 4x_3 = 10 \\ 4x_3 + 2x_4 = 0 \end{cases}$$

2. Определить силу тока I_3 в резисторе сопротивлением R_3 (рис. 6) и напряжение U_3 на концах резистора, если $E_1 = 4$ В, $E_2 = 3$ В, $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 1$ Ом. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.

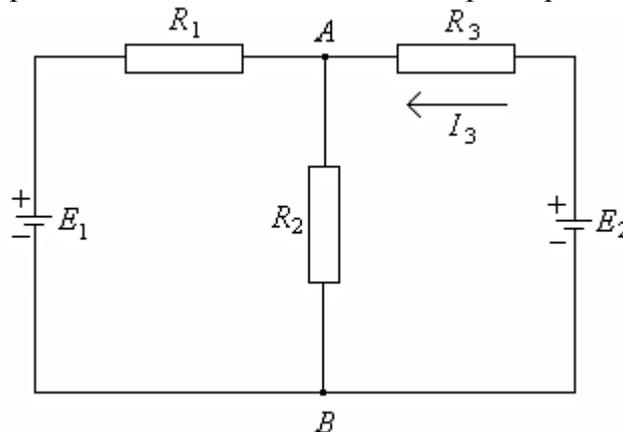


Рис. 6

Таким образом, можно подготовить ряд заданий, содержащихся в методических указаниях к выполнению практических работ и интегрирующих информацию смежных учебных дисциплин.

КОНЦЕНТРИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ НА ПРИМЕРЕ ОБУЧАЮЩИХ ПРОГРАММ – ОСНОВА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Обухова Л.Г. (*г. Набережные Челны, ИНЭКА, кафедра прикладной информатики и управления*)

Истоки концентрированного обучения (КО), восходят к середине XVI века, к трудам Я.А. Коменского (2). Им была предложена модель организации учебного процесса, в которой осуществлялось непрерывное изучение предмета в течение учебного дня, недели, месяца, года. Сущностным признаком КО является применение системы форм, методов и средств обучения, адекватно реализующих целостный процесс познания.

Одним из ведущих принципов КО является концентрация учебного материала *во времени*. Концентрация учебного материала достигается, во-первых, за счет переконструирования материала на основе идеи об укрупнении учебных единиц, в соответствии с которой теоретические сведения определенного раздела программы концентрируются и подаются учащимся *единым блоком* в обобщенном систематизированном виде.

Принцип интенсивности обучения требует использования различных интерактивных методов обучения (кроссворды, игровые формы, тесты и др.), обеспечивающие максимальное приближения процесса обучения к условиям обычного общения, создания психологического комфорта, устранение поляризованности позиций обучающего и обучаемого.

Принцип учета психофизических особенностей личности отражает факт необходимости приведения организационной структуры обучения в соответствие с закономерностями процессов забывания и запоминания информации человеком.

Немецкий психолог Г.Эббингаус (3) установил, что воспринятый новый материал наиболее интенсивно забывается в первое время. Им был сформулирован психологический закон, в соответствии с которым заученный материал быстрее забывается в первые часы после его восприятия; то же, что в эти часы сохраняется в памяти, в дальнейшем забывается медленнее.

Физиологическая основа этого психологического явления была вскрыта исследованиями И.И. Павлова, который установил, что вновь образовавшиеся нервные связи непрочны и легко тормозятся. В связи с этим были выработаны рекомендации.

Основным условием перевода информации *из кратковременной памяти в долговременную является повторение* запоминаемого материала. Если информацию следует запечатлеть надолго, то ее рекомендуется повторять с такими интервалами: 15-20 мин. Затем через 8-9 часов, затем через 24 часа.

Раннее повторение возмещает быстрое первоначальное забывание. Однако чисто механическое повторение не приводит к устойчивому долговременному запоминанию. Решающее значение имеет осмысленная интерпретация нового материала, установление связи между ними и тем, что уже известно обучаемому, включение удерживаемого материала в систему ассоциативных связей, чему может способствовать рациональная группировка исходного материала, переход на более крупные оперативные единицы памяти.

Особенностью контрольно – оценочного компонента обучения является то, что КО дает преподавателю возможность наблюдать деятельность практически каждого учащегося в течение учебного дня и поэтому у него имеется возможность объективно оценивать его работу. Но более важно, что КО создает благоприятные

условия для учения обучаемых, снимает стрессовые, столь характерные для этапа контроля обычных уроков.

По данным Ибрагимова (1) можно рассматривать структуру учебного блока в следующей последовательности:

формы организации обучения – лекция-сам. раб. - практ. зан. - зачет
психологическая основа учения-

Восприятие, понимание.	Осмысление, запоминание	Применение, закрепление	Контроль, самоконтроль
---------------------------	----------------------------	----------------------------	---------------------------

Интенсивность обучения достигается в результате использования серии тестовых программ:

- обучающих,
- обучающих - игровых,
- контрольно - оценивающих.

В педагогической практике широко используются тестовые задачи и задания.

Для того чтобы задача стала тестом, она должна отвечать ряду требований и соответствующим им критериям:

- валидность (тестовая задача должна диагностировать именно то умение, ту способность, на которую она ориентирована).
- диагностическая ценность тестовой задачи тесно связана с валидностью. Если с решением тестовой задачи справляются только "сильные" студенты или наоборот все студенты, то диагностическая ценность этой задачи невелика. Считается, что распределение оценок за решение тестовой задачи близко к нормальному.
- репрезентативность означает, что набор заданий обеспечивает всестороннюю проверку диагностируемых умений и способностей студентов.
- объективность (результаты тестирования считаются таковыми, если при повторном их применении результаты будут близкими или даже совпадут).

Автором предложена методика обучения дискретной математике студентов дистанционного обучения (ДО).

Весь объем изучаемого материала разделен на 6 блоков:

1. Множества.
2. Отношения.
3. Соответствия.
4. Логика предикатов.
5. Операции на графах.
6. Маршруты и деревья.

Для каждого блока создана обучающая программа, в которой предлагаются практические задачи, алгоритм решения которых раздроблен на мелкие шаги, позволяющие усвоить все промежуточные операции. Причем решение организовано в форме диалога со студентом. После полного понимания обучающимися исходного материала, даются научные определения.

Например, при изучении темы: "Объединение и пересечение множеств", проводится занятие.

Вначале дается определение множества, называются примеры множеств с перечислением их элементов. Затем предлагается привести примеры множеств.

Далее решается задача из курса теории множеств, но с привлечением смыслового содержания, например, из курса занимательной математики:

Задача Дети ходили в театр и кино. Каждый ходил либо в театр, либо в кино, но многие ходили и в театр, и в кино. В театре было 89%, в кино 78%. Сколько детей было и в театре, и в кино?

Решение в режиме диалога:

Вопрос 1. Сколько детей не было в театре, если по условию там были 89%?

Ответ. $100\% - 89\% = 11\%$.

Вопрос 2. Сколько детей не были в кино, если по условию там были 78%?

Ответ. $100\% - 78\% = 22\%$.

Вопрос 3. Сколько детей посетили только одно зрелищное заведение, если в театре не были 11%, а в кино не были 22%?

Ответ. $11\% + 22\% = 33\%$.

Вопрос 4. Сколько детей посетили и театр, и кино, если 33% ходили только в одно зрелищное заведение?

Ответ. $100\% - 33\% = 67\%$.

После этого дается определение объединения множеств и пересечения множеств.

Определение 1. Все дети разделились на два множества:

1. посетившие театр Т
2. посетившие кино К

Все дети, посетившие зрелищные заведения образуют объединение множеств Т и К. Показать на диаграммах Венна.

Определение 2. Среди детей из двух множеств Т и К, есть такие, которые ходили и в театр, и в кино. Эти дети образуют пересечение множеств К и Т. Показать на диаграммах Венна

Определение 3. Детей на земле много, они все образуют множество, которое называется УНИВЕРСУМ и обозначается буквой U. Показать на диаграммах Венна Условно считается, что универсум равен единице.

Далее предлагается привести примеры объединения и пересечения множеств с определением для них универсума.

Сеанс ведется в режиме реального времени, затем дается задание, которое должны выполнить самостоятельно и прислать ответ:

1. Составить подобную задачу.
2. Предложить для решения задачу из трех множеств.
3. Дать формулы теории множеств, предложив изобразить их с помощью диаграмм Венна.
4. Дать формулам п.3. смысловое содержание.

После выполнения задания, провести занятие 2, в котором разобраны все эти 4 пункта, если студенты не справились. В противном случае продолжить изучение нового материала.

Студентам предлагается повторить занятия самостоятельно несколько раз в течение периода обучения по данной теме (одна неделя).

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что данный подход позволяет хорошо усвоить материал, развивая творческие способности, формирует исследовательские умения студентов.

Методика использовалась при обучении студентов заочного отделения ИНЭКА и дала очень хорошие результаты. По результатам тестирования (тесты выдаются студентам в самом начале курса) получили хорошие оценки.

Литература

1. Ибрагимов Г.И. Формы организации обучения: теория, история, практика. Монография. -Казань: изд-во "Матбугат йорты", 1998.-224 с.
2. Коменский Я.А. Избранные педагогические сочинения. В 2-х тт. Т.1.- М.:Педагогика,1982.-656 с.
3. Эббингаус Г. Основы психологии. Т. 1. Вып. 2.-Спб.т-во"Общ.польза".-268 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Русина И.П., Кулдыркаева И.А. (*Мончегорский филиал МГТУ, кафедра ЕН и ОПД, mfmgtu@rambler.ru*)

Abstract. In article communication hardware-software means available today at the order on which the system of remote training can be based are considered. In particular, local computer networks and opportunities their wide and an effective utilization for needs of educational process at a local level, and the external electronic communications accessible at system engineering of remote training for removed subscribers are considered and described.

Распространенность и широкая доступность современных информационных (коммуникационных) технологий делает актуальным разработку на их основе элементов дистанционного образования для различных форм обучения.

Под дистанционным образованием (ДО) будем понимать комплекс услуг, предоставляемых для обучаемых посредством специализированной информационно - образовательной среды на различном удалении от образовательного учреждения или подразделения. Такая информационно-образовательная среда должна включать в себя следующие компоненты:

- средства передачи информации (т.е. цифровые электронные коммуникации);
- информационные ресурсы (различного рода базы данных для обеспечения учебного процесса);
- протоколы взаимодействия разного уровня;
- программное обеспечение всей технологической цепочки представления информации для принятой методики ведения учебного процесса; методическое и организационное обеспечение.

Следует также отметить, что базирование системы ДО на технологической, транспортной платформе современных электронных коммуникаций приводит к необходимости тесного взаимодействия этих информационных технологий с уже имеющимися и разрабатываемыми системами учрежденческой и учебной деятельности, основанными на электронном представлении информации. Поэтому, необходимо обеспечить плавное и согласованное включение новых элементов в существующие аппаратно-программные и организационно-методические структуры.

Рассмотрим имеющиеся сегодня в распоряжении коммуникационные программно-аппаратные средства, на которых может базироваться система ДО.

I. Локальные вычислительные сети (ЛВС)

Динамика развития и текущее состояние ЛВС многих ВУЗов позволяет говорить о возможности их широкого и эффективного использования для нужд учебного процесса и, в частности, для организации элементов локальной модели ДО.

Особенно показательна в этом отношении разветвленная и функционально насыщенная ЛВС, объединяющая UNIX и ФАЙЛ-сервера учебных кафедр, учебных классов, отдельные компьютеры подразделений, располагающихся в смежных корпусах. Общее количество подключенных к сети рабочих станций в дисплейных классах, научных и административных подразделениях – может быть более 150. Таким образом, большинство компьютеризированных рабочих мест включены в общую сеть, что создает отличные условия для организации ДО.

С другой стороны, ЛВС поддерживает практически все транспортные сетевые протоколы (в т.ч. IPX/SPX, TCP/IP, NetBios и т.п.), включая вопросы их маршрутизации в условиях разветвленной сетевой топологии. Это дает возможность пользователям и разработчикам системы дистанционного обучения использовать практически весь спектр современных информационных технологий удаленного доступа для организации максимально эффективного учебного процесса.

В частности, пользователям ЛВС доступны следующие возможности (естественно при наличии соответствующих прав доступа):

1. Доступ ко всем файл - и UNIX-серверам в ЛВС

Возможности файл-серверов и UNIX-систем с их многопользовательскими операционными системами и развитыми средствами авторизации и разграничения прав пользователей позволяют организовать взаимодействие преподавателя и студентов через разделяемые сетевые каталоги с гибкой системой прав и атрибутов. Такой вариант наиболее удобен при больших объемах передаваемой информации и ее неоднородности.

2. Работа с электронной почтой (локальной в пределах корпуса и глобальной через шлюзы INTERNET и FIDO)

Локальная электронная почта является наиболее универсальным транспортным механизмом взаимодействия с обучаемыми. Привлекательным здесь является:

- полная конфиденциальность корреспонденции;
 - автоматическая фиксация адресата, даты и времени получения сообщения;
 - возможность получения уведомления о доставке и прочтении адресатом сообщения;
- развитые возможности почтовых программ по ведению архивов отправленных и принятых писем, адресных книг абонентов.

3. Использование протокола TELNET -- для связи удаленного терминала с любой UNIX-системой в пределах локальной сети или в сети Internet. (Возможно удаленное выполнение задач обучаемых.

4. Работа в режиме FTP -- для обмена информацией (файлами данных) с абонентами, имеющими подключение к Internet.

5. Сетевая электронная доска объявлений (NET BBS) -- очень удобный механизм организации безбумажной электронной технологии ведения учебного процесса и может рассматриваться, как базовый элемент построения систем ДО, для локальных и удаленных абонентов.

BBS является, в первую очередь, справочно-информационной диалоговой системой терминального типа с элементами авторизации пользователей-абонентов по многоуровневой системе привилегий. Кроме того, BBS через многоуровневую систему меню позволяет удаленному пользователю дистанционно выполнять некоторые запрограммированные действия: запускать программы, инициировать обмен файлами данных, отправлять почту и т.п.

6. Мультимедийная распределенная справочно-информационная система на базе WWW-сервера, основанная на гипертекстовой технологии. При наличии у конечных пользователей достаточных аппаратно-программных ресурсов (в т.ч. графического пользовательского интерфейса – X-WINDOW, MS-WINDOWS, OS/2) WWW-технология может быть прекрасным структурным ядром системы ДО, перекрывая количественные и качественные характеристики BBS.

7. Работа с сервером сетевых новостей по ЛВС (новости INTERNET, RELCOM, FIDO).

Следующей важнейшей характеристикой ЛВС является наличие полноценного, достаточно надежно работающего шлюза в сеть INTERNET с выделенной линией связи, что обеспечивает пользователей сети таким важнейшим сервисом, как

возможность работы с IP-протоколами в ON-LINE режиме, в результате чего мы получаем еще две возможности, очень важные как элементы построения системы ДО: использование IP-технологии в пределах локальной сети (распределенные и удаленные системы обработки, хранения, передачи и предоставления информации, в т.ч. распределенные справочно-информационные системы); простая и очевидная технология интеграции локальной модели ДО в полную для обслуживания внешних абонентов (обучающихся).

Таким образом, подводя итог характеристикам ЛВС, можно говорить о достаточности имеющихся информационно-коммуникационных средств целям разработки и внедрения локальной модели ДО. При этом все преподаватели получают возможность самостоятельно, просто и гибко организовать свою работу со студентами исходя из своих организационно-методических принципов построения учебного процесса.

II. Внешние коммуникации

Внешние (по отношению к ЛВС) электронные коммуникации, доступные при разработке системы ДО для удаленных абонентов, можно разделить на три категории:

- использующие возможности и протоколы сети INTERNET (telnet, ftp, WWW, NetBbs);
- использующие почту сети FIDO-NET;
- на основе прямых соединений по модему с использованием обычных коммутируемых телефонных линий (поддержка протокола UUCP).

С точки зрения многообразия возможностей и доступности всех протоколов и коммуникационных технологий (включая WWW), предпочтительным является работа по IP-протоколам.

При наличии у абонента подключения к условно-бесплатной сети FIDO он может воспользоваться средствами электронной почты FIDO для обмена информацией с обучающим учреждением на любом расстоянии.

При использовании прямого модемного соединения пользователь будет работать с сетевой учебной BBS по ее модемному входу и будет иметь в распоряжении информационно-справочную систему и возможность двунаправленной передачи файлов данных.

При разработке системы ДО можно выделить два уровня ее реализации, которые могут соответствовать двум этапам ее разработки и внедрения.

Первый уровень (этап) предполагает широкое использование сетевых информационных технологий для организации учебного процесса в пределах ЛВС учебных корпусов ВУЗа. Здесь на новом уровне можно решать задачи всех существующих форм обучения.

В качестве примера можно привести опыт использования локальной сети для организации индивидуальных, самостоятельных и практических занятий в рамках рейтинговой системы. Разбросанность учебных классов, наличие разветвленной многофункциональной локальной сети, объединяющей практически все компьютеры (компьютерные технологии), большое количество занятий, ориентированных на дисплейные классы, сделали актуальным и жизненно необходимым введение организационно-методических усовершенствований в учебном процессе. В частности:

- средствами электронной почты реализован обмен между студентами и преподавателем индивидуальными заданиями и контрольными работами;
- с использованием транспортных средств и возможностей разграничения полномочий реализован режим удаленного доступа студентов к системным и

индивидуальным каталогам, размещенным на различных информационных серверах;

- с использованием WWW-технологии реализуется доступ к гипертекстовым базам данных методических материалов и автоматизированным обучающим системам по отдельным курсам учебного плана.

Другой пример – организация учебных классов UNIX-терминалов с дистанционным доступом к центральному серверу приложений средствами все той же локальной сети с поддержкой графического пользовательского интерфейса X-Window.

Второй уровень реализации ДО не накладывает ограничения на расстояние до обучающегося. Но требует наличия в его распоряжении какого-либо средства коммуникации, обеспечивающего взаимодействие по любому из широкого спектра поддерживаемых узлами связи академии протоколов. Наиболее очевидные области применения – это система поддержки заочного обучения, взаимодействие с филиалами и т.п.

Литература

1. Канаев В.И. Дистанционное обучение – технологические аспекты. М., 2004.
2. Теория и практика дистанционного обучения: Учеб. пособие / Под ред. Е.С.Полат. М., 2004.

К ВОПРОСУ О ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ КОММУНИКАЦИЙ (РЕКЛАМЫ И СВЯЗЕЙ С ОБЩЕСТВЕННОСТЬЮ)

Смирнова Н.В. (МГТУ, кафедра менеджмента, коммерции, маркетинга и рекламы e-mail: nwss@inbox.ru)

Аннотация. Статья рассматривает возможности профессионального дистанционного обучения специалистов.

Дистанционное обучение – явление современное и востребованное, рассматривается как совокупность образовательных технологий, при которых целенаправленное опосредованное или не полностью опосредованное взаимодействие студентов и преподавателя, осуществляется независимо от места их нахождения и распределения во времени, на основе специально организованных информационных технологий, прежде всего с использованием средств телекоммуникаций.

У дистанционного обучения есть неоспоримое и существенное преимущество - это предоставление возможности получить квалификационные знания непосредственно по месту жительства. Такая форма обучения очень актуальна для тех, кто работает в отдаленных уголках нашей страны или просто не имеет возможности по какой-либо причине стационарно получать знания.

Необходимо учитывать, что такая модель получения профессиональных знаний требует от людей высокого уровня познавательной активности, профессиональной мотивации, а также значительного уровня волевой регуляции.

Дистанционное обучение базируется на трех составляющих:

- технологическая – материальная база и программное обеспечение (единовременные вложения) и техническая поддержка сопровождение программного обеспечения, апгрейд и пр. (постоянные вложения);
- содержательная – создание информационных ресурсов (курсы дистанционного обучения, сайты, учебные порталы пр.);
- организационная – обучение и переподготовка преподавателей дистанционного обучения, педагогическое сопровождение студентов в процессе обучения, организация регулярного учебного процесса.

Актуальным является вопрос реализации процесса обучения и построения обратной связи с преподавателем, а также качественного получения знаний в рамках образовательной программы. Для этого необходимо создавать информационно – образовательную среду (рис.1), построение которой осуществляется поэтапно:

1 этап – разработка общей концепции виртуального учебного заведения, программы содержания среды учебного процесса по отдельным направлениям, информационного обеспечения, концепции управления учебным процессом. Выбор оболочки и ее отладка.

2 этап – разработка курсов по отдельным дисциплинам в соответствии с программой учебного заведения с соответствующим методическим обеспечением. Каждый курс представляет собой отдельный модуль, из которых формируют единую систему образовательного процесса.

3 этап – создание модулей информационно-дидактического обеспечения учебного процесса (присоединение виртуальных библиотек, практикумов и пр.)

4 этап – разработка системы управления учебным процессом

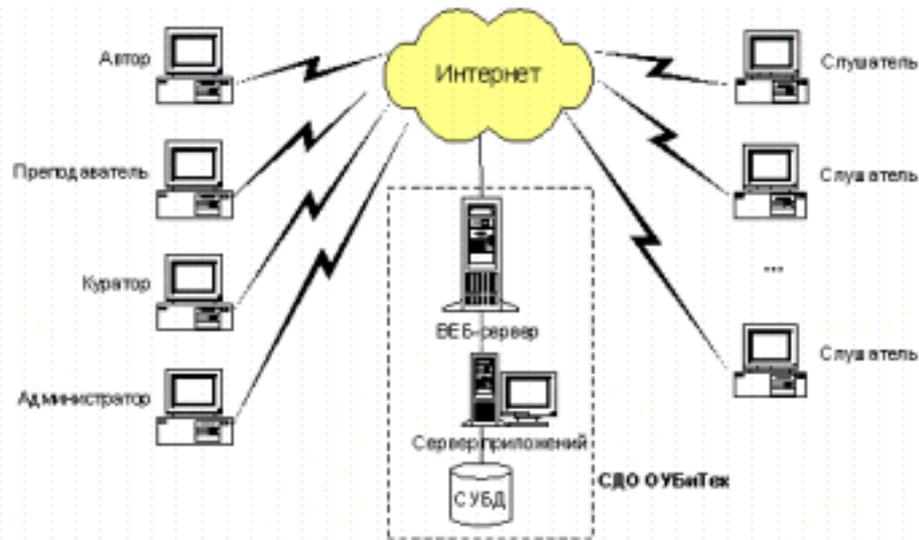


Рис 1. Информационно- образовательная среда.

Необходимо учесть также ряд факторов, влияющих на качество обучения (рис.2) При реализации образовательных программ с учетом факторов, влияющих на процесс дистанционного обучения, особая роль отводится информационному обеспечению и сопровождению: специализированным учебникам с мультимедийным сопровождением, электронным учебно – методическим комплексам, включающим в себя электронные учебники, учебные пособия, тренинговые компьютерные программы, компьютерные лабораторные практикумы, контрольно – тестирующие комплексы и др.; учебные видеофильмы, аудиозаписи; иные материалы, предназначенные для передачи по телекоммуникационным каналам связи.

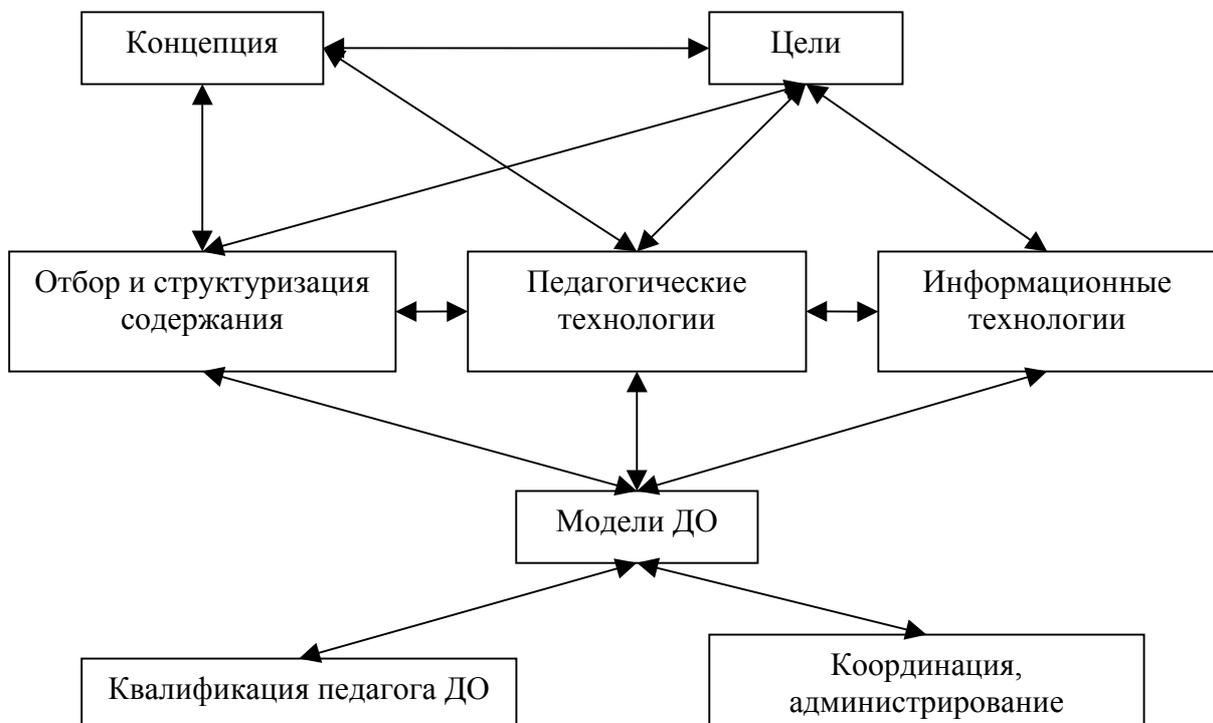


Рис 2. Факторы, влияющие на качество дистанционного обучения (ДО)

Опыт дистанционного обучения специалистов в области коммуникаций уже есть. Несколько лет Международный институт рекламы (г. Москва) успешно реализует дистанционные технологии. В качестве основного информационного ресурса в учебном процессе используются методически (дидактически) проработанные информационные базы данных дистанционного обучения, обеспечивающие современный уровень требований на момент их использования, по своему объему и содержанию соответствующие требованиям образовательных государственных стандартов основных образовательных программ определенного уровня или требованиям к содержанию дополнительных профессиональных образовательных программ.

Говоря о возможности реализации данного направления работы в МГТУ, необходимо рассчитать рыночную емкость и востребованность специалистов данной профессии на региональном рынке. Необходимо и важно рассмотреть вопрос о готовности к реализации данного направления деятельности в полном объеме. В первую очередь необходимо разработать базу данных, в которую должны быть включены виды изданий на различных типах носителей: фонд основной и учебно – вспомогательной литературы; фонд периодических изданий, укомплектованный в том числе и отраслевыми изданиями, справочно – библиографическими, а также массовыми центральными и местными общественно – политическими изданиями и т.д.

Подводя итог вышесказанного о возможностях подготовки специалистов, необходимо уточнить, что основополагающими остаются следующие требования:

- наличие электронных учебно-методических комплексов по каждой учебной дисциплине либо кейсов (индивидуальных комплектов учебно-методических материалов с использованием мультимедийных средств);
- наличие специальной корпоративной информационной системы документооборота (в т. ч. электронного), полностью обеспечивающего администрирование образовательного процесса;
- наличие преподавателей, специально подготовленных для работы в новой информационной среде;
- наличие специальных (в т. ч. электронных) форм проверки знаний обучающихся.

Литература

1. Приказ Министерства образования и науки РФ от 6 мая 2005 г. N 137 "Об использовании дистанционных образовательных технологий"
2. Закон РФ от 10 июля 1992 г. N 3266-1 "Об образовании" (с изменениями от 24 декабря 1993 г., 13 января 1996 г., 16 ноября 1997 г., 20 июля, 7 августа, 27 декабря 2000 г., 30 декабря 2001 г., 13 февраля, 21 марта, 25 июня, 25 июля, 24 декабря 2002 г., 10 января, 7 июля, 8, 23 декабря 2003 г., 5 марта, 30 июня, 20 июля, 22 августа, 29 декабря 2004 г., 9 мая, 18, 21 июля, 31 декабря 2005 г., 16 марта 2006 г.)

ДОМАШНЕЕ И КЛУБНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АНГЛИЙСКОГО С ЛИНГВОТРЕНАЖЕРОМ EN101

Хлебникова Н.В. (г. Мурманск, РОО «Мурманская ассоциация журналисток»)

Проект «Содействие укреплению экономических основ семьи через доступ к дистанционным образовательным технологиям и ознакомление с WEB-профессиями».

В основе проекта «Содействие укреплению экономических основ семьи...» лежит идея изучения английского и других языков индивидуально, а также в семейной или клубной обстановке. Проект реализует региональная общественная организация «Мурманская ассоциация журналисток» в сотрудничестве с Мурманским педагогическим университетом. В проекте участвует психолог службы занятости по Мурманской области. Финансовая основа – грант администрации Мурманской области по итогам конкурса проектов НКО 2007 г. Срок реализации – 10 месяцев, окончание проекта март 2008 г.

Основная цель проекта – обучение дистанционным компьютерным и Интернет-технологиям, а также ознакомление с WEB-профессиями для дистанционной деятельности из дома и «оттуда, где ты находишься».

Для участия в проекте была отобрана группа 20 человек. Среди них – журналисты, библиотекари, участники общественных объединений (приемные семьи, скауты), преподаватели, студенты, депутат горсовета. Критерии отбора – доступ к Интернету из дома и высокая мотивация – овладеть английским и дистанционным технологиями для самозанятости, уменьшения расходов и увеличения доходов семьи.

Технологической основой, позволяющей связать воедино цели и задачи проекта с его многообразным инструментарием, является лингвотренажер EN101. Лингвотренажер позволяет обучаться он-лайн. Пользоваться лингвотренажером могут носители 27 языков. Для изучения доступны девять языков: английский, испанский, русский, латышский, французский, немецкий, китайский, японский, корейский (данные на март 2008 г.).

Обучение работе с лингвотренажером было основной частью проекта. Большая часть группы пользовалась лингвотренажером для овладения разговорным английским; несколько человек – с целью повышения квалификации и применения для деятельности WEB-педагога.

Следующий большой блок – обучение WEB-технологиям и WEB-инструментам. Участники:

- открыли и вели блоги на сервисе livejournal.com;
- сделали презентации в PowerPoint;
- научились создавать сайты с помощью простого конструктора;
- освоили skype;
- участвовали в дистанционных конференциях с помощью программы hotconference.

Эти программы хорошо известны пользователям Интернет и в проекте не являлись самоцелью. Инструменты служат для рефлексии участников проекта (блог), самопрезентации (сайт), для коммуникации (блог, skype, hotconference). Инструменты смягчают минусы и усиливают плюсы дистанционного обучения. В перерывах между очными семинарами участники встречались на дистанционных конференциях.

Третий образовательный блок – ознакомление с WEB-профессиями. Состоялся «круглый стол», на котором преподаватели и участники сделали сообщения о профессиях WEB-педагог, WEB-удаленный ассистент, WEB-психолог, WEB-журналист, WEB-копирайтер. Обсуждались вопросы: как эти профессии представлены

в Интернете, насколько они институционализированы, чем «виртуальные» профессии отличаются от реальных, какие методы используют он-лайн специалисты.

Результаты проекта будут представлены в Интернете и в брошюре. Главный результат - методические рекомендации ко всем ста неделям английского курса. В этом заслуга эксперта проекта старшего преподавателя Мурманского педагогического университета И.Г. Эйн.

Участники проекта расскажут об овладении новыми навыками с помощью психолога службы занятости О.В. Вовненко. Вот отзыв А.В.Кожухарова, участника проекта, который начал изучать английский: «Лингвотренажер нагружает правое полушарие. У детей это происходит легко, у взрослых - в зависимости от профессии, возраста, желания. Взрослым надо включать правое полушарие. Многие скучают по игре. Обучение английскому на лингвотренажере превращается в игру, разгрузку, своего рода отдых. Проблемами мы навьючены - больше некуда, и еще один повод для релаксации - это хорошо. Лингвотренажер не делает из вас двоечника, проигравшего. С ним вы всегда победитель. Это повышает самооценку и желание учиться».

Представляется, что благодаря опробованной методике возможно применение результатов проекта на практике без длительного промедления.

Мы заинтересованы в том, чтобы в эту деятельность широко включилась и высшая школа, которая ищет способы обучения, востребованные сегодняшним обществом. Наши достижения в заявленном направлении уже вышли за рамки первых экспериментальных результатов. Мы имеем значительный опыт, методики и готовы начать сотрудничество с учебными учреждениями по совместному плану.

Индивидуальное самообучение, семейное и клубное изучение языка предполагает, конечно же, в первую очередь, самостоятельную работу. Однако помощь преподавателя нужна даже при самообразовании. Наш проектный опыт показывает, что методика преподавания при этом не тождественна заочной форме. Учащемуся, чаще всего взрослому человеку, надо показать реальность овладения разговорным языком, «настроить его на самообучение».

Один из подводных камней дистанционного индивидуального самообразования – отсутствие коммуникативных ситуаций. Этот пробел как раз восполняет семейное, клубное, «соседское» взаимодействие. Когда мама учит ребенка – это уже общение в группе. Студентка учит брата и его товарища – тоже прекрасные возможности для коммуникации. У преподавателя и здесь будет новая роль, отличная от роли педагога в академической сфере или репетитора.

Проект подтвердил эффективность нестандартных способов изучения английского. Один из способов основан на том, что EN101 является не просто носителем того или иного курса, как лингвотренажеры на дискетах. EN101 обладает функцией коммуникатора. С его помощью возможно виртуальное общение, погружение в языковую среду и обмен языками.

Вот опыт одной из участниц проекта Ю.В. Леонтьевой: «Я преподаватель английского языка. В этом году я пытаюсь понять, что такое лингвотренажер. К нам в гимназию приезжала группа студентов из Норвегии (обменная программа), и одним из пунктов программы были уроки русского языка. Я и подумала, а почему бы не попробовать тренажер на них. И сейчас хочу поделиться своими впечатлениями. На первом уроке мы начали с детского отдела, изучили алфавит (студенты были в восторге). Затем мы перешли к взрослому тренажеру. Я попробовала такую форму работы: сначала студенты читали, произносили и видели перевод слова на английский. Затем я меняла родной язык и получалось, что они и читали на русском и видели его перевод на русский язык, а я уже спрашивала перевод на английский и могла контролировать уровень освоенности».

Перспективы использования EN101 в Мурманской области и на Севере Европы подтверждаются глобальными и региональными тенденциями.

Сегодня EN101 применяется почти в 190 странах мира. Лидерами в Европе являются Латвия и Германия, в Азии – Корея, Гонконг.

Удаленная работа из домашнего офиса стала признаком экономики информационной постиндустриальной эпохи в Америке и Европе. Аутсорсинг услуг не знает границ.

Новая демографическая политика России предполагает поддержку квалификации неработающей женщины и частичную занятость женщины на условиях «удаленного ассистента».

Для маленьких и средних городов – а большая часть россиян живет именно в таких городах – выход на глобальный Интернет-рынок труда открывает новые возможности для решения острой социальной проблемы занятости, сокращения безработицы и преодоления информационного неравенства. Администрация и жители городов начинают понимать, что не надо наращивать производство на морально устаревших предприятиях индустриального века, надо переходить в постиндустриальную информационную эпоху.

Весь потенциал дистанционной занятости раскрывается в том случае, если участник владеет английским. Задача заключается в том, чтобы десяткам и сотням тысяч россиян, которые оценили преимущества международного дистанционного глобального рынка труда, дать ключ к разговорному английскому.

Эта цель выходит за рамки академической сферы и без преувеличения является целью социальной значимости.

Литература и интернет-ресурсы

1. Хлебникова Н.В. «Олимпиада как способ повышения мотивации в изучении разговорного английского для дистанционного сотрудничества и бизнеса». В сб. «Иностранные языки в дистанционном обучении». Материалы 2-й Международной научно-практической конференции. Пермь, 2007 г., стр. 210-212. <http://alt.pstu.ru/index.php?pid=15>
2. Сайт Мурманской ассоциации журналисток: <http://MAWJ.ru>
3. Лингвотренажеры EN101: <http://ru.EN101.biz>, <http://globalbarentsedu.en101.com>
4. Блог проекта «Содействие экономическому развитию семьи через доступ к дистанционным образовательным технологиям и ознакомление с WEB-профессиями: http://About_EN101.livejournal.com
5. Методика лингвотренажера: www.metodichka.org
6. Сайт международной олимпиады-2006 «WEB-профессия в глобальном мире: web-педагог»: <http://www.webolimpiada.info/>. В разделе «Архив» – переход на сайт WEB- олимпиады – 2005.
7. Сайт международной газеты "THE YONGE STREET REVIEW" (Канада), которая стала партнером олимпиады "WEB -профессия в глобальном мире: WEB -педагог": <http://www.newcanada.com/251/251-00016-olimpiada.htm>

ПРОБЛЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ, ПРОВЕДЕНИИ ТЕСТА И СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ ТЕСТИРОВАНИЯ

Хохлова Л.И. (МГТУ, каф. ВМ и ПО ЭВМ, e-mail:xoxlovaluda@rambler.ru)

Abstract. Deployment of unified automated testing system enables operative collection of information on each student preparation level, conduction of the necessary correction measures and learning process organization level and quality of work of the teaching structure assessment. Specific requirements to such system are considered in this article.

Контроль качества с позиций современных требований трансформируется из простого средства получения отчетных данных в способ отбора информации для постоянного улучшения образовательного процесса. Практика тестирования, проводимого по математике за прошедший год в ИДО МГТУ, а также в некоторых группах дневного факультета, показала, что на данном этапе отсутствуют глубокие и продуманные подходы к оценочной деятельности в ходе проведения тестирования – одному из самых сложных этапов в деятельности педагога. Проблемы практики внедрения средств тестового педагогического контроля вызваны разными представлениями о конечной цели тестирования разработчиков системы тестирования и преподавателями, отчасти, недостаточной подготовкой преподавателей в теории и практике разработки и проведения педагогических тестов, отчасти несогласованными действиями разработчиков программы тестирования и авторов банка тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине. Для обеспечения тестирования необходимо наличие и активное внедрение базы электронного методического обеспечения дисциплин в учебный процесс вуза, а также широкое применение современного программного обеспечения.

Как известно, программное обеспечение тестирования должно включать: 1) конструктор тестов; 2) программу формирования теста; 3) программу тестирования; 4) протокол тестирования для студента; 5) анализ и статистическую обработку данных для преподавателя. Создавать банк тестовых заданий (БТЗ) можно только после того, как согласованы действия по этим направлениям. Составление тестовых заданий (ТЗ) – очень трудоемкий, требующий специальных знаний и навыков процесс. Критерии к требованиям качества ТЗ: лаконичность и четкость в формулировке; ориентация на важную, а не на второстепенную часть пройденного учебного материала; валидность, т.е. отражение научного содержания учебной дисциплины; нацеленность на определенный контингент студентов; соответствие по содержанию критериям будущей специальности; пригодность для контроля с помощью компьютерных технологий.

Если все вышеперечисленное уже имеется, то при формировании БТЗ можно ставить следующие цели тестирования. Работа над организацией тестирования должна предусматривать возможности для: 1) начального тестирования; 2) текущего по темам модуля; 3) рубежного по итогам модуля; 4) итогового (семестрового); 5) контроля остаточных знаний.

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 уже корректировка для данного потока обучающихся уже невозможна, но недостатки можно учесть при подготовке следующего потока.

Начинать работу по составлению БТЗ следует с определения жесткой структуры БТЗ по дисциплине. Весь курс дисциплины следует разделить на модули, а модули на темы. Внутри темы должны быть выделены так называемые дидактические единицы, освоение которых необходимо для дальнейшего изучения курса, а также дисциплин, непосредственно опирающихся на эту. Выделить такие единицы можно, посмотрев как это делается, например, при федеральном тестировании.

Задания по теме должны быть разбиты на несколько уровней сложности(3), причем базовые, ключевые задания должны быть самыми простыми, то есть первого уровня сложности, но их выполнение должно составлять не менее 80 %. Процент таких заданий в БТЗ должен быть велик, то есть составлять не менее 70 %. Очевидно, что структура должна быть такова, что при статистической обработке можно было понять какие дидактические единицы усвоены лучше, какие хуже.

На практике выяснилось, что самым простым является создание собственно самой базы тестовых задач. Ее оказалось вполне достаточно, чтобы вполне качественно проводить тестирование студенто ИДО по трем модулям. Гораздо хуже обстояли дела с анализом полученных результатов, так как из-за отсутствия правильной структурированности БТЗ, студентам предлагались задачи под одним и тем же номером, но разной тематикой. Поэтому автоматическая статистическая обработка оказалась невозможной, в следствии чего проанализировать какие дидактические единицы усвоены лучше, а какие хуже не удалось. То есть можно сравнивать только результаты усвоения модулей, в смысле сравнения средних значений и разброса значений. Нужно заметить, что для проверки тестовых свойств заданий необходимо проводить определенный тестовый анализ. Здесь можно использовать матрицу результатов тестирования.

Матрица тестовых результатов представляет результаты испытуемых по всем проверяемым заданиям. В этой матрице имеется строки, число которых равняется числу испытуемых, и столбцы, число которых равно числу заданий. Используются только две оценки, 1 и 0. В матрице любого размера эти оценки отражают результаты взаимодействия множества испытуемых со множеством заданий. Рассмотрим пример матрицы, в которой приведены результаты проверки знаний 10-ти испытуемых по 10-ти заданиям.

Табл. 1. Матрица тестовых результатов

студенты	задания									
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1.	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
2.	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
3.	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0
4.	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0
5.	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
6.	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
7.	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
8.	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
9.	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
10.	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1

Для проверки тестовых свойств заданий тестовой формы и превращения части из них в тестовые задания, с данными табл. 1 делается ряд расчетов. Результаты представлены в табл. 2.

Табл. 2. Таблица тестовых результатов.

студенты	задания										Y _i	p _i	q _i	p _i /q _i	lnp _i /q _i
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.					
1.	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	0.9	0.1	9	2.20
2.	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	8	0.8	0.2	4	1.39
3.	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	7	0.7	0.3	2.33	0.85
4.	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	6	0.6	0.4	1.50	0.40
5.	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6	0.6	0.4	1.50	0.40
6.	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	5	0.5	0.5	1.00	0
7.	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	5	0.5	0.5	1.00	0
8.	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5	0.5	0.5	1.00	0
9.	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	4	0.4	0.6	0.66	-0.42
10.	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	4	0.4	0.6	0.66	-0.42
R _j	9	9	8	7	6	6	5	4	3	2	65				
W _j	1	1	2	3	4	4	5	6	7	8					
p _i	0.9	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2					
q _i	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8					
q _i /p _i	0.11	0.11	0.25	0.248	0.667	0.248	1	1.5	2.33	4					
lnq _i /p _i	-2.20	-2.20	-1.38	-1.39	-0.40	-1.39	0	0.41	0.85	1.39					
q _i p _i	0.81	0.81	0.16	0.21	0.24	0.24	0.5	0.24	0.21	0.16					

В этой матрице проведено два упорядочения. В первой строке представлены баллы самого успешного испытуемого, во второй менее, и т.д., по нисходящей сумме баллов, если ее посчитать для каждого испытуемого. Другое упорядочение проведено для заданий. На первом месте стоит самое легкое задание, по которому имеется наибольшее число правильных ответов, на втором - меньшее, и т. д. В таблице приводятся и основные статистические данные, принимаемые во внимание на первом этапе эмпирической проверки качества заданий. Вначале определяется мера трудности заданий. Трудность задания может определяться: 1) умозрительно, на основе предполагаемого числа и характера умственных операций, необходимых для успешного выполнения задания; 2) эмпирически, путем опробования задания, с подсчетом доли неправильных ответов по каждому из них.

Эмпирически трудность заданий определяется сложением элементов матрицы по столбцам, что указывает на число правильных ответов, полученных по каждому заданию (R_j). Чем больше правильных ответов на задание, тем оно легче для данной группы испытуемых. Больше правильных ответов оказалось в первом задании и во втором, что означает, что они самые легкие в матрице. В классической теории тестов многие годы рассматривались только эмпирические показатели трудности. В новых вариантах психологических и педагогических теорий тестов больше внимание стало уделяться также и характеру умственной деятельности учащихся в процессе выполнения тестовых заданий различных форм. В силу простоты показатель R, удобен, но до тех пор, пока не появляются другие группы испытуемых, с разным числом испытуемых (N). Поэтому для получения сопоставительных характеристик R, делят на число испытуемых в каждой группе. $p_j = R_j / N$. В результате получается нормированный (числом испытуемых) статистический показатель - доля правильных ответов, p_j. Значения p_j приводятся в третьей строке нижней части таблицы 2. Статистика p_j долго использовалась в качестве показателя трудности в так называемой классической теории тестов. Позже была осознана содержащаяся в ней смысловая неточность: ведь увеличение значения p_j указывает не на возрастание трудности, а скорее, на возрастание легкости. Поэтому рассматривается и противоположная статистика - доля неправильных ответов (q_j). Эта доля вычисляется из отношения числа неправильных ответов: $q_j = W_j/N$.

Результаты сложения по строкам представлены в последнем столбце таблицы. Из последнего, одиннадцатого столбца таблицы видно, что больше правильных ответов у первого испытуемого, а меньше - у последнего. Это столбец представляет собой числовой вектор тестовых баллов испытуемых. Суммирование баллов всех испытуемых, представленных в таблице, дает число 59. Полезно посчитать средний арифметический тестовый балл в данной группе испытуемых $M = 59/10 = 5.9$. Это равенство отражает сумму всех элементов матрицы тестовых заданий, но только для случаев, когда для получения Y_i используются одинаковые весовые коэффициенты (C_j) значимости заданий в тесте, все равные, например, единице.

В современных технологиях адаптивного обучения и контроля используется другая мера трудности задания, равная $\ln q_j/p_j$. Эту меру трудности называют логит трудности задания. Симметрично введена и логарифмическая оценка уровня знаний, так называемый логит уровня знаний, равный $\ln p_i/q_i$, где p_i - доля правильных ответов испытуемого, рассчитываемая по формуле $p_i = Y_i/k$, в которой Y_i означает число правильных ответов испытуемого i , а символ k означает общее число заданий. Логарифмические оценки таких, казалось бы, реально несопоставимых феноменов как уровень знаний каждого испытуемого, с уровнем трудности каждого задания, привели к попытке сравнить их посредством вычитания. Эффективность такого сравнения оказала огромное влияние на развитие зарубежной педагогической теории и практики, т.к. появилась возможность непосредственного сопоставления любого множества заданий с любым числом испытуемых. Программа сопоставляет логит задания и логит знаний и на этой основе подбирает очередное задание в системах адаптивного обучения и контроля знаний. Требование известной трудности оказывается важнейшим системообразующим признаком тестового задания. Если тест - это система заданий возрастающей трудности, то в нем нет места заданиям без известной меры трудности.

Вариация баллов является третьим требованием к тестовым заданиям. Если на какое-то задание правильно отвечают все тестируемые, то такое задание становится не тестовым. Испытуемые отвечали на него одинаково, между ними нет вариации. Не тестовым надо считать и то задание, на которое нет ни одного правильного ответа, вариация нулевая, что означает практическую необходимость удаления задания из проектируемого теста. Оно, для данной группы, не тестовое. Возможно, в другой группе это задание заработает, но это будет задание уже другого, а не данного теста, если под тестом понимать метод и результат измерения знаний.

Удобной мерой вариации является значение дисперсии баллов. Для заданий, в которых используется только дихотомическая оценка (1 или 0), мера вариации определяется по сравнительно простой формуле: $D_j = p_j q_j$. Значения дисперсии по каждому заданию, рассчитанные по этой формуле, представлены в последней строке таблицы 2. Помимо вариации баллов в каждом задании считается вариация тестовых баллов испытуемых, набранных ими в тесте, по всем заданиям. Дифференцирующая способность является четвертым требованием к тестовым заданиям.

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

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

ГОМОНОВ А.Д. Информационная технология моделирования и восстановления уровенной поверхности океана для мониторинга среды и промысла.....	76
ДЕНИСОВА Н.Г., КАЦУБА В.С. Экспериментальное исследование методики проведения практических занятий с помощью обучающей программы	79
ДОБРЫНИН С.А., СУСЛОВ В.Н., ФИРСОВ Г.И. Проблемы синтеза колебательных сигналов с заданными свойствами в задачах моделирования и виброиспытаний машиностроительных конструкций.....	83
ДРАНИЦА Ю.П., ДРАНИЦА А.Ю. Об одной постановке обратной задачи локации ...	88
КЛИНЦЕВИЧ Е.Н. Особенности разработки математических моделей, используемых в компьютерных обучающих системах газотранспортного направления	92
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	95
КОЛАЧЕВА Н.В. Моделирование характеристической функции коалиционной игры	101
КОРНЕВ К.П., КОРНЕВА И.П. Тонкопленочный датчик влажности на основе пьезоэлектрического резонатора с влажочувствительным слоем из хсп.....	104
КОРНЮШИН Ю.П., МЕЛЬНИКОВ Д.В., КОРНЮШИН П.Ю. Редукция двухточечных краевых задач к задачам Коши с использованием метода матричных операторов	108
ЛЕБЕДЕВА Е.В. Компьютерное моделирование математических задач с использование системы компьютерной математики MathCAD.....	113
ЛУКОВКИН С.Б., МЕЕВ А.Н. Двумерная дискретная модель борьбы конкурирующих видов на поверхности тора	117
МАРТЫНЕНКО О.В. Применение методов статистического анализа к результатам выборов в Государственную Думу	120
МАСЛОБОЕВ А.В. К вопросу о необходимости создания системы информационной поддержки инновационной деятельности в регионе.....	124
МЕЛЬНИКОВ Д.В., КОРНЮШИН Ю.П. Проекционно-матричный метод синтеза систем регулирования энергетических турбин в условиях параметрической неопределенности.....	128
НАЙЗАБАЕВА Л., БИТТЕЕВ Ш.Б. Разработка комплекса программ для организации и управления транспортными перевозками	132
ОБУХОВА Л.Г. Системный подход при обучении численным методам.....	136
ПАВЛОВ И.А., ЖАРКИХ А.А. Выделение особенностей речевого сигнала с использованием алгоритмов без потерь	139
ПРЫГУНКОВ М.О. Контейнерная архитектура гибких программных систем	143

ВИТИНЬШ М.В., РАСНАЧ О.И. Элементы статистики и математической моделировании в предметах информатики по специальности психологии	146
СВИРИЛИНА Т.В. Приложение дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом к исследованию химических процессов	148
СЕДОВ Р.Л., ОРЛОВ С.В., БОБАРЫКИН Н.Д., ГРАФОВА Е.Н. О вариациях стабилизирующей пластины при помощи математической модели трехпозвонкового комплекса человека.....	152
СЕМЕНОВ И.Е., РЫЖЕНКО С.Н., ПОВОРОВ С.В. Исследование процесса резки листовых алюминиевых заготовок эластичным рабочим инструментом	155
СЕРБИН А.Г., СЕМЕНОВ И.Е. Динамическое моделирование процесса разделения тонколистового металла эластичной средой.....	159
СЕРДЮК О.А., ТРОЯНОВСКИЙ В.М. Использование статистических методов прогнозирования для нужд мореплавания и рыболовства	163
СМИРНОВ И.Е., СМОРНОВ К.Е. Веб-сервисы на основе технологии недоопределенных моделей для научных и образовательных приложений	166
ВУЛЬФОВИЧ Б.А., ФОГИЛЕВ В.А. Обработка астрономических обсерваций по звездам с помощью пакета прикладных математических программ.....	168
ЧУРКИН О.Е., ЛЕБЕДЕВА А.Н. Моделирование вариантов вскрытия рудных месторождений.....	172
ШОЛОХОВ В.С. Преобразование симметрии	175

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ УРОВЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОКЕАНА ДЛЯ МОНИТОРИНГА СРЕДЫ И ПРОМЫСЛА

Гомонов А.Д. (Мурманск, ФГУП "Наурыбресурс", e-mail: nio@mrcm.ru)

Abstract. There are many tasks connected with data filtration in science and technic. The mathematical method of spline filtration had been investigated in this article of track data from satellites of surface ocean level, which was determine with the certain precision.

Аннотация. С задачей фильтрации измерительных данных приходится сталкиваться в различных областях науки, техники и т.д. В статье рассмотрен математический аппарат сплайн-функций для фильтрации точечных данных об уровне поверхности океана (альтиметрии), полученных с определенной точностью вдоль траекторий перемещения спутников.

Математическая постановка задачи

Имея некоторые приближенные значения уровненой поверхности океана, измеренные, в общем случае, в узлах нерегулярной сетки на некоторой акватории, необходимо выполнить фильтрацию этих данных, с последующим построением по ним трехмерной поверхности. Для решения данной задачи логично использовать хорошо разработанный и изученный аппарат сплайн-функций. Выбор данного подхода для аппроксимации и сглаживания обусловлен рядом преимуществ:

- устойчивость сплайна относительно локальных возмущений, то есть поведение сплайна в окрестности какой-либо точки не влияет или мало влияет на поведение сплайна в целом;
- хорошая сходимость сплайн-интерполяции (в отличие от многочленной);
- степень многочленов не зависит от числа узлов сетки и, следовательно не изменится при его увеличении;
- построенная функция (поверхность) обладает хорошими аппроксимационными свойствами.

Задача построения сглаженной сплайн-функции основывается на следующем предположении: имеем ряд некоторых приближенно измеренных значений $y_i = g(t_i) + \xi_i$ уровненой поверхности океана, где $g(t_i)$ - истинное значение измеряемой величины, которое нам не известно в точках t_1, \dots, t_N , а ξ_i - случайная величина (шумовая составляющая, которая присутствует в измерениях). Как правило, случайная величина ξ_i распределена по нормальному закону, или близкому к нему с нулевым средним. Задача сводится к построению некой функции $S(t, A)$, которая будет приближать зависимость $g(t)$. Здесь A - вектор некоторых параметров. Качество приближения будет зависеть от гладкости $S(t, A)$. Проблема заключается в том, что более гладкая $S(t, A)$, чем зависимость $g(t)$, будет приводить к возникновению динамических ошибок приближения. $S(t, A)$ будет "запаздывать" от $g(t)$. С другой стороны, слишком гибкая $S(t, A)$ станет приближать не только $g(t)$, но и случайную составляющую. Конечно, $S(t, A)$ при этом лучше приблизится к значениям y_i , но не будет верно отражать тенденцию процесса.

Таким образом необходим компромисс между гладкостью $S(t, A)$ и приближением к исходным значениям y_i . Это можно записать как минимизацию некоторого функционала (1):

$$p \sum_{i=1}^N [y_i - S(t, A)]^2 + (1-p) \int_{t_1}^{t_N} (S^{(m)}(t, A))^2 dt, \text{ где } p \in [0,1]$$

Выбор p определяет важность гладкости или приближения. Однако, однозначных рекомендаций по выбору p не существует. Если выбирать p менее 0.8, то это приводит к увеличению гладкости функции $S(t, A)$ и увеличению динамических ошибок приближения зависимости $g(t)$. Нахождение параметров A - минимизирующих функционал сложно. На практике задачу приближения $g(t)$ целесообразно решать нахождением полинома низкой степени от 1 до 3. Если качество приближения неудовлетворительно к исходным значениям y_i , то можно использовать менее гладкий полином, т.е. более высокой степени. В качестве таких полиномов можно взять кубические сплайны, которые обладают свойствами наилучшей гладкости и наилучшей аппроксимации. Но для их построения необходимо решать систему линейных уравнений. Однако реальные процессы не всегда обладают свойствами минимальной гладкости. Часто, бывает более важно согласовать значения первых производных $g(t)$ и $S(t, A)$. Поэтому наиболее подходящим является эрмитов кубический сплайн. Чтобы его построить нет необходимости решать систему уравнений. Соседние участки сплайна согласуются в точке стыковки первой производной приблизительно равной первой производной приближаемого процесса.

Эрмитов сплайн рассчитывается по формуле (2):

$$S(t, A) = \sum_{i=1}^R a_i \tilde{X}_i, \quad ,$$

где \tilde{X}_i – локальная базисная функция.

a_i – значения сплайна в точках стыковки.

R – число узлов сплайна ($R - 1$ – количество фрагментов сплайна).

Рассмотрим построение эрмитового интерполяционного сплайна на отдельном участке. Как следует из локальности сплайнового базиса (3) на любом участке, ненулевыми будут только четыре базисных функции:

$$S(t) = a_{i-2} \tilde{X}(t)_{1,i-2} + a_{i-1} \tilde{X}(t)_{1,i-1} + a_i \tilde{X}(t)_{1,i} + a_{i+1} \tilde{X}(t)_{1,i+1}, \quad ,$$

где t - принадлежит i -му фрагменту сплайна. Оценить параметры A можно методом наименьших квадратов, решая систему уравнений, минимизирующих вышеуказанный функционал.

Результаты

Результаты представлены на рис. 1–3.

Представленная технология моделирования и восстановление урвенной поверхности океана в течение нескольких лет успешно используется в ходе мониторинга среды и информационного обеспечения промысла в Северо-Восточной Атлантике и в Баренцевом море.

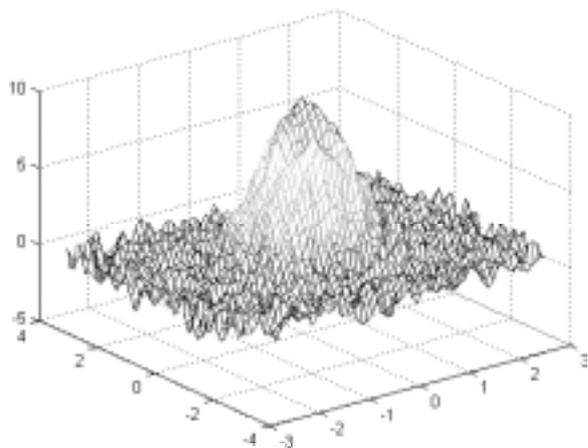


Рис. 1. Зашумленная поверхность (отображение реальных данных).

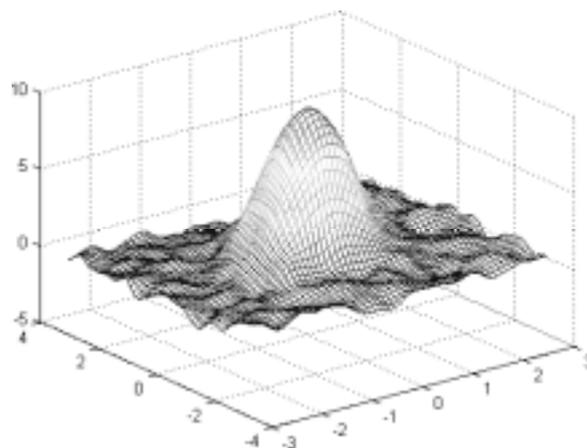


Рис. 2. Отфильтрованные данные с параметром $p = 0,986$

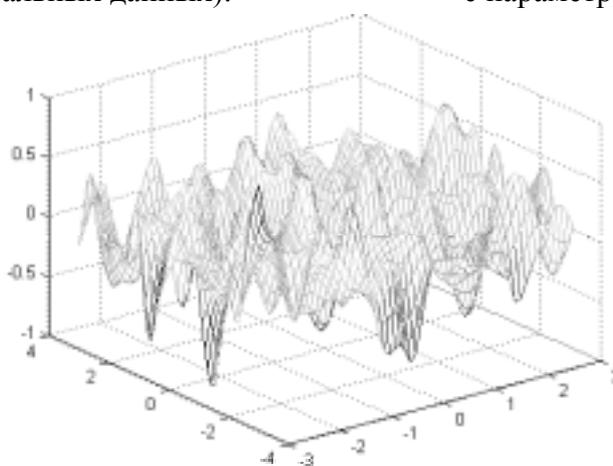


Рис. 3. Ошибка сплайн-аппроксимации.

Литература

1. Де Бор К. Практическое руководство по сплайнам // Радио и связь. М. 1985. 304 с.
2. Корнейчук Н.П. Сплайны в теории приближения // Наука. М. 1989. 224с.
3. Шелеицкий И.В. Сплайновый характер интерполяционных фильтров // Защита информации: Сб. научн. тр. КМУГА. Киев. 1999.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ С ПОМОЩЬЮ ОБУЧАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Денисова Н.Г., Кацуба В.С. (МГТУ, кафедра «Высшей математики и программного обеспечения ЭВМ», e-mail: nat1234@list.ru)

Abstract. The article is devoted to the description of the experience of introducing of the computer teaching programme (TP) in the Murmansk State Technical University (MSTU). The authors of the programme are the lecturers of the Department of Higher Mathematics and Software of MSTU Katsuba V.S. and Vozzhennikov A.P. The task of the experiment was the comparison of the results of the theme studying made after the practical classes with the use of different methods.

В статье изложен опыт внедрения компьютерной обучающей программы (ОП) по теме «Исследование функций и построение графиков» в Мурманском государственном техническом университете (МГТУ). Разработчиками этой программы являются преподаватели кафедры Высшей математики и программного обеспечения ЭВМ МГТУ Кацуба В.С. и Возженников А.П.

Эксперимент был спланирован в соответствии с работами (1) и (2). В них представлены общие подходы к проведению любого эксперимента. В эксперименте приняли участие студенты-первокурсники двух групп специальности «Энергообеспечение предприятий» Политехнического факультета МГТУ. Эксперимент проводился в рамках расписания учебных занятий по дисциплине «Высшая математика» в соответствии с календарным планом и рабочей программой. Продолжительность эксперимента составила четыре часа практических занятий. Из них два часа заняла коллективная работа и два часа самостоятельная работа в аудитории.

Цель эксперимента была сформулирована как преобразование методики и поиск оптимального метода обучения по теме в условиях очень малого количества аудиторных часов. Задачей эксперимента было сравнение результатов изучения темы, выполненное после проведения практических занятий с использованием различных методик. Проверялась гипотеза о том, что результативность изучения данной темы можно повысить изменением методики проведения практических занятий и использованием компьютерной ОП.

Содержание эксперимента заключалось в следующем. За две недели до проведения практических занятий студентам обеих групп были выданы обучающие материалы в электронном виде. Они включали электронный конспект лекций (ЭКЛ) и электронный практикум (ЭП). Задачей студентов являлось самостоятельное изучение этих материалов. Для этого каждому учащемуся была предоставлена возможность работать с компьютером. Практические занятия для первой (контрольной) группы проводились в обычной аудитории, а для второй (экспериментальной) группы в компьютерном классе.

На первом аудиторном занятии в каждой группе было решено по одной задаче на полное исследование функции и построение графика. В обеих группах подробное решение задачи проводилось на доске одним из студентов с коллективным обсуждением эпизодов решения. Отличие заключалось в том, что во второй группе преподавателем демонстрировались возможности компьютерной проверки этапов решения экспериментальным модулем ОП.

На втором аудиторном занятии (90 минут) в обеих группах была проведена самостоятельная работа. Студентам были предложены на выбор три функции:

$$y = x^2 \cdot (x-1)^2; \quad y = \frac{12x}{9-x^2}; \quad y = (x-2) \cdot e^{3+x}.$$

Требовалось провести полное исследование и построить графики хотя бы двух функций с возможностью использовать любую учебную литературу, конспект лекций, распечатки электронных учебно-методических материалов (УММ). Учащиеся могли консультироваться с преподавателем. Студентам второй группы была доступна ОП, в том числе и её экспериментальная часть. Каждое задание оценивалось в два балла. Максимальное количество баллов - четыре. Полученный результат впоследствии суммировался с результатом студента за контрольную работу по теме: «Дифференциальное исчисление функций одной переменной».

Сравнительный анализ результатов самостоятельной работы в группах был проведён по следующим показателям:

- продолжительность выполнения работы каждым студентом;
- максимальное количество решенных задач;
- количество студентов в каждой группе, работавших над первым, вторым или третьим заданием;
- количество студентов, получивших зачёт по задачам;
- средний балл группы по результатам самостоятельной работы.

Данные о части студентов каждой группы, выполнивших верно определённое количество задач, приведены в таблице 1. Данные о количестве студентов, выбравших соответствующую функцию для исследования, представлены в таблице 2.

Таблица 1.

Количество задач \ № группы	0,5	1	1,5	2	2,5	3	Количество студентов в группе
1 группа (контрольная)	62,5 %	12,5%	25%	0%	0%	0%	8
2 группа (экспериментальная)	50%	40%	0%	10%	0%	0%	10

Таблица 2.

№ функции \ № группы	1	2	3
1 группа (контрольная)	100%	62,5%	37,5%
2 группа (экспериментальная)	100%	50%	0%

Из второй таблицы видно, что бóльшую активность в процессе самостоятельной работы проявили студенты первой группы.

Учащиеся получали зачёт по задачам в случае, если количество баллов за самостоятельную работу составляло два балла или более. Во второй группе зачёт по задачам получили на 12,5% учащихся больше. Разница в средних баллах групп по результатам работы составила всего 1,9%. Таким образом, качество результатов самостоятельной работы в группах практически совпадает.

Возможными причинами качественного совпадения результата эксперимента могут быть:

- отсутствие у студентов обеих групп мотивации к предварительной самостоятельной проработке темы по электронным УММ;
- низкий уровень пользовательских навыков студентов при работе с компьютером;
- сильная привязка студентов к традиционной форме проведения практического занятия;
- отсутствие на занятиях нескольких слабых студентов в контрольной группе.

Из положительных моментов работы можно отметить заинтересованность студентов второй группы компьютерной обучающей программой.

Апробированная методика внедрения элементов информационных технологий (ИТ) в учебный процесс проверялась на соответствие дидактическим принципам в условиях компьютерного обучения, которые описаны в работе (3). Ниже изложены результаты этой проверки.

1. На занятиях соблюдался *принцип системности*, так как они являлись частью цикла занятий по теме «Производная». На этих занятиях была реализована связь теоретического материала по теме с его применением на практике (применение производной при исследовании функции), а также комбинировалась традиционная форма обучения с внедрением элементов ИТ.

2. *Принцип активности (самостоятельности)* проявлялся в том, что каждый студент сам выбирал задачи из предложенных ему задач, мог работать с индивидуальной скоростью и с различными блоками обучающей программы. Настройки программы учащиеся также выбирали самостоятельно. Существовала возможность самопроверки действий, поскольку студенты после введения заданной функции в ОП могли видеть выражения её первой и второй производных, их нули и промежутки знакопостоянства, а также схематические графики. Таким образом, состоялся интерактивный диалог учащихся с компьютером.

3. Применение ОП соответствовало *принципу поэтапного преодоления трудностей (доступности)*. Сначала представляется в ОП блок теоретического материала (ЭКЛ), затем электронный практикум (ЭП) с рассмотренными примерами. Все примеры в блоке ЭП выстроены по принципу «от простого к сложному». Далее следует экспериментальная часть ОП с блоком автоматического исследования функции, в котором учащийся сам вводит функцию и может получить её основные характеристики. Студенты экспериментальной группы на первом практическом занятии ознакомились с содержанием и возможностями этой части ОП.

Задания для самостоятельной работы по теме имели разную степень сложности, их аналоги были рассмотрены на лекции или на практическом занятии.

4. В изучаемой теме *принцип связи теории с практикой* реализуется очевидным образом: применение первой производной для нахождения промежутков монотонности и экстремумов функции; применение второй производной для нахождения интервалов выпуклости, вогнутости графика функции и точек перегиба; применение правила Лопиталья для вычисления пределов при нахождении наклонных и горизонтальных асимптот графика.

5. *Принцип наглядности* легко реализовать с помощью ОП. В её практической части окно программы разбито на два фрейма; левый фрейм содержит текст, формулы и вычисления и пролистывается вниз или вверх с помощью элемента управления; правый фрейм постоянно находится перед глазами и проявляет в интерактивном режиме схематичное изображение пунктов исследования и элементы графика. Студенты видят все этапы «проявления» графика по исследуемым свойствам функции,

что позволяет представить график в целом. В данном случае принцип наглядности себя полностью оправдывает, так как выполняет основную обучающую функцию.

6. Коллективная форма первого занятия и самостоятельная работа на втором занятии соответствуют *принципу связи индивидуализации обучения с его коллективными формами*. В возможности выбора заданий различных уровней сложности проявилась уровневая дифференциация.

7. Практически одинаковые результаты самостоятельной работы говорят о том, что *принцип эффективности (оптимизации) обучения* был реализован не в полной мере, потому что вопрос о методической оптимальности педагогического программного средства пока остаётся открытым, критерии качества ОП пока не определены (её обучающее воздействие и влияние на мотивацию обучения). Вероятно, в процессе многократного применения ОП в различных по уровню подготовки группах можно будет сделать вывод о её качестве и методической оптимальности. Можно предположить прямую зависимость результатов внедрения ОП от пользовательской грамотности студентов в общении с компьютером в образовательных целях.

Таким образом, эксперимент соответствовал большинству основных дидактических принципов. Очевидно, что использование информационных технологий позволяет приобщить студентов к применению новейших компьютерных разработок в сфере обучения, но требует кропотливых и систематических усилий, как по созданию обучающих средств, так и по их внедрению в учебный процесс.

Литература

1. Бикина Г.В. Основы научных исследований: Учеб. пособие для направлений 553200 «Геология и разведка полезных ископаемых» и 553600 «Нефтегазовое дело».- Мурманск: Изд-во МГТУ, 2002. – 122 с.
2. Основы научных исследований: Учеб. для техн. вузов / В.И. Крутов, И.М. Грушко, В.В. Попов и др.; Под ред. В.И. Крутова, В.В. Попова. – М.: Высш. шк., 1989. – 400 с.
3. Могилёв А.В., Титоренко С.А. Дидактические принципы в компьютерном обучении // Пед. информатика. – 1993, №2. – с.10-16.

ПРОБЛЕМЫ СИНТЕЗА КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ С ЗАДАННЫМИ СВОЙСТВАМИ В ЗАДАЧАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВИБРОИСПЫТАНИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Добрынин С.А., Суслов В.Н., Фирсов Г.И. (г. Москва, Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, отдел механики машин и управления машинами, e-mail: firsovgi@mtu-net.ru)

Abstract. The simulation of the dynamics of machine-building constructions, the experimental study of dynamic characteristics and vibrational testing of systems are carried out in the majority of the cases on the basis of known information about the acting disturbances at the entrance. In this case are solved the interrelated problems of the selection of more expedient test signal and selection of the effective method of the analysis of signals at the entrance and the output, i.e., the application of one method or another of information processing is closely related to the selection of the form of test signal.

Моделирование динамической нагруженности машиностроительных конструкций, экспериментальное изучение динамических характеристик и виброиспытания систем выполняются в большинстве случаев на основе известной информации о действующих возмущениях на входе. При этом решаются взаимосвязанные задачи выбора более целесообразного испытательного сигнала и выбора эффективного метода анализа сигналов на входе и выходе, т.е. применение того или иного метода обработки информации тесно связано с выбором вида тест-сигнала (1). Сравнительными критериями такого выбора являются длительность, трудоемкость, энергоемкость, и стоимость испытаний всех объектов в заданных режимах, а также длительность, стоимость и точность получения результатов обработки экспериментальной информации. К числу типовых тест-сигналов относятся импульсное, моногармоническое со сканирующей частотой, случайное узкополосное и широкополосное воздействия. Но в каждом случае виброиспытаний объекта важно задавать и, при необходимости, легко изменять конкретные параметры выбранного воздействия. Для этих целей представляется удачной достаточно простая и универсальная модель входного воздействия на основе модели аналитического сигнала (2).

Переходя первоначально к синтезу узкополосного случайного сигнала на основе случайной модуляции амплитуды и частоты

$$x(t) = A(t) \cos \left[\int_0^t \omega(t) dt \right], \quad (1),$$

напомним, что требуемая дисперсия сигнала должна быть равна сумме дисперсии и квадрата математического ожидания огибающей $\sigma_x^2 = 0,5 [\sigma_A^2 + \overline{A^2}(t)]$, а требуемая эффективная ширина спектрального пика - сумме дисперсий мгновенной частоты и производной огибающей $\Delta f^2 = \sigma_f^2 + \overline{\dot{A}^2} / 4\pi^2 \sigma_A^2$, где $\overline{\dot{A}^2} = T^{-1} \int_0^T \dot{A}^2(t) dt$ - дисперсия скорости изменения мгновенной амплитуды. Точная форма спектрального пика сигнала при этом не задается.

Рассмотрим вопросы генерации двух модулирующих функций времени: медленной мгновенной амплитуды и мгновенной частоты. Простейшим способом

генерации медленного случайного нормального процесса, в данном случае огибающей a_i , является фильтрация исходного случайного нормального процесса с помощью фильтра в виде например авторегрессионной (АР) модели, первого порядка: $a_i = \Phi_1 a_{i-1} + \xi_i$, где Φ_1 - параметр АР-модели (для стационарных процессов этот параметр, неизменный во времени, характеризует скорость изменения мгновенной амплитуды процесса), ξ_i - случайный процесс с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией ($\sigma_\xi^2 = 1$). Процесс на выходе АР-модели первого порядка имеет спектральную плотность вида $G_a(f) = 2\Delta t \sigma_\xi^2 / (1 + \Phi_1^2 \cos 2\pi f \Delta t)$, большая часть интенсивности которой при $0 \leq \Phi_1 < 1$ сосредоточена на низких частотах с монотонным уменьшением интенсивности по мере роста частоты, причем наклон (крутизна) спектра растет с увеличением значения параметра Φ_1 . Автокорреляционная функция процесса на выходе АР-модели первого порядка имеет вид $K(\tau) = \Phi_1^{|\tau|}$. Используя последнее выражение, оценим относительную дисперсию производной огибающей сигнала в долях от частоты дискретизации Δt^{-1} по формуле $\overline{\dot{A}^2} / 4\pi^2 \sigma_a^2 = K_a(0) / 4\pi^2 K_a(0) = -\ddot{K}_a(0) / 4\pi^2 = \ln^2 \Phi_1 / 4\pi^2$.

Генерация случайной огибающей требует также обеспечения заданных закона распределения и дисперсии, что выполняется с помощью нелинейного безинерционного преобразования случайных процессов на основе обратной функции связи. Например, для закона Рэлея с дисперсией σ_A^2 формула формирования соответствующей мгновенной амплитуды имеет вид $A_i = \sigma_A \sqrt{-2 \ln [1 - P(a_i)]}$, где $P(\cdot)$ - интегральная функция нормального распределения. Таким образом, полученная медленная случайная функция модуляции амплитуды будет удовлетворять заданным закону распределения, дисперсии и ширине спектрального пика. При формировании случайной мгновенной частоты сигнала важнейшим требованием является обеспечение заданного закона распределения и дисперсии. Спектр мгновенной частоты не оказывает существенное влияние на спектр сигнала, поэтому для формирования мгновенной частоты можно принять простейший, например нормальный закон распределения с дисперсией σ_f^2 , без предварительной фильтрации модулирующей функции.

Задача синтеза многомерного сигнала предполагает формирование нескольких случайных колебательных процессов, имеющих заданные взаимные характеристики, главным образом, фазовые соотношения. Чтобы получить желаемые фазовые соотношения между одномерными сигналами, достаточно дополнить выражение для одномерного случайного модулированного сигнала (1) его начальной фазой Φ_{0l} :

$$x_l(t) = A_l(t) \cos \left[2\pi \int_0^t f(t) dt + \Phi_{0l} \right].$$

У такого многомерного сигнала модулирующая

функция изменения мгновенной частоты одинакова, а функция изменения огибающей может отличаться масштабным множителем. В результате будет обеспечена высокая когерентность между отдельными l компонентами многомерного сигнала.

Чтобы перейти к синтезу одномерного колебательного процесса с заданными свойствами, необходимо также выбрать определенное соотношение дисперсий в суммарной эффективной ширине спектрального пика. В первом приближении можно, например, условиться, что амплитудная и частотная модуляции вносят равный вклад в ширину спектрального пика узкополосного процесса. Тогда получаем следующее соотношение $\sigma_f^2 = \overline{\dot{A}^2} / 4\pi^2 \sigma_A^2 = 0,5 \Delta f^2$. В задаче синтеза одномерного случайного

узкополосного колебательного процесса исходными задаваемыми параметрами являются: закон распределения значений процесса $p(x)$, его дисперсия σ_x^2 , центральная частота f_0 и ширина спектрального пика Δf . Определяются: закон распределения огибающей $p(A)$, ее дисперсия σ_A^2 , параметр АР-модели Φ_1 и дисперсия мгновенной частоты σ_f^2 .

Например, для получения нормального узкополосного процесса имеем закон распределения Рэлея, $\sigma_A^2 = (2 - \pi/2) \sigma_x^2$, $\Phi_1 \rightarrow 1$, $\sigma_f^2 = 0,5\Delta f^2$. Дальнейшее увеличение дисперсии мгновенной частоты σ_f^2 и уменьшение параметра Φ_1 приведет к увеличению ширины пика спектра, т.е. к формированию широкополосного сигнала. Наличие гармонической составляющей A_0 в амплитудно-модулированном процессе вида $x(t) = [A_0 + A(t)] \cos \omega_0 t$ приведет к возникновению в спектре острого дискретного пика на случайном пьедестале, причем ширина этого пьедестала будет определяться дисперсией скорости мгновенной амплитуды. Варианты синтезируемых сигналов в зависимости от параметров модели вида

$$x(t) = [A_0 + A(t)] \cos \left[2\pi f_0 t + 2\pi \int_0^t f(t) dt \right] \quad (2)$$

сведены в таблицу. За счет вариации исходных пяти параметров модели (2) легко обеспечить формирование сигнала любого вида: моногармонического, суммы гармоник со случайным пьедесталом, случайного узкополосного и случайного широкополосного (низкочастотного и в ограниченной полосе частот). Если вместо случайных, использовать для модулирующих функций различные детерминированные функции времени, то на основе модели (2) можно получить варианты нестационарных сигналов, например со сканирующей центральной частотой или изменяющейся амплитудой.

Случайный колебательный процесс, модулированный по амплитуде и частоте, может иметь заданную спектральную плотность. Для этого необходимо осуществить специальное формирование сигнала с заданной величиной дисперсии в каждой полосе частот. Другими словами, сигнал с заданной спектральной плотностью есть множество узкополосных сигналов с определенными характеристиками. Задача построения такого множества сигналов во времени означает выбор определенной последовательности чередования узкополосных сигналов друг за другом. При этом само чередование сигналов должно происходить достаточно медленно, чтобы в пределах каждой полосы спектра обеспечивались условия квазистационарности сигнала.

Пусть имеется реализация узкополосного процесса на интервале времени Δt_i и в i -ой полосе частот $\Delta f_i = f_{\max i} - f_{\min i}$ с медленно меняющейся центральной частотой, скорость изменения которой $\dot{f}_i(t)$ не позволяет выйти центральной частоте за пределы своей полосы в течение соответствующего интервала времени: $\dot{f}_i(t) < \Delta f_i / \Delta t_i$. Тогда при равномерном разбиении спектральной плотности и суммарной длительности T всего сигнала получаем следующую оценку сверху для средней скорости изменения центральной частоты $\bar{\dot{f}} = (f_{\max} - f_{\min}) / T$. Соответствующую медленность изменения центральной частоты можно обеспечить фильтрацией АР-фильтром, например первого порядка, а изменение центральной частоты целесообразно осуществить по случайному, например равномерному закону. Величина дисперсии и ширина полосы сигнала будут определяться заданной спектральной плотностью. В результате для каждой полосы получим параметры соответствующего узкополосного колебательного процесса.

Литература

1. Добрынин С.А., Фельдман М.С., Фирсов Г.И. Методы автоматизированного анализа вибрации машин. - М.: Машиностроение, 1987. - 221с.
2. DeFatta D.J., Lucas J.G., Hodgkiss W.S. Digital Signal Processing: A System Design Approach. - New York et. al., Wiley, 1988. - 661 p.

Таблица. Связь параметров и вида синтезируемого сигнала

ПАРАМЕТРЫ СИГНАЛА		ВИД МОДУЛЯЦИИ СИГНАЛА				
Параметры модели	Спектральные характеристики	без модуляции	амплитудная	амплитудно-частотная		частотная
Дисперсия амплитуды σ_A^2 / A_{\max}^2	Площадь пика (пьедестала)	0	0 ÷ 0,5		0	
Скорость изменения амплитуды	Ширина пика (пьедестала) Φ_1	-	0 ÷ 0,9	→ 1	0 ÷ 0,9	-
Амплитуда гармоники A_0/A_{\max}	Высота пика гармоники	0 ÷ 1		0		0 ÷ 0,5
Центральная частота $f_0\Delta t$	Центральная частота пика	0 ÷ 0,5			0	0 ÷ 0,5
Дисперсия мгновенной частоты σ_f^2 / f_0^2	Ширина пика	0		→ 0	0,1 ÷ 1	
Вид сигнала		Гармонический	Гармоника с пьедесталом	случайный узкополосный	случайный широкополосный	
					Низкочастотный	в полосе частот

ОБ ОДНОЙ ПОСТАНОВКЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ЛОКАЦИИ

Драница Ю.П. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ, e-mail: axday@mail.ru),
Драница А.Ю. (г. Москва, ЗАО "Ланит", Департамент ВІ и DWH)

Abstract. The most common putting-up the converse proposing the location is described in this report. On example of proposing the seism research the problems appearing during realization of this method are shown. Principally new way of determining this task is offered and this way obtain the most possible resolution and stability.

Рассмотрим линейную динамическую систему, описываемую обыкновенным неоднородным дифференциальным уравнением (ОДУ) n -ого порядка с постоянными коэффициентами:

$$\sum a_i y^{(n-i)}(t) = x(t), \quad i=0,1,\dots, n, \quad a_0=1. \quad (1)$$

где t – параметр типа времени; $x(t)$ – сигнал, подаваемый на вход системы; a_i – постоянные коэффициенты ОДУ; $y^{(n-i)}(t)$ – производная выходного сигнала порядка $(n-i)$. Если правая часть уравнения (1) равна нулю, то будем иметь однородное ОДУ вида:

$$\sum a_i y^{(n-i)}(t) = 0, \quad i=0,1,\dots, n, \quad a_0=1. \quad (2)$$

Общее решение ОДУ (1) ($a < t < b$), согласно работе [1], будет следующим

$$y(t) = \int_a^b G(t, \xi) X(\xi) d\xi + \sum_{k=1}^m A_k Y_k(t) \quad (3)$$

где $G(t, \xi)$ – так называемая функция Грина; A_k – произвольные постоянные, определяемые начальными или граничными условиями; Y_k – линейно независимые решения однородного ОДУ (2).

В установившемся режиме, который на практике наиболее интересен, решение (3) упрощается

$$y(t) = \int_a^b G(t, \xi) X(\xi) d\xi \quad (4)$$

Уравнение (4) является сверткой, а функция Грина в теории линейных систем получила название импульсной характеристики. Импульсная характеристика показывает реакцию системы на единичный входной импульс. В технических приложениях, после введения обозначения $G(t, \xi) = U(t)$, соотношение (4) обычно представляется следующим образом:

$$y(t) = \int_{-\infty}^t u(t-\tau) x(\tau) d\tau = \int_{-\infty}^t u(t)x(t-\tau) d\tau \quad (5)$$

где τ – параметр интегрирования типа времени. Отметим, что как вход, так и выход линейной системы могут иметь векторный характер.

На основе соотношения (5) рассмотрим постановку прямой и обратной задач и особенности их решения. В классической постановке прямая задача является задачей Коши: по известной импульсной характеристике системы $U(t)$ и известному входу $X(t)$ необходимо рассчитать реакцию системы в любой момент времени t . Отметим, что уравнение (5) связывает между собой три в общем случае неизвестных функции $Y(t)$,

$U(t)$ и $X(t)$ и прямая постановка опирается на задании подинтегральных функций и их интегрировании.

Формально любую другую постановку, отличную от выше приведенной, можно считать обратной задачей. Обратная задача в технических приложениях обычно формулируется следующим образом: по измеренному выходу $Y(t)$ и заранее заданной одной из интегрируемых функций требуется восстановить другую интегрируемую функцию. Для технических систем особенно просто экспериментально определяется импульсная характеристика путем воздействия на систему тестовыми сигналами, поэтому требуется восстановить функцию, воздействующую на вход системы.

Таким образом, в обратной постановке задача (5) сводится к решению интегрального уравнения Фредгольма первого рода. Как известно, уравнение Фредгольма первого рода является некорректно поставленным в том смысле, что сколь угодно малым изменениям наблюдаемой функции $Y(t)$ могут соответствовать сколь угодно большие изменения зависимости $X(t)$. Природа этого факта заключается в том, что интеграл в правой части уравнения (5) является сглаживающим оператором. Это сглаживание приводит к тому, что большие по амплитуде возмущения функции $X(t)$, переводятся в малые возмущения функции $Y(t)$. При решении обратной задачи, чтобы объяснить малые возмущения функции $Y(t)$, приходится предполагать значительные отклонения функции $X(t)$.

При сведении задач к моделям (4-5) ситуация обычно сильно идеализируется. В действительности, во-первых, наблюдения всегда осуществляются с некоторой погрешностью и, таким образом, мы не располагаем точными значениями наблюдаемой зависимости. Во-вторых, наблюдения проводятся лишь на конечном множестве значений аргумента и к тому же на дискретных его значениях. Все это приводит к тому, что решения задач (4-5) не будут единственными, и различия между разными решениями будут большими. Другими словами, сильно отличающиеся решения $X(t)$ будут одинаково хорошо соответствовать наблюдаемой зависимости $Y(t)$. Следовательно, экспериментальные точки можно аппроксимировать множеством функций, по точности не уступающим истинной зависимости и нет уверенности в том, что решение представляет нужную функцию.

Ситуация еще больше осложняется для естественных природных, экономических или гуманитарных систем, т.к. получить импульсную характеристику подачей тестовых сигналов на изучаемые объекты не представляется возможным. В этих условиях исследователь может иметь в своем распоряжении только реакцию системы на внешнее возмущение. В связи с этим, возникает следующая наиболее общая постановка обратной задачи: имея в своем распоряжении только измерения выходного сигнала системы $Y(t)$, необходимо рассчитать как ее импульсную характеристику $U(t)$, так и функцию внешнего воздействия на систему $X(t)$.

К такой постановке, например, относятся задачи сейсмической разведки, радио и гидролокации, томографии и многие другие. Для более полного представления проблемы рассмотрим, например, типичную задачу сейсмической разведки.

Зондируемую толщу земной поверхности обычно представляют как последовательность слоев с неизвестными наклонами границ, плотностями вещества и скоростями звука. Через эту последовательность проходит зондирующий сейсмический импульс, возбуждаемый на поверхности земли, отражения которого от глубинных слоев регистрируются также на поверхности земли. Параметры зондирующего импульса (ЗИ) в общем случае неизвестны, так как его форма существенно изменяется при распространении через анализируемую толщу земли. Земная среда работает подобно фильтру высоких частот и физические законы трансформации ЗИ при прохождении через нее в настоящее время плохо изучены.

Требуется, по зафиксированному на поверхности Земли отклику слоистой среды на ЗИ, определить структуру и параметры зондируемой толщи (толщины отдельных прослоев, их плотности, акустические скорости в них, вещественный состав и другую информацию).

Таким образом, решаемая задача обладает высокой степенью неопределенности. Традиционный подход к ее решению заключается в снижении неопределенности анализируемой системы наложением на нее тех или иных ограничений, исходя из некоторых априорных представлений. Обычными предположениями являются следующие: известна форма ЗИ; определен закон распределения следования отражающих слоев.

Относительно формы ЗИ, например, предполагается, что он имеет минимально-фазовую или нуль-фазовую задержку. С точки зрения теории, идеальной формой ЗИ является дельта-функция Дирака, однако она не реализуема технически. Но даже если это затруднение технически преодолимо, неизбежна трансформация ЗИ при его распространении через зондируемую среду.

Реальная частота регистрируемого на поверхности земли ЗИ составляет 15-50 Гц, что соответствует длинам сейсмических волн в десятки и первые сотни метров. В то же время толщины различных пород земной поверхности имеют размер от долей миллиметра до несколько сотен метров или первых километров. Это приводит к тому, что результирующие данные представляют интерференцию волн ЗИ, отраженных от соседних слоев среды. Согласно принципам волновой оптики уверенное разделение волнового пакета достигается при расстояниях между отражающими объектами, по крайней мере, не меньшем, чем четверть периода волны ЗИ. Следовательно, четверть периода волны ЗИ является мерой разрешающей способности методов, построенных на принципах волновой оптики. В условиях интерференции отклик от близко расположенных объектов не поддается уверенному разделению на фрагменты.

Для последовательности отражающих слоев обычно принимается, что их распределение подчиняется нормальному закону, или распределению Пуассона. И хотя эти предположения в среднем на практике оправдываются, в целом принимаемые модели часто не отображают реальную действительность.

Все это приводит к тому, что получаемые решения являются следствием субъективных предположений, что снижает, кроме плохой обусловленности, их достоверность и точность, а на практике все эти подходы дают хорошие результаты только на очень простых средах. Поэтому данные сейсморазведки имеют в геофизике только вспомогательный характер.

Аналогичная ситуация возникает при гидро- или радиолокации близко расположенных целей, томографии и в других областях. Для преодоления возникших затруднений и получения приемлемых решений в геофизике основные усилия были направлены на разработку очень сложных и дорогих технических систем измерений, применении мощных вычислительных машин. В настоящее время сейсмические наблюдения обладают колоссальной избыточностью и являются очень дорогостоящим мероприятием. Большая работа проделана для разработки более качественных методик для интерпретации сейсмических данных. Однако ни многократное увеличение возможностей и удорожание измерительной техники, ни использование современных вычислительных средств, ни разработка разнообразных методик обработки данных, основанных на традиционных методах, мало повысило коэффициент достоверности при сейсмических исследованиях. Успех сейсмических работ, как и ранее, определяется опытом и интуицией оператора-интерпретатора.

По мнению авторов, основная ошибка в постановке решения задачи (4-5) заключается в ее излишней привязанности к решениям, принятым для описания

простых технических систем, а именно: поиск формы ЗИ и только затем решение уравнения Вольтера (4-5). Авторы пошли от противного: исключили влияние ЗИ на данные, т.е. разработали так называемый обратный фильтр. Для разработки такого фильтра была использована классическая теория ОДУ, дополненная современными достижениями математической мысли, некоторые из принятых при этом подходов изложены в авторских работах [2, 3].

В результате обработки входных данных обратным фильтром получается отклик от каждого зондируемого объекта в виде, близком к дельта-функции Дирака (единичного импульса для дискретных данных). Следовательно, разрешающая способность метода ограничена лишь дискретностью данных по времени. Кроме того, метод решения не требует какой-либо априорной информации (кроме предположения о линейности процесса), вся необходимая информация извлекается из непосредственно наблюдаемых данных.

Устранение из данных влияния формы ЗИ открывает хорошие перспективы развития метода как в теоретическом, так и прикладном направлениях, т.к. речь идет о повышении на порядки разрешения измерений. Приведем некоторые возможные сферы применения. В сейсмической разведке метод позволяет непосредственно получать коэффициенты отражения среды, что являлось до сих пор фундаментальной и неразрешенной проблемой. Теоретически может быть поставлена задача о повышении в 10-100 раз разрешения оптического или электронного микроскопов и других методов, использующих принципы локации. Здесь требуется переход от описания в терминах ОДУ к дифференциальным уравнениям в частных производных. Более того, методика позволяет на новом уровне изучать, например, экономические процессы. Если рассматривать экономику как некоторую линейную систему, то можно говорить о ее импульсной функции, возбуждающем шуме и оценить их количественно. Это позволит на объективной основе говорить о волнах развития, их числовых характеристиках (период, амплитуда, вес и т.д.). Аналогичному анализу могут быть подвергнуты природные процессы, например, погода или климат, для которых методика позволяет сделать интересные численные оценки. Таким образом, речь идет об объективных оценках непосредственно не наблюдаемых параметрах сложно организованных систем и процессов.

Литература

1. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. М.: Наука, 1977.
2. Драница Ю.П., Драница А.Ю. Корректный метод оценки спектральной плотности на основе линейной модели. Матер. Межд. науч.-технич. конф. "Наука и образование - 2007". Мурманск, МГТУ, 2007.
3. Драница А.Ю., Драница Ю.П. Применение линейной модели для количественной диагностики экономических систем. Матер. Межд. научн.-практич. конф. «Современные проблемы экономики, управления и юриспруденции». Мурманск, МГТУ, 2007.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КОМПЬЮТЕРНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ ГАЗОТРАНСПОРТНОГО НАПРАВЛЕНИЯ

Клинецвич Е.Н. (г. Калининград, НОУ «ОНУТЦ» ОАО «Газпром» e-mail: e.klintsevich@onutc.ru)

Abstract. The elaboration of computer learning systems (CLS) is the main orientation of ONUTC ОАО «Gazprom». One variety of CLS are computer simulators, which are intended for teaching specialists of Gazprom and forming practical skills of working with difficult technologies and machinery. The main idea of this approach to teaching is simulation of situations, arising during the work of technological machinery. This article is devoted to the analysis of computer mathematic model of gas-dynamical process at gas-transport enterprise.

Разработка компьютерных обучающих систем (КОС) является одним из основных направлений деятельности НОУ «ОНУТЦ» ОАО «Газпром». Одной из разновидностей КОС являются тренажеры, предназначенные для обучения специалистов газовой отрасли и формирования у них практических навыков управления сложными технологическими системами. Основная идея этого подхода к обучению заключается в моделировании ситуаций, возникающих при работе технологического оборудования и требующих управляющих воздействий. Создание тренажеров-имитаторов, таким образом, подразумевает создание компьютерной математической модели, адекватной рассматриваемым в обучении процессам и выражающей связи между выходными, входными и внутренними параметрами в виде алгоритма, и отражающей развитие процесса и поведение имитируемого объекта во времени при задании внешних воздействий на процесс. Так как любой объект исследования является бесконечно сложным и характеризуется бесконечным числом параметров, то при построении модели следует учитывать только наиболее существенные свойства моделируемого процесса. В общем случае при создании модели необходимо моделировать не только структуру системы, но и время ее функционирования. При моделировании обычно используются три представления времени (1). Результатом разработки математической модели для тренажера-имитатора является библиотека DLL в среде Visual C++.

Рассмотрим математическую модель компрессорной станции КС, которая для адекватного описания физических процессов транспортирования природного газа должна строиться из моделей ее сегментов. Сегментами КС являются ТГ (технологический газопровод), ПУ (пылеуловитель), АВО (аппарат воздушного охлаждения) и ГПА (газоперекачивающий агрегат).

Для описания течения газа в ТГ при установившихся режимах используется уравнение Бернулли. При этом транспортируемый природный газ рассматривается как однокомпонентный. В уравнениях Бернулли для стационарного неизотермического течения газа при малых дозвуковых скоростях, характерных для магистральных газопроводов, изменением скоростного напора $d(\rho v^2)/dx$ в (1) и изменением кинетической энергии $d(v^2/2)/dx$ уравнении (2) можно пренебречь (3):

$$\frac{dp}{dx} + \frac{d\rho v^2}{dx} = -\rho g \frac{dh}{dx} - \frac{\lambda}{2D} \rho v |v|; \quad (1)$$

$$\rho v \left(\frac{di}{dx} + g \frac{dh}{dx} + \frac{dv^2}{2dx} \right) = \frac{4k(T_0 - T)}{D}; \quad (2)$$

где x – координата вдоль оси трубы; h - высота оси трубы, отсчитываемая от фиксированной горизонтальной поверхности; D - диаметр трубы; g - ускорение свободного падения; ρ , p , v , T , i - средние по сечению величины соответственно плотности, давления, скорости, температуры и энтальпии газа; T_0 - температура окружающей среды.

Также для газопроводов сила тяжести оказывает существенное влияние лишь при больших перепадах высот, а поскольку такие условия встречаются редко, то в уравнениях импульсов и энергии опускаются члены $\rho g dh/dx$ и $\rho v g dh/dx$ соответственно, в результате таких упрощений приходят к следующей системе:

$$\frac{dp}{dx} = -\frac{\lambda}{2D} \rho v |v|; \quad (3)$$

$$\rho v \frac{di}{dx} = \frac{4k(T_0 - T)}{D}; \quad (4)$$

При наличии теплообмена между транспортируемым газом и окружающей средой температура природного газа претерпевает незначительные изменения по всей длине ТГ, это обычно наблюдается в трубопроводах малой протяженности (≤ 10000 м), не имеющих специальной тепловой изоляции. Поэтому возможно сделать предположение, что технологические газопроводы работают в изотермическом режиме. Таким образом, получаем формулу для оценки массового расхода газа через ТГ при изотермическом режиме течения (2):

$$J=J_1=J_2= \frac{\pi D^2}{4} \cdot \rho_1 w_1 = \frac{\pi D^2}{4} \sqrt{\frac{p_1^2 - p_2^2}{\rho_1 l} \rho_1 \left(\frac{\lambda}{D} + \xi_{don}\right)^{-1}} \quad (5)$$

где индексы 1 и 2 соответствуют входному и выходному поперечным сечениям трубопровода; $D = \text{const}$ - внутренний диаметр трубопровода; l - длина трубопровода; $\xi_{don} = \text{const}$ - некоторый коэффициент дополнительных потерь давления газа.

Формула (5) справедлива, если коэффициент сжимаемости газа по всей длине трубопровода претерпевает незначительные изменения, т.е. $Z/Z_1 \approx 1$, где Z - коэффициент сжимаемости, соответствующий произвольной координате по длине трубопровода; Z_1 - коэффициент сжимаемости, соответствующий входному поперечному сечению трубопровода. Коэффициент сжимаемости входит в известное термическое уравнение состояния газа:

$$p = Z\rho RT$$

где R - газовая постоянная, T - средние по сечению величина температуры.

Коэффициент дополнительных потерь давления газа ξ_{don} определяется по фактическим замерам параметров потока для каждого конкретного участка ТГ, либо может быть оценен по экспериментальным формулам. Более точные оценки для значений коэффициента ξ_{don} могут быть получены в результате решения трехмерных газодинамических задач течения газа в реальном трубопроводе.

Процесс транспортирования природного газа через ПУ в расчетном модуле тренажера следует моделировать (2) с применением предоставляемых в технической документации характеристик ПУ. В случае отсутствия такой документации оценочное моделирование транспортирования газа через ПУ можно свести к численному анализу модели изотермического течения газа через круглую трубу с изменяющимся во времени повышенным гидравлическим сопротивлением, рассчитываемым по эмпирическим зависимостям.

Как правило, в аппаратах воздушного охлаждения для транспортирования природного газа применяются трубы незначительной длины. Поэтому при математическом описании работы АВО предлагается считать, что процесс транспорта

природного газа через АВО является квазистационарным и изобарическим. Это позволяет использовать формулу В.Г. Шухова:

$$T_k = T_{oc} + (T_n - T_{oc}) \cdot \exp \left[- \frac{kF_{op}}{Jc_p} \right], \quad (7)$$

где T_n , T_k - температуры транспортируемого газа соответственно на входе и выходе АВО; T_{oc} - температура окружающего воздуха; k - коэффициент теплопередачи, характеризующий интенсивность передачи теплоты от транспортируемого газа в окружающую среду через разделяющую их стенку грубы и ее изоляционное покрытие (данный коэффициент относится к полной поверхности оребрения F_{op}); c_p - осредненная теплоемкость транспортируемого газа при постоянном давлении; J - массовый расход транспортируемого газа через АВО.

Для моделирования транспортирования природного газа через центробежные нагнетатели газоперекачивающих агрегатов в математической библиотеке тренажера можно применять упрощенную модель, базирующуюся на сочетании аналитических зависимостей для политропных газодинамических процессов и эмпирических характеристик, получаемых для каждого ЦН в процессе его натурных испытаний. Задачей математического моделирования устойчивой работы ЦН при этом является определение физических параметров газа на выходе ЦН по известным значениям параметров данного потока на входе ЦН (4).

Для адекватного численного анализа модели установившихся режимов транспортирования природного газа через КС, построенной в результате объединения моделей своих сегментов, в математической библиотеке тренажера целесообразно реализовать метод, основанный на математическом описании установившихся режимов транспортирования природного газа через КС в виде системы нелинейных алгебраических равенств и неравенств или системы нелинейных алгебраических уравнений при простых ограничениях на варьируемые переменные (2).

При моделировании неустановившихся режимов транспортирования природного газа через КС в тренажере можно использовать два известных метода: метод последовательной смены стационарных состояний КС и метод анализа динамических режимов КС.

Использование математических моделей позволяет с необходимой точностью имитировать основные технологические процессы, протекающие на газотранспортных предприятиях, что является неотъемлемой составляющей эффективного обучения, нацеленного на развитие практических навыков в противовес использованию излишне теоретизированного учебного материала.

Литература

1. Введение в математическое моделирование: Учеб. пособие / Под ред. П.В. Трусова. – Москва.: Логос, 2005. – 439 с.
2. В.Е.Селезнев, В.В.Алешин, С.Н. Прялов Современные компьютерные тренажеры в трубопроводном транспорте: математические методы моделирования и практическое применение / Под ред. В. Селезнева. – М.: МАКС Пресс, 2007. – 200 с.
3. Математическое моделирование технологических объектов магистрального транспорта газа / И.М.Константинова, А.В.Дубинский, В.В.Дубровский и др. – М.:Недра, 1988, - 192 с.
4. В.Е.Селезнев, В.В.Алешин, С.Н. Прялов Основы численного моделирования магистральных трубопроводов / Под ред. В.Е. Селезнева. – М.: КомКнига, 2005. – 496 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ХРОНОМЕТРИРОВАНИЯ ЧАСТОТЫ ОТКРЫВАНИЯ-ЗАКРЫВАНИЯ ДВЕРЕЙ ШКАФОВ-ВИТРИН В МАГАЗИНЕ ОАО “НОРД-ВЕСТ ФК” И РАСЧЕТ ЕГО В ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКЕ

Голубев Б.В., Кобылянский И.Г., Шутов А.В. (МГТУ, кафедра технологического и холодильного оборудования), **Лискова Т.Ю.** (СПбГУ ВК МФ, кафедра естественнонаучных и математических дисциплин)

Abstract. In clause the results of time of frequency of opening - closing of cases - show-windows in shop of Open Joint-stock company “Nord-West FK”, allowed are described to simplify specified in state Standard 23833 - 95 methods of temperature tests and tests for thawing of cases - show-windows and by that to reduce labour input of tests and to raise(increase) their economic efficiency.

Аннотация. В статье описаны результаты хронометрирования частоты открывания-закрывания шкафов-витрин в магазине ОАО “Норд-Вест ФК”, позволившие упростить указанные в ГОСТе 23833 – 95 методы температурных испытаний и испытаний на оттаивание шкафов-витрин и тем самым уменьшить трудоемкость испытаний и повысить их экономическую эффективность.

1. Введение

ГОСТ 23833 – 95 “Оборудование холодильное торговое”, введенный в действие непосредственно в качестве государственного стандарта Российской Федерации с 1 января 1997 года предусматривает проведение температурных испытаний и испытаний на оттаивание холодильных шкафов и витрин на имитаторах мороженых пищевых продуктов – древесных брусках и контрольных пакетов, заполненных рекомендованными наполнителями. Однако эти испытания удобно проводить, когда холодильная установка и шкафы – витрины только что смонтированы и проведены первые их пуски с пустыми шкафами-витринами.

Когда же холодильные шкафы-витрины заполнены замороженными пищевыми продуктами вполне рационально температурные испытания и испытания на оттаивание проводить на этом мороженом продукте, например, на мороженой рыбе в пакетах.

Проведение же этих испытания в соответствии с ГОСТом 23833 – 95 на имитаторах требует большого объема работ с очень высокой их трудоемкостью.

Для определения температуры полезного объема шкафов-витрин испанской фирмы “КОХКА”, заполненных мороженой рыбой в вакуумной пакетной упаковке нами проведено хронометрирование частоты открытия покупателями шкафов-витрин, заполненных дорогой рыбой и рыбой с доступными ценами в магазине фирмы ОАО “Норд-Вест ФК” (г.Мурманск ул.Дзержинского,2) в утренние часы, в обеденное время и в вечерние часы, когда покупатели возвращаются домой с работы. Одновременно проводилось определение температур полезных объемов каждого шкафа-витрины фирмы “КОХКА” штатными термометрами и термометрами лабораторными марки ТЛ-4 с ценой деления 0,1 °С ГОСТ 215 – 73. Такими же термометрами измерялась температура наружного воздуха (температура вне шкафа-витрины).

Испытания проводились на одном шестидверном, на одном четырехдверном шкафах-витринах фирмы “КОХКА” и на двух трехдверных. Эти шкафы-витрины работали от одной холодильно-компрессорной централи, с четырьмя спиральными компрессорами марки ZFL(M)415, а также двух шкафов-витрин, которые оборудованы

своими штатными холодильными машинами. Для испытаний была составлена форма журнала наблюдения, в котором проводились записи хронометрирования.

В утренние часы, когда в магазине было мало покупателей, хронометраж проводился двумя сотрудниками и аспирантами кафедры, а в часы пик, т.е. в обеденный период времени и в вечерние часы, после окончания покупателями трудового дня тремя сотрудниками кафедры.

2. Программа хронометрирования частоты открывания дверей шкафов-витрин в магазине фирмы ОАО "Норд-Вест ФК"

В октябре-ноябре 2005 года в соответствии с рекомендациями Мурманского арбитражного суда сотрудниками кафедры технологического и холодильного оборудования совместно с сотрудниками кафедры судовых энергетических установок Мурманского Государственного Технического Университета в рыбном супермаркете фирмы ОАО "Норд-Вест ФК" были проведены температурные испытания и испытания на оттаивание шкафов-витрин марок Z86-3 и Z86-4 с стеклянными дверями испанской фирмы "КОХКА" в соответствии с ГОСТ 23833 – 95.

В соответствии с пунктом 8.17 ГОСТ 23833 – 95 оба шкафа-витрины подвергались циклической работе в течение 14 часов без открывания дверей и 10 часов с их открыванием. Пункт 8.17 ГОСТа рекомендует в течение 10 часов циклично открывать двери шкафов на 10 секунд через каждые 6 минут. При наличии нескольких дверей в шкафах-витринах ГОСТ рекомендует открывать каждую дверь поочередно. Итак цикл открывания и закрывания одной двери составляет:

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_3 + \tau_0 = 360\text{с} + 10\text{с} = 370 \quad (1)$$

где $\tau_{\text{ц}}$ – время цикла открывания-закрывания дверей, секунд;

τ_3 - время, в течение которого дверь остается закрытой, секунд;

τ_0 - время, в течение которого дверь остается открытой, секунд.

За один час на однодверный шкаф-витрину приходится 9,73 цикла открывания-закрывания двери. Эту величину называют частотой открывания-закрывания двери в течение одного часа и обозначают буквой ν . Частота открывания-закрывания одной двери определяется по формуле:

$$\nu = \frac{3600}{\tau_{\text{ц}}} \quad (2)$$

где ν - частота открывания-закрывания двери однодверного шкафа витрины.

От частоты открывания-закрывания двери ν зависит температура воздуха внутри шкафа-витрины. С помощью воздуха внутри шкафа-витрины осуществляется теплообмен между пакетами с замороженной рыбой и поверхностями охлаждения воздухоохладителя. При открывании дверей в шкафах-витринах холодный воздух, имеющий повышенную плотность свободно вытекает из шкафа через низ открытого проема двери и в это же время теплый наружный воздух имеющий низкую плотность поступает через верх открытого проема внутрь шкафа. Происходит повышение температуры воздуха в шкафу. После закрывания двери отепленный воздух охлаждается на ребренных поверхностях воздухоохладителя шкафа-витрины, а также от штабелей пакетов с рыбой, что приводит к небольшому повышению температуры рыбы в пакетах.

Также от частоты открывания-закрывания двери ν зависит интенсивность обрастания инеем поверхностей охлаждения воздухоохладителей, а это приводит к увеличению аэродинамического сопротивления контура циркуляции воздуха и ухудшению теплообмена, поэтому автоматическому устройству приходится чаще проводить оттайку поверхностей воздухоохладителей. В свою очередь оттайка инея на

поверхностях воздухоохлаждителей приводит к резкому увеличению температуры воздуха и следовательно к повышению температуры в мороженной рыбе в вакуумной пленочной упаковке.

Так как шкафы фирмы "КОХКА" 6, 4, 3-х дверные, поэтому количество циклов открывания-закрывания последовательно всех дверей вышеперечисленных шкафов-витрин резко увеличивается:

- для трехдверного шкафа Z86-3 за 10 часов испытаний необходимо произвести 292 цикла открывания-закрывания;
- для четырехдверного шкафа Z86-4 за 10 часов испытаний необходимо произвести 390 циклов открывания - закрывания;
- для шестидверного шкафа Z86-6 за 10 часов испытаний необходимо произвести 584 цикла открывания-закрывания.

Вряд ли хоть один теплотехник или группа теплотехников выдержит такую нагрузку. Наши наблюдения в супермаркете фирмы ОАО "Норд-Вест ФК" показали, что даже при большом посещении рыбного супермаркета такого большого количества циклов открывания-закрывания шкафов-витрин никогда не происходило. С целью выявления действительной частоты открывания-закрывания многодверных шкафов-витрин покупателями деликатесной рыбной продукции аспирантами и сотрудниками кафедры технологического и холодильного оборудования МГТУ в ноябре-декабре 2007 года в рыбном супермаркете ОАО "Норд-Вест ФК" было проведено хронометрирование открывания-закрывания дверей четырех шкафов-витрин покупателями деликатесной рыбной продукции по специально разработанной программе. Хронометрированию подвергались следующие шкафы - витрины фирмы "КОХКА":

- шкаф-витрина № 1 марки Z86-6 (шестидверный);
- шкаф-витрина № 2 марки Z86-4 (четырёхдверный);
- шкаф-витрина № 3 марки Z86-3 (трехдверный);
- шкаф-витрина № 4 марки Z86-3 (трехдверный).

Первые три шкафа №1, №2, №3 работали от одной холодильной централи фирмы "Копеланд", состоящей из четырех спиральных компрессоров, работающих параллельно в одном агрегате типа ZFL415 серии ZF15. Четвертый шкаф-витрина (№4) оборудован отдельным штатным холодильным агрегатом также со спиральным компрессором фирмы "Копеланд".

Для проведения хронометража открывания-закрывания четырех шкафов-витрин был разработан специальный журнал наблюдений, где указывалась дата проведения хронометрирования, время открывания-закрывания дверей, продолжительность выбора покупателями рыбной продукции при открытой двери, а также температура воздуха внутри шкафа-витрины по штатному термометру и термометру марки ТЛ-4 с ценой деления 0.1°C и диапазоном измерения от +20°C до -30°C (ГОСТ 215-73), температура наружного воздуха (вне шкафов) измерялась штатным термометром, а также лабораторным марки ТЛ с ценой деления 0.1°C и шкалой измерения от 0°C до 55°C (ГОСТ 215-73).

Кроме того в журнале наблюдений были графы касающиеся наименования деликатесной рыбной продукции, цены одного пакета, веса пакета, а также время посещения магазина покупателями – утро, обеденный период, вечернее время, когда покупатели отправляясь домой после рабочего дня по пути посещают магазин.

В результате проведенного хронометрирования было установлено, что рыбный супермаркет фирмы ОАО "Норд-Вест ФК" наиболее активно посещался покупателями в обеденный период и в вечерние часы.

Анализ результатов хронометрирования шкафов-витрин показал, что самая большая частота открывания-закрывания дверей покупателями рыбной продукции не превышала 21 цикла в час, а самая малая величина составляла 1 цикл в час. Все показатели начала и конца открывания шкафов-витрин, а также время посещения супермаркета и выбор деликатесной рыбной продукции носят случайный характер, поэтому при температурных испытаниях и испытаниях на оттаивание шкафов-витрин непосредственно на рыбе очень важно правильно определить частоту открывания дверей покупателями. Для этого нами был выбран способ, применяемый в теории вероятности и математической статистике.

3. Расчет частоты открывания дверей шкафов-витрин на основе теории вероятностей и математической статистики при наличии данных наблюдений

Расчет заданной вероятности превышения частоты открывания-закрывания дверей шкафов-витрин p_v по сравнению с рекомендуемой в ГОСТ 23833 – 95 пункта 8.17 покажем на примере шкафа-витрины № 1. В соответствии с ГОСТом за один час для однодверного шкафа-витрины необходимо провести 9,73 цикла открывания-закрывания двери, тогда на шестидверный шкаф № 1 марки Z86-6 за 1 час должно приходиться $9,73 \times 6 \approx 58,4$ цикла, на четырехдверный шкаф № 2 марки Z86-4 должно $9,73 \times 4 \approx 39$ циклов, на трехдверные шкафы № 3,4 марки Z86-3 приходится $9,73 \times 3 \approx 29,2$ цикла на каждый шкаф-витрину.

Найдем вероятность превышения p_v для шестидверного шкафа № 1. Обозначим рекомендуемые ГОСТом $v = 58,4$ цикла (раза) в 1 час за 100%, тогда частоту открывания - закрывания дверей покупателями рыбопродукции обозначим $X\%$. Пусть это и есть вероятность превышения $p_v = X\%$.

Составим пропорцию: $58,4$ цикла (раза) – 100%

$$\begin{array}{r} v_{\text{покупателей}} \\ \hline 58,4 \end{array} = \frac{100\%}{x} \Rightarrow x = \frac{v_{\text{покупателей}} \times 100\%}{58,4} \quad (3)$$

Например, для записей №1, №2 (таблица № 1) приблизительно за 1 час цикл покупателей $v_{\text{покупателей}} = 2$. Тогда вероятность превышения равна: $x = p_v = p_v \frac{2 \times 100\%}{58,4} \approx 3,42\%$. Для записей №17, №18, №19 (таблица № 1) за 1 час цикл

покупателей $v_{\text{покупателей}} = 3$, вероятность превышения: $x = p_v = p_v \frac{3 \times 100\%}{58,4} \approx 5,14\%$ и т.д.

Расчет вероятности превышения для шкафа-витрины № 1 вносим в таблицу №1. Затем определяем, во сколько раз меньше цикл покупателей $v_{\text{покупателей}}$ открывания-закрывания дверей шкафа-витрины по сравнению с “ГОСТовским” циклом $v_{\text{ГОСТ}} = 58,4$ цикла по формуле: $\frac{v_{\text{ГОСТ}}}{v_{\text{покупателей}}} = \frac{58,4}{v_{\text{покупателей}}} (\text{раз})$. Например, для записей №1,2 :

$\frac{58,4}{2} = 29,2$ (раза меньше), для записей № 17,18,19: $\frac{58,4}{3} = 19,47$ (раза меньше) и т.п. Эти

данные также вносим в таблицу № 1.

Как показывает таблица № 1, частота открывания-закрывания дверей покупателями и при перестановке товара, чистке окон шкафа в единицы, а отдельных случаях даже в десятки раз меньше требуемой по ГОСТу частоты $v = 58,4$ цикла (раза). Вероятность превышения частоты p_v , вычисленная в реальных условиях (на практике-в супермаркете фирмы ОАО “Норд-Вест ФК”), также значительно меньше 100%, соответствующих частоте открывания-закрывания дверей v по ГОСТу. Тем более эта

вероятность никогда не превышает предусмотренную ГОСТом 23833 – 95. Несмотря на такую малую частоту открывания-закрывания дверей температура воздуха стабильно поддерживается пределах - 13°C ÷ -15°C, что соответствует пункту 8.17 ГОСТа 23833 – 95. Это позволяет сделать вывод, что нет необходимости так часто, как предусматривает ГОСТ, открывать двери.

Среднюю частоту открывания-закрывания дверей шкафа-витрины покупателями рассчитываем по формуле:

$$v_{\text{покуп.средн.}} = \frac{v_1 + v_2 + v_3 + \dots + v_{30}}{30} \quad (4)$$

$$v_{\text{покуп.средн.}} = \frac{2+3+4 \times 6+5 \times 2+6 \times 2+7 \times 4+8 \times 4+10 \times 2+11+12 \times 2+13+14 \times 2+16+22}{30} = \frac{245}{30} = 8,17(\text{раз})$$

Таблица № 1 (для шкафа-витрины № 1)

№ пп	Частота открывания-закрывания дверей покупателями, <i>v</i> покупателей	Частота <i>v</i> ГОСТ открывания-закрывания дверей		Вероятность превышения, <i>P_v</i>	
		раз	%	раз меньше	%
1	2	58,4	100	29,2	3,42
2	3	58,4	100	19,47	5,14
3	4	58,4	100	14,6	6,85
4	4	58,4	100	14,6	6,85
5	4	58,4	100	14,6	6,85
6	4	58,4	100	14,6	6,85
7	4	58,4	100	14,6	6,85
8	4	58,4	100	14,6	6,85
9	5	58,4	100	11,68	8,56
10	5	58,4	100	11,68	8,56
11	6	58,4	100	9,73	10,27
12	6	58,4	100	9,73	10,27
13	7	58,4	100	8,34	12
14	7	58,4	100	8,34	12
15	7	58,4	100	8,34	12
16	7	58,4	100	8,34	12
17	8	58,4	100	7,3	13,7
18	8	58,4	100	7,3	13,7
19	8	58,4	100	7,3	13,7
20	8	58,4	100	7,3	13,7
21	10	58,4	100	5,84	17,12
22	10	58,4	100	5,84	17,12
23	11	58,4	100	5,3	18,84
24	12	58,4	100	4,87	20,55
25	12	58,4	100	4,87	20,55
26	13	58,4	100	4,5	22,26
27	14	58,4	100	4,17	24
28	14	58,4	100	4,17	24
29	16	58,4	100	3,65	27,4
30	22	58,4	100	2,65	37,7

4. Заключение

- 1) На основании вероятностных методов решения задач установлено, что оптимальная частота открывания-закрывания дверей шкафов-витрин покупателями при температурных испытаниях и испытаниях на оттаивание непосредственно ν составляет 8,17 раз в час.
- 2) Хронометрирование показало, что очень редко одновременно два покупателя открывают в одном и том же шкафу две двери. За время нашей работы в ноябре-декабре месяце 2007 года таких случаев было три. Так что этот фактор нельзя считать характерным и заслуживающим внимания.
- 3) При длительной перестановке товаров или закладке новой рыбной продукции температура воздуха в шкафах может повысится до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, однако после закрытия дверей шкафов температура воздуха быстро понижается от $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-17\div-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 47 мин.
- 4) Во время оттайки инея на поверхностях охлаждения воздухоохладителей температура воздуха в шкафах-витринах повышается также до $0\div+4\text{ }^{\circ}\text{C}$, но после окончания процесса оттаивания быстро понижается от $0\div+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-17\div-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 5) При больших частотах открывания-закрывания дверей, например 18 циклов в час температура воздуха понижается незначительно на $3\text{ }^{\circ}\text{C}\div5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и поддерживается стабильно в пределах $-13\div-14\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Литература

1. Голубев Б.В., Кобылянский И.Г., Шутов А.В., Долматова Е.В. Новый способ температурных испытаний и испытаний на оттаивание шкафов-витрин в магазинах, кулинарных магазинах, ресторанах, кафе и столовых. // Сб. докл. Международной научно-технической конференции "Наука и образование – 2007". ФГОУ ВПО «МГТУ». Мурманск. 2007.
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. Вестник МГТУ, т.10 № 4, 2007. - С.577-580.
3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов / В.Е. Гмурман. - 10-е изд., стер. - М.: Высш. шк., 2004. - 479 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ КОАЛИЦИОННОЙ ИГРЫ

Колачева Н.В. (г. Тольятти, ТГУ, кафедра «Высшая математика и математическое моделирование», e-mail: slog@tltsu.ru)

Abstract. The author constructed the characteristic function showing value of the greatest guaranteed prize for players, incorporated in a coalition. Property of superadditivity of this function is proved. Value of function for game with the constant sum is determined.

В процессе игры объединение игроков в коалицию с целью получения максимального суммарного выигрыша приводит к наилучшим результатам и с точки зрения каждого игрока. При этом интересно выяснить не только как коалиция добивается своего суммарного выигрыша, но и как он распределен между членами коалиции.

Пусть $N = \{1, \dots, n\}$ – множество всех игроков. Любое непустое подмножество $S \subset N$ является коалицией. Характеристической функцией игры n лиц будем называть вещественную функцию v , определенную на коалициях $S \subset N$, при этом для любых непересекающихся коалиций $T, S (T \subset N, S \subset N)$ выполняется неравенство

$$v(T) + v(S) \leq v(T \cup S).$$

Из супераддитивности v получаем, что для любых непересекающихся коалиций S_1, \dots, S_k

$$\sum_{i=1}^k v(S_i) \leq v(N).$$

Следовательно, не существует такого разбиения множества N на коалиции, чтобы суммарный гарантированный выигрыш этих коалиций превышал максимальный выигрыш всех игроков $v(N)$.

Пусть игроки, составляющие некоторую коалицию $S \subset N$, объединят свои усилия с целью увеличения своего суммарного выигрыша. Установим, какой наибольший выигрыш они могут себе гарантировать. Совместные действия игроков из коалиции S означают, что коалиция S , действуя от имени своих членов как один игрок (обозначим его 1), имеет в качестве множества чистых стратегий всевозможные комбинации стратегий составляющих ее игроков из S , т. е. элементы декартового произведения

$$X_S = \prod_{i \in S} X_i.$$

Общность интересов игроков из S означает, что выигрыш коалиции S (игрока 1) есть сумма выигрышей игроков из S , т.е.

$$H_S(x) = \sum_{i \in S} H_i(x),$$

где $x \in X_N$, $x = (x_1, \dots, x_n)$ – ситуация в чистых стратегиях.

Найдем тот наибольший выигрыш, который игроки из S могут себе гарантировать. В худшем для игрока 1 случае оставшиеся игроки из $N \setminus S$ могут также объединиться в коллективного игрока 2 с множеством стратегий $X_{N \setminus S} = \prod_{i \in N \setminus S} X_i$ и интересом, диаметрально противоположным игроку 1 (выигрыш игрока 2 в ситуации x равен $-H_S(x)$).

Таким образом, вопрос о наибольшем гарантированном выигрыше коалиции S превратился в вопрос о наибольшем гарантированном выигрыше игрока 1 в антагонистической игре $\Gamma_S = (X_S, X_{N \setminus S}, H_S)$. В смешанном расширении $\bar{\Gamma}_S = (\bar{X}_S, \bar{X}_{N \setminus S}, K_S)$ игры Γ_S гарантированный выигрыш $v(S)$ игрока 1 может только увеличиваться по сравнению с игрой Γ_S , поэтому в дальнейшем будем рассматривать смешанное расширение игры Γ_S . В частности, при такой интерпретации $v(S)$ совпадает со значением игры $\bar{\Gamma}_S$ (если оно существует), а $v(N)$ – максимальный суммарный выигрыш игроков. Очевидно, что $v(S)$ зависит в результате только от коалиции S , являясь ее функцией, а также от самой исходной бескоалиционной игры, которая остается одной и той же. Эта функция является характеристической функцией бескоалиционной игры.

Для бескоалиционной игры $\Gamma_S = (N, \{X_i\}_{i \in N}, \{H_i\}_{i \in N})$ построим функцию

$$v(S) = \sup_{\mu_S} \inf_{\nu_{N \setminus S}} K_S(\mu_S, \nu_{N \setminus S}), S \subset N, \quad (1)$$

где $\mu_S \in \bar{X}_S$, $\nu_{N \setminus S} \in \bar{X}_{N \setminus S}$, $\bar{\Gamma}_S = (\bar{X}_S, \bar{X}_{N \setminus S}, K_S)$ – смешанное расширение антагонистической игры Γ_S . Тогда для всех $S, T \subset N$, для которых $S \cap T = \emptyset$,

$$v(S \cup T) \geq v(S) + v(T). \quad (2)$$

Здесь

$$v(S \cup T) = \sup_{\mu_{S \cup T}} \inf_{\nu_{N \setminus (S \cup T)}} \sum_{i \in S \cup T} K_i(\mu_{S \cup T}, \nu_{N \setminus (S \cup T)}),$$

где $\mu_{S \cup T}$ – смешанные стратегии коалиции $S \cup T$, т. е. произвольные вероятностные меры на $X_{S \cup T}$; $\nu_{N \setminus (S \cup T)}$ – вероятностные меры на $X_{N \setminus (S \cup T)}$; K_i – выигрыш игрока i в смешанных стратегиях. Если ограничиться только такими вероятностными мерами на $X_{S \cup T}$, которые являются произведениями независимых распределений μ_S и ν_T на декартовом произведении $X_S \times X_T$, то область изменения переменной, по которой производится максимизация, сузится и супремум уменьшится. Таким образом, имеем

$$v(S \cup T) \geq \sup_{\mu_S} \sup_{\mu_T} \inf_{\nu_{N \setminus (S \cup T)}} \sum_{i \in S \cup T} K_i(\mu_S \times \mu_T, \nu_{N \setminus (S \cup T)}).$$

Отсюда

$$\begin{aligned} v(S \cup T) &\geq \inf_{\nu_{N \setminus (S \cup T)}} \sum_{i \in S \cup T} K_i(\mu_S \times \mu_T, \nu_{N \setminus (S \cup T)}) = \\ &= \inf_{\nu_{N \setminus (S \cup T)}} \left(\sum_{i \in S} K_i(\mu_S \times \mu_T, \nu_{N \setminus (S \cup T)}) + \sum_{i \in T} K_i(\mu_S \times \mu_T, \nu_{N \setminus (S \cup T)}) \right) \end{aligned}$$

Так как сумма инфимумов не превосходит инфимум суммы, имеем

$$v(S \cup T) \geq \inf_{\nu_{N \setminus (S \cup T)}} \sum_{i \in S} K_i(\mu_S \times \mu_T, \nu_{N \setminus (S \cup T)}) + \inf_{\nu_{N \setminus (S \cup T)}} \sum_{i \in T} K_i(\mu_S \times \mu_T, \nu_{N \setminus (S \cup T)}).$$

Минимизация первого слагаемого в правой части неравенства по μ_T , а второго – по μ_S (переименуем ν_T и ν_S) приводит к соотношениям

$$\begin{aligned} v(S \cup T) &\geq \inf_{\nu_T} \inf_{\nu_{N \setminus (S \cup T)}} \sum_{i \in S} K_i(\mu_S \times \nu_T, \nu_{N \setminus (S \cup T)}) + \inf_{\nu_S} \inf_{\nu_{N \setminus (S \cup T)}} \sum_{i \in T} K_i(\nu_S \times \mu_T, \nu_{N \setminus (S \cup T)}) \geq \\ &\geq \inf_{\nu_{N \setminus S}} \sum_{i \in S} K_i(\mu_S, \nu_{N \setminus S}) + \inf_{\nu_{N \setminus T}} \sum_{i \in T} K_i(\mu_T, \nu_{N \setminus T}). \end{aligned}$$

Последнее неравенство справедливо при любых значениях мер μ_S в первом слагаемом и μ_T – во втором. Следовательно, по этим мерам можно перейти к супремумам

$$v(S \cup T) \geq \sup_{\mu_S} \inf_{\nu_{N \setminus S}} \sum_{i \in S} K_i(\mu_S, \nu_{N \setminus S}) + \sup_{\mu_T} \inf_{\nu_{N \setminus T}} \sum_{i \in T} K_i(\mu_T, \nu_{N \setminus T}).$$

Откуда, используя (1), получаем

$$v(S \cup T) \geq v(S) + v(T)$$

и супераддитивность доказана.

Неравенство (2) также справедливо, если функция $v(S)$ строится по правилу

$$v(S) \geq \sup_{X_S} \inf_{X_{N \setminus S}} H_S(x_S, x_{N \setminus S}), S \subset N,$$

где $x_S \in X_S$, $x_{N \setminus S} \in X_{N \setminus S}$, $\Gamma_S = (X_S, X_{N \setminus S}, H_S)$, при этом доказательство дословно повторяет приведенное выше.

Рассмотрим бескоалиционную игру $\Gamma = (N, \{X_i\}_{i \in N}, \{H_i\}_{i \in N})$ с постоянной суммой, когда

$$\sum_{i \in N} H_i(x) = c = const$$

для всех $x \in X_N$, $X_N = \prod_{i \in N} X_i$.

Из определения игры с постоянной суммой получаем, что

$$v(N) = \sum_{i \in N} H_i(x) = \sum_{i \in N} K_i(\mu) = c$$

для всех ситуаций в x чистых и μ – в смешанных стратегиях.

С другой стороны

$$\begin{aligned} v(S) &= \sup_{\mu_S} \inf_{\nu_{N \setminus S}} \sum_{i \in S} K_i(\mu_S, \nu_{N \setminus S}) = \sup_{\mu_S} \inf_{\nu_{N \setminus S}} \left(c - \sum_{i \in N \setminus S} K_i(\mu_S, \nu_{N \setminus S}) \right) = \\ &= c - \inf_{\nu_{N \setminus S}} \sup_{\mu_S} \sum_{i \in N \setminus S} K_i(\mu_S, \nu_{N \setminus S}) = c - v(N \setminus S). \end{aligned}$$

Таким образом, для рассматриваемой игры с постоянной суммой справедливо соотношение

$$v(N) = v(S) + v(N \setminus S), S \subset N.$$

Литература

1. Давыдов Э.Г. Методы и модели теории антагонистических игр. – М.: Изд-во МГУ, 1978.
2. Петросян Л.А. Дифференциальные игры преследования. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1977.

ТОНКОПЛЕНОЧНЫЙ ДАТЧИК ВЛАЖНОСТИ НА ОСНОВЕ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РЕЗОНАТОРА С ВЛАГОЧУВСТВИТЕЛЬНЫМ СЛОЕМ ИЗ ХСП

Корнев К.П. (г. Калининград, РГУ им. И. Канта, кафедра прикладной физики, e-mail: kornev@albertina.ru), **Корнева И.П.** (БГАРФ, кафедра физики)

Abstract. In this paper new piezoresonance sensor based on chalcogenide glassy semiconductor for measurement of humidity in ambient atmosphere is described. The results of the sensor study are given.

Датчики влажности, изготовленные на основе тонких пленок, имеют преимущества перед другими. Во-первых, они отличаются высокой точностью, стабильностью и низкой температурной зависимостью. Во-вторых, такие датчики просты в изготовлении и обладают малыми геометрическими размерами (1).

В лаборатории физики полупроводников Российского государственного университета им. И. Канта был создан первичный преобразователь для пьезорезонансного датчика влажности с халькогенидным стеклообразным полупроводником (ХСП) в качестве влагочувствительного слоя. (2).

Пьезорезонансный преобразователь на основе халькогенидного стекла позволяет уменьшить время установления выходного сигнала и инерционность процесса десорбции. Достигается это тем, что в преобразователе для датчика влажности, содержащем электроды кварцевого резонатора, на поверхность которых нанесен адсорбирующий слой, последний выполнен из халькогенидного стеклообразного полупроводника, а между поверхностью электродов и адсорбирующим слоем нанесен слой алюминия. При этом адсорбирующий слой ХСП представляет собой пленку, наносимую на поверхность электродов путем вакуумного напыления. Выполнение чувствительного слоя преобразователя из халькогенидного стеклообразного полупроводника позволяет существенно повысить скорость процесса, так как в данном случае используется физическая адсорбция, которая происходит без образования соединений и комплексов. Для предотвращения диффузии серебра, из которого сделаны электроды кварцевого резонатора, в слой ХСП между ними напылен тонкий слой алюминия.

Устройство пьезорезонансного преобразователя с ХСП в качестве чувствительного слоя показано на рис. 1.

- 1 – кварцевый резонатор,
- 2 – серебряные электроды,
- 3 – слой алюминия,
- 4 – адсорбирующая пленка из халькогенидного стеклообразного полупроводника.

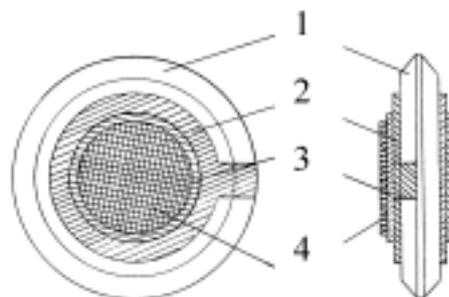


Рис. 1. Пьезорезонансный преобразователь для датчика

Поверхность чувствительного слоя из ХСП адсорбирует влагу из окружающей среды, при этом меняется масса резонатора. Вследствие этого изменяется резонансная частота первичного преобразователя. Чем больше относительная влажность, тем

больше масса адсорбированной воды и тем больше изменение резонансной частоты. Так как осаждение влаги на поверхности ХСП происходит в основном за счет физической адсорбции, без образования соединений и комплексов, то скорость адсорбции и десорбции влаги на поверхности ХСП существенно больше, чем при использовании других влагочувствительных слоев.

Для градуировки датчик помещался во влажную среду и снималась зависимость разностной частоты ΔF от относительной влажности ϕ (рис.2). Для этого наблюдалось поведение датчика в закрытом сосуде над насыщенными растворами солей или над дистиллированной водой в течение полутора часов. Разностная частота ΔF измерялась в течение 10 секунд с интервалом 1 минута на начальном участке и с интервалом 5 минут в области выхода сигнала на стационарное значение. Выбор времени измерения определяется временем установления термодинамического равновесия, то есть постоянной влажности при заданной температуре. Результаты измерения величины сигнала от времени иллюстрируются рис. 3, где показан процесс установления сигнала при относительной влажности 100%. Из графика также видно, что случайный разброс измеряемого сигнала невелик. Расчеты показывают, что величина случайного разброса в этих измерениях составляет 1,5% на начальном участке и не более 0,5% в области стационарного сигнала ($t > 15$ мин).

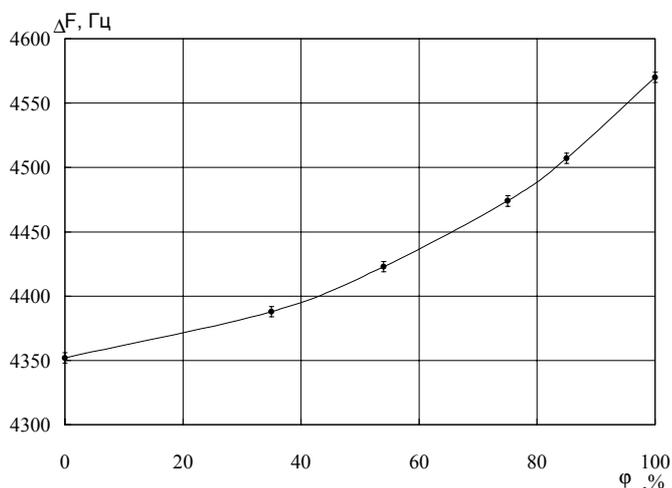


Рис. 2. Функциональная характеристика пьезорезонансного датчика влажности, полученная непосредственно после его изготовления.

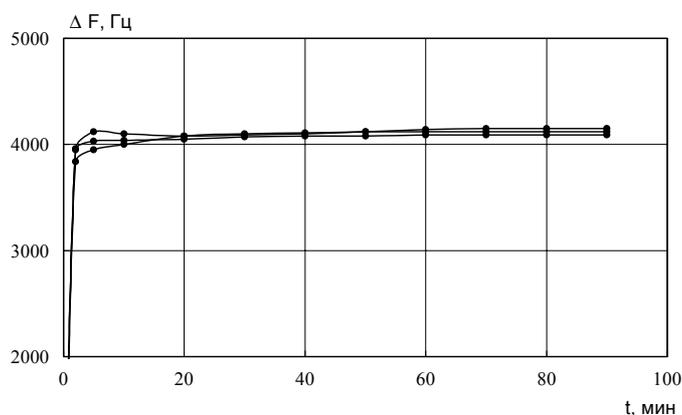


Рис. 3. Временная зависимость сигнала датчиков влажности при относительной влажности 100%.

Для определения скорости реагирования датчика на изменение влажности были проведены измерения, в которых датчик извлекался из объема с относительной влажностью 100% в атмосферу с относительной влажностью 75%. Эти измерения показывают, что установление стационарных значений сигнала в этом случае происходит за 30 с (рис.4). Таким образом, длительность измерений в 1,5 часа определяется временем установления термодинамического равновесия, а не инерционностью самого датчика.

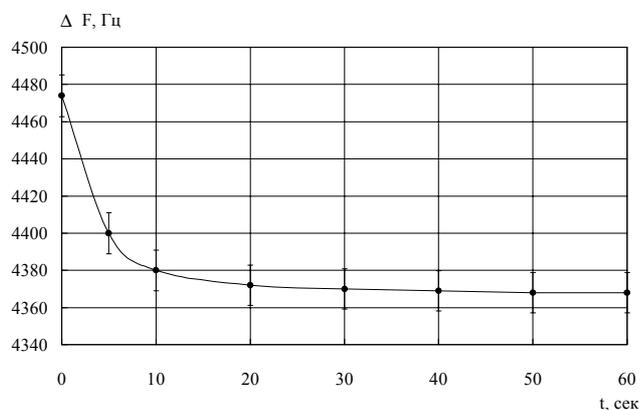


Рис. 4. Зависимость сигнала пьезорезонансного датчика от времени при резком изменении влажности.

Как показали измерения, кроме кратковременных случайных флуктуаций происходит дрейф величины сигнала во времени. На рис.5 кривые 1 и 2 измерены через 2 суток. Из данных измерений следует, что величина дрейфа равна 0,9% или менее 0,5% в сутки, но при этом дрейф происходит не в одном направлении. Для доказательства этого было исследовано изменение сигнала с датчика, которое произошло за период со времени его изготовления по настоящее время. В измерениях, проведенных непосредственно после изготовления, было получено, что разностная частота при относительной влажности 100% была равна $\Delta F_1 = 4580$ Гц. Для наших измерений, в этих же условиях было получено, что $\Delta F_2 = 4190$ Гц. Таким образом, изменение показаний датчика за прошедшие четыре года составило 8,5%. Это означает, что долговременный дрейф параметров пьезорезонансного датчика на основе ХСП составляет чуть более 2% в год.

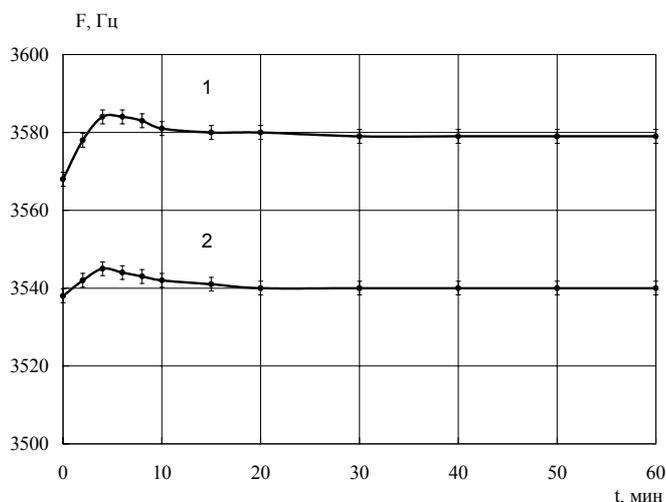


Рис. 5 Временной дрейф сигнала пьезорезонансного датчика. Кривая 2 снята через двое суток после кривой 1.

Непосредственно после изготовления датчика было получено, что при незначительном изменении температуры ($\pm 2^\circ\text{C}$) разброс показаний составляет $\approx 3\%$. В результате исследований, проведенных для того же датчика в настоящее время, показано, что при разности температур $\Delta t = 7^\circ\text{C}$ изменения показаний составляют $0,6\%$ (рис.6). На основании этого можно сделать вывод, что в процессе эксплуатации, с течением времени параметры датчика улучшились.

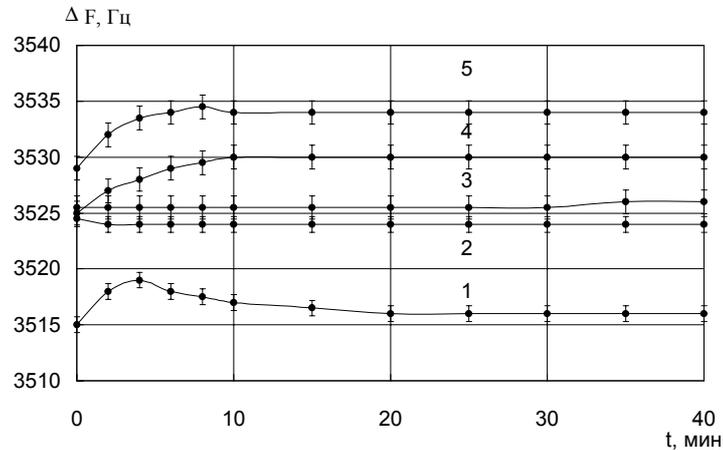


Рис. 6. Временные зависимости сигнала пьезорезонансного датчика при относительной влажности 35% для различных температур:
 1 - 22°C ; 2 - 26°C ; 3 - 27°C ; 4 - 28°C ; 5 - 29°C .

Литература

1. Малов В.В. Пьезорезонансные датчики. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 272 с.
2. Корнев К.П., Корнева И.П. Пьезорезонансный преобразователь для датчика влажности. Патент № 51424 Россия, МПК G 01 N 27/02. – 2005112626/22; заявлено 26.04.2005, опубл. 10.02.2006. Бюлл. 4. Приоритет 26.04.2005 (Россия).

РЕДУКЦИЯ ДВУХТОЧЕЧНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ К ЗАДАЧАМ КОШИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МАТРИЧНЫХ ОПЕРАТОРОВ

Корнюшин Ю.П., Мельников Д.В., Корнюшин П.Ю. (Калуга, Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, каф. «Системы автоматического управления», e-mail: sau@bmstu-kaluga.ru)

Abstract. The approach is considered, allowing reducing point-to-point regional tasks to Koshi's tasks. The method of matrix operators is used. The approach is used for the decision of tasks of optimum control.

Введение

Вариационное исчисление, динамическое программирование, принцип максимума Понтрягина, позволяющие решать основные задачи оптимального управления, сводят их к двухточечным краевым задачам для дифференциальных уравнений. В вычислительной математике (1,2) разработаны два основных подхода к решению данного класса задач. Первый из них основан на методах дифференциальной и ортогональной прогонки, методах аппроксимации дифференциальных операторов разностными операторами. При данном подходе решения задачи представляются в виде сеточных (табличных) функций. Последнее затрудняет описание алгоритма функционирования оптимальных регуляторов в аналитическом виде и их последующую реализацию с использованием средств вычислительной техники. Второй – на аппроксимации искомых решений дифференциальных уравнений обобщенными полиномами (отрезками рядов по некоторой системе линейно независимых функций). К нему можно отнести методы моментов, Галеркина, наименьших квадратов, Рунге. Методы позволяют хотя и приближенно, но находить решения дифференциальных уравнений в аналитическом виде. Это обстоятельство является привлекательным в задачах синтеза оптимального управления.

Предлагаемый подход к решению рассматриваемых задач в определенном смысле близок к методу Галеркина, использует теорию матричных операторов и учитывает специфику именно данного класса краевых задач. Их особенностью является то, что для части дифференциальных уравнений заданы только начальные условия, для другой части – только конечные условия.

Рассматриваемый подход позволяет решать двухточечные краевые задачи, как в линейной, так и в нелинейной постановках. В последнем случае целесообразно использовать линеаризацию Ньютона – Канторовича, редуцирующую нелинейные дифференциальные уравнения к последовательности линейных уравнений с переменными коэффициентами, решение которых осуществляется также с использованием метода матричных операторов.

Постановка задачи

Пусть задана следующая система дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \dot{\mathbf{X}}(t) + \mathbf{A}(t)\mathbf{X}(t) = \mathbf{F}(t), \\ \mathbf{\Lambda}(t) = \mathbf{Q}(t) \cdot (\mathbf{X}(t) - \mathbf{X}_\ominus(t)) - (\mathbf{A}(t))^T \mathbf{\Lambda}(t), \quad t \in [t_0, T], \end{cases} \quad (1)$$

где $\mathbf{X}(t)$, $\mathbf{X}_\ominus(t)$, $\mathbf{F}(t)$, $\mathbf{\Lambda}(t) \in \mathbf{R}^n$, $\mathbf{A}(t) = \{a_{ij}\}_{i,j=1}^n$, $\mathbf{Q}(t) = \{q_{ij}\}_{i,j=1}^n$, $\mathbf{X}_\ominus(t)$, $\mathbf{F}(t)$ - известные матрицы и вектора.

Полагаем, что к системе (1) присоединены граничные условия вида

$$\begin{cases} \mathbf{X}(t_0) = \mathbf{X}_0, \\ \mathbf{\Lambda}(T) = \mathbf{\Lambda}_T. \end{cases} \quad (2)$$

Требуется найти решение системы дифференциальных уравнений, удовлетворяющее граничным условиям (2).

Именно к системе дифференциальных уравнений подобного вида приводятся необходимые условия оптимальности в задаче синтеза линейного квадратичного регулятора.

Решение краевой задачи с использованием метода матричных операторов

Представим вектора $\mathbf{X}(t)$, $\mathbf{X}_\ominus(t)$, $\mathbf{\Lambda}(t)$, $\mathbf{F}(t)$ в виде конечномерного разложения в заданном ортонормированном базисе $\mathbf{\Phi} = \{\varphi_i(t) : i = \overline{1, N}, t \in [t_0, T]\}$

$$\begin{aligned} \mathbf{X}(t) &= \mathbf{F}\mathbf{T}_n(t) \cdot \hat{\mathbf{C}}^{\mathbf{X}}, & \mathbf{X}_\ominus(t) &= \mathbf{F}\mathbf{T}_n(t) \cdot \hat{\mathbf{C}}^{\mathbf{X}_\ominus}, \\ \mathbf{\Lambda}(t) &= \mathbf{F}\mathbf{T}_n(t) \cdot \hat{\mathbf{C}}^{\mathbf{\Lambda}}, & \mathbf{F}(t) &= \mathbf{F}\mathbf{T}_n(t) \cdot \hat{\mathbf{C}}^{\mathbf{F}}, \end{aligned} \quad (3)$$

где $\mathbf{F}\mathbf{T}_n(t)$, - клеточная матрица, построенные на основе элементов ортонормированного базиса $\mathbf{\Phi}$, матрицы $\hat{\mathbf{C}}^{\mathbf{\Lambda}}$, $\hat{\mathbf{C}}^{\mathbf{X}}$, $\hat{\mathbf{C}}^{\mathbf{X}_\ominus}$, $\hat{\mathbf{C}}^{\mathbf{F}}$ - спектральные характеристики соответствующих функций (3).

Если проинтегрировать уравнения системы (1) и перейти к интегральным уравнениям Фредгольма 2 -го рода, то можно получить соответствующую им следующую форму описания относительно спектральных характеристик

$$\begin{cases} \hat{\mathbf{C}}^{\mathbf{X}} - \hat{\mathbf{C}}^{\mathbf{X}_0} + \mathbf{K}^{\mathbf{A}} \hat{\mathbf{C}}^{\mathbf{X}} = \hat{\mathbf{C}}^{\mathbf{F}}, \\ \hat{\mathbf{C}}^{\mathbf{\Lambda}} - \hat{\mathbf{C}}^{\mathbf{\Lambda}_0} = \mathbf{K}^{\mathbf{Q}} (\hat{\mathbf{C}}^{\mathbf{X}} - \hat{\mathbf{C}}^{\mathbf{X}_\ominus}) + \mathbf{K}^{\mathbf{A}^T} \hat{\mathbf{C}}^{\mathbf{\Lambda}}, \end{cases} \quad (4)$$

где $\mathbf{K}^{\mathbf{A}}$, $\mathbf{K}^{\mathbf{A}^T}$, $\mathbf{K}^{\mathbf{Q}}$ - спектральные характеристики ядер $\mathbf{K}_A(t, \tau)$, $\mathbf{K}_{A^T}(t, \tau)$, $\mathbf{K}_Q(t, \tau)$ интегрального уравнения Фредгольма. Ядра имеют вид

$$\mathbf{K}_A(t, \tau) = 1(t-\tau) \mathbf{A}(\tau), \quad \mathbf{K}_{A^T}(t, \tau) = 1(t-\tau) \mathbf{A}(\tau)^T, \quad \mathbf{K}_Q(t, \tau) = 1(t-\tau) \mathbf{Q}(\tau).$$

Соответствующие им спектральные характеристики определяются через следующие клеточные матрицы

$$\mathbf{K}^{\mathbf{A}} = \{\tilde{\mathbf{A}}_{ij}^x\}_{i,j=1}^n, \quad \mathbf{K}^{\mathbf{A}^T} = \{\tilde{\mathbf{A}}_{ji}^x\}_{i,j=1}^n, \quad \mathbf{K}^{\mathbf{Q}} = \{\mathbf{Q}_{ij}\}_{i,j=1}^n,$$

где

$$\tilde{\mathbf{A}}_{ij}^x = \{a_{ps}^{ij}\}_{h,s=1}^N, \quad \mathbf{Q}_{ij} = \{q_{ps}^{ij}\}_{h,s=1}^N.$$

Элементы матриц $\tilde{\mathbf{A}}_{ij}^x$, \mathbf{Q}_{ij} определяют по формулам:

$$a_{sp}^{ij} = \int_{t_0}^T \int_{t_0}^T K_{ij}^X(t, \tau) \varphi_s(t) \varphi_p(\tau) d\tau dt, \quad q_{sp}^{ij} = \int_{t_0}^T \int_{t_0}^T \mathbf{K}_Q(t, \tau) \varphi_s(t) \varphi_p(\tau) d\tau dt.$$

Из системы (4) следует, что

$$\begin{cases} \hat{C}^X = (\mathbf{I} + \mathbf{K}^A)^{-1} \hat{C}^F + (\mathbf{I} + \mathbf{K}^A)^{-1} \hat{C}^{X_0}, \\ \hat{C}^\Lambda = (\mathbf{I} - \mathbf{K}^{A^T})^{-1} \mathbf{K}^Q (\hat{C}^X - \hat{C}^{X_3}) + (\mathbf{I} - \mathbf{K}^{A^T})^{-1} \hat{C}^{\Lambda_0}. \end{cases} \quad (5)$$

Вводя обозначения,

$$\mathbf{A} = (\mathbf{I} + \mathbf{K}^A)^{-1}, \quad \mathbf{G} = (\mathbf{I} - \mathbf{K}^{A^T})^{-1} \mathbf{K}^Q, \quad \mathbf{L}_T = (\mathbf{I} - \mathbf{K}^{A^T})^{-1},$$

выражения (5) можно записать в виде

$$\begin{cases} \hat{C}^X = \mathbf{A} \hat{C}^F + \mathbf{A} \hat{C}^{X_0}, \\ \hat{C}^\Lambda = \mathbf{G} \hat{C}^X - \mathbf{G} \hat{C}^{X_3} + \mathbf{L}_T \hat{C}^{\Lambda_0}. \end{cases} \quad (6)$$

Каждое из уравнений системы (6) можно сделать автономным. Для этого достаточно подставить \hat{C}^X из первого уравнения во второе. В результате имеем

$$\begin{cases} \hat{C}^X = \mathbf{A} \hat{C}^F + \mathbf{A} \hat{C}^{X_0}, \\ \hat{C}^\Lambda = \mathbf{G} (\mathbf{A} \hat{C}^F + \mathbf{A} \hat{C}^{X_0}) - \mathbf{G} \hat{C}^{X_3} + \mathbf{L}_T \hat{C}^{\Lambda_0}, \end{cases}$$

или

$$\begin{cases} \hat{C}^X = \mathbf{A} \hat{C}^F + \mathbf{A} \hat{C}^{X_0}, \\ \hat{C}^\Lambda = \mathbf{G} \cdot \mathbf{A} \hat{C}^F + \mathbf{G} \cdot \mathbf{A} \hat{C}^{X_0} - \mathbf{G} \hat{C}^{X_3} + \mathbf{L}_T \hat{C}^{\Lambda_0}. \end{cases} \quad (7)$$

Для второго уравнения исходной системы (1) заданы только конечные условия, определенные для аргумента $t = T$, то есть $\Lambda(T) = \Lambda_T$. Используя второе уравнение, системы (7), начальные условия для второго уравнения системы (1) можно выразить через начальные условия для первого уравнения системы (1) и конечные условия для второго уравнения этой же системы. Для этого выполним переход во временную область для второго уравнения системы (7), в результате будем иметь

$$\begin{aligned} \Lambda(t) = & \int_{t_0}^T \mathbf{G} \mathbf{A}(t, \tau) \mathbf{F}(\tau) d\tau - \int_{t_0}^T \mathbf{G}(t, \tau) \mathbf{X}_3(\tau) d\tau + \\ & + \int_{t_0}^T \mathbf{G} \mathbf{A}(t, \tau) d\tau \cdot \mathbf{X}(t_0) + \int_{t_0}^T \mathbf{L}_T(t, \tau) d\tau \cdot \Lambda(t_0), \end{aligned} \quad (8)$$

где

$$\begin{aligned} \mathbf{G} \mathbf{A}(t, \tau) = & \int_{t_0}^T \mathbf{F} \mathbf{T}_n(t) (\mathbf{G} \cdot \mathbf{A}) \mathbf{F}_n^{\square}(\tau) d\tau, \quad \mathbf{G}(t, \tau) = \int_{t_0}^T \mathbf{F} \mathbf{T}_n(t) \mathbf{G} \mathbf{F}_n^{\square}(\tau) d\tau, \\ \mathbf{L}_T(t, \tau) = & \int_{t_0}^T \mathbf{F} \mathbf{T}_n(t) \mathbf{L}_T \mathbf{F}_n^{\square}(\tau) d\tau. \end{aligned}$$

При значении $t = T$, выражение (8) имеет вид:

$$\begin{aligned} \Lambda(T) = & \int_{t_0}^T \mathbf{G} \mathbf{A}(T, \tau) \mathbf{F}(\tau) d\tau - \int_{t_0}^T \mathbf{G}(T, \tau) \mathbf{X}_3(\tau) d\tau + \\ & + \int_{t_0}^T \mathbf{G} \mathbf{A}(T, \tau) d\tau \cdot \mathbf{X}(t_0) + \int_{t_0}^T \mathbf{L}_T(T, \tau) d\tau \cdot \Lambda(t_0). \end{aligned}$$

Или

$$\Lambda(T) = \int_{t_0}^T \mathbf{GA}(T, \tau) \mathbf{F}(\tau) d\tau - \int_{t_0}^T \mathbf{G}(T, \tau) \mathbf{X}_{\mathcal{D}}(\tau) d\tau + \mathbf{GA}(T, t_0) \cdot \mathbf{X}(t_0) + \mathbf{L}_T(T, t_0) \cdot \Lambda(t_0), \quad (9)$$

где

$$\mathbf{GA}(T, t_0) = \int_{t_0}^T \mathbf{GA}(T, \tau) d\tau, \quad \mathbf{L}_T(T, t_0) = \int_{t_0}^T \mathbf{L}_T(T, \tau) d\tau.$$

Как видим выражение (9) в явной форме определяет конечное условие для второго уравнения системы (1) $\Lambda(T) = \Lambda_T$ через начальные условия $\mathbf{X}(t_0)$ и $\Lambda(t_0)$. Из данного выражения можно в явном виде выразить $\Lambda(t_0)$ через остальные, заранее определенные элементы, а именно $\Lambda(T) = \Lambda_T$ и $\mathbf{X}(t_0)$

$$\Lambda(t_0) = \mathbf{L}_T(T, t_0)^{-1} \left(\Lambda(T) - \int_{t_0}^T \mathbf{GA}(T, \tau) \mathbf{F}(\tau) d\tau + \int_{t_0}^T \mathbf{G}(T, \tau) \mathbf{X}_{\mathcal{D}}(\tau) d\tau - \mathbf{GA}(T, t_0) \cdot \mathbf{X}(t_0) \right). \quad (10)$$

Таким образом, редукция двухточечной краевой задачи к задаче Коши выполнена. Систему уравнений (1) необходимо решать как задачу Коши (численным методом, используя методы теории матричных операторов или любым другим методом) с начальными условиями, определенными первым равенством системы (2) и условием (9).

Пример. Задана следующая система дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \dot{\mathbf{X}}(t) + \mathbf{A}(t) \mathbf{X}(t) = \mathbf{F}(t), \\ \Lambda(t) = \mathbf{Q}(t) \cdot (\mathbf{X}(t) - \mathbf{X}_{\mathcal{D}}(t)) - (\mathbf{A}(t))^T \Lambda(t), \end{cases} \quad t \in [0, T], \quad (11)$$

где $\mathbf{X}_{\mathcal{D}}(t) = [0 \ 0]^T$, $\mathbf{A}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -a_0 & -a_1 \end{bmatrix}$, $\mathbf{Q}(t) = \begin{bmatrix} q_1 & 0 \\ 0 & q_2 \end{bmatrix}$,

$$a_0=1, \quad a_1=1, \quad q_1=10, \quad q_2=1, \quad T=10,$$

граничные условия имеют вид

$$\begin{cases} \mathbf{X}(0) = [0 \ 0]^T, \\ \Lambda(T) = [10 \ -10]^T. \end{cases} \quad (12)$$

Требуется найти решение системы дифференциальных уравнений (11), удовлетворяющее граничным условиям (12).

В качестве ортонормированного базиса используем функции Уолша (размерность базиса $N=128$). Выполняя вышеописанные действия, получаем следующие значения начальных условий для второго уравнения системы (11): $\Lambda(0) = [-2,109 \ 0,617]^T$

На рис. 1., 2. приведены графики изменения элементов вектора $\Lambda(t)$. Прямые линии параллельные оси абсцисс определяют конечное значение элементов данного вектора. На рис. 3., 4. графики изменения элементов вектора $\mathbf{X}(t)$.

Как видно из графиков, предложенный метод позволяет решить поставленную задачу. Ошибка в определении начальных условий связана с конечномерностью представления векторов $X(t)$ и $\Lambda(t)$ (см. рис.2.).

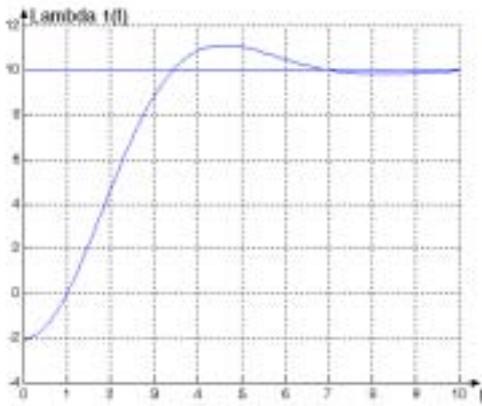


Рис. 1

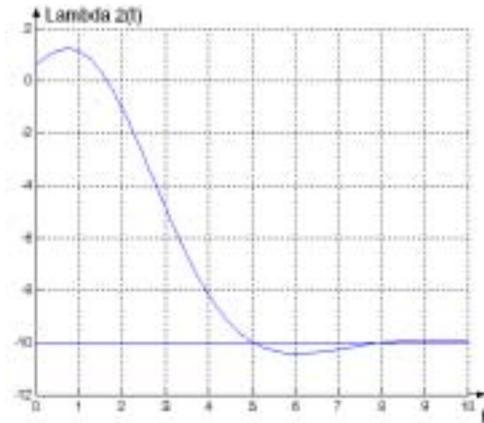


Рис. 2

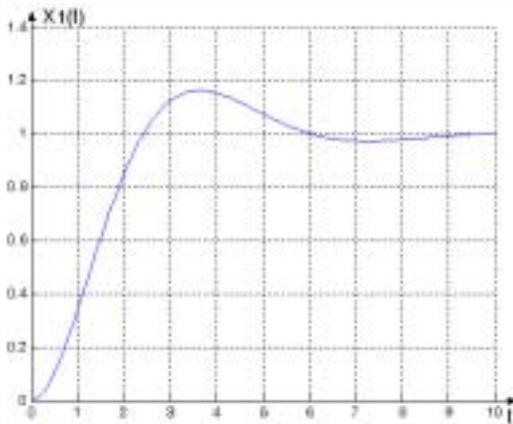


Рис. 3

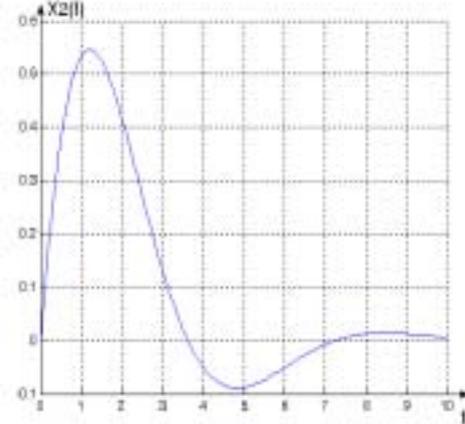


Рис. 4

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калужской области (грант № 07-01-96414)

Литература

1. Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков Численные методы – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 636 с., илл.
2. В.И. Крылов, В.В. Бобров, П.И. Монастырский Вычислительные методы, том II. — М.: Изд-во «Наука», 1987.
3. Методы классической и современной теории автоматического управления: Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова Учебник в 5-и тт.; 2-е изд., перераб и доп. Т.4: Теория оптимизации систем автоматического управления. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ MATHCAD

Лебедева Е.В. (г. Липецк, Институт развития образования, кафедра естественно-математических дисциплин, e-mail: Lebedeva77744@yandex.ru)

Abstract. Profilization of compulsory school is directed to ensuring of continuity between universal and professional education. The programme of elective (addition) course for older school on the basic of simulation in the system of computer mathematics Mathcad is represented in this article. This course introduces pupils to modern programme means of visualization facts and decisions of many applied tasks.

В последнее время стал широко использоваться термин «компьютерная математика» как совокупности как теоретических, методических, программных и аппаратных средств, позволяющих производить все математические вычисления с высокой степенью точности широкими возможностями визуализации данных. Например, интегрированные системы для автоматизации математических расчетов класса Mathcad, разработанные фирмой MathSoft (США) еще в середине 80-х годов. Пакет Mathcad является одним из наиболее популярных математических программных средств, предназначенных для решения многих прикладных задач, таких как, матричные вычисления, решение дифференциальных уравнений, построение трехмерных графиков и др. Системы класса Mathcad имеют удобный пользовательский интерфейс в виде масштабируемых и перемещаемых окон, клавиш и иных элементов. У этой системы есть и эффективные средства типовой научной графики, они просты в применении и интуитивно понятны. Системы Mathcad ориентированы на массового пользователя — от ученика средней школы до академика.

Профилизация старшей школы направлена не только на углубление знаний по учебным предметам, но и на обеспечение преемственности между общим и профессиональным образованием. В связи с этим, целесообразно в систему профильного обучения внедрять элективные курсы* особого содержания. Они направлены не только «надстройкой» к изучению профильного курса математики, но и расширяют представления о возможностях информационных технологий в обучении и знакомят учащихся со спецификой типичных видов деятельности, которые применяются в наиболее востребованных профессиях данного профиля. Предлагаемая программа элективного курса «Компьютерное моделирование математических задач с использованием системы компьютерной математики Mathcad» базируется на материале, изучаемом на профильном уровне, и ориентирована на учащихся X-XI классов.

Цели курса: расширение представления о возможностях компьютерных технологий в образовательной деятельности; формирование и реализация системного подхода при решении задач; систематизация и углубление математических знаний; совершенствование практических навыков при решении задач, предусмотренных программой курса; знакомство учащихся с современными информационными технологиями в области математики и их практическим применением; развитие

*От лат. «electus»—избранный. Элективные курсы – обязательные для посещения курсы по выбору учащихся, входящие в состав профиля обучения на старшей ступени школы.

навыков самостоятельной работы и исследовательской деятельности в ходе подготовки итоговой работы.

Формы занятий. Оценивание знаний и умений учащихся

Для реализации целей всего курса и целей каждого конкретного занятия предполагается использовать следующие формы занятий: лекции, практикумы по решению задач, групповые практические работы, семинары и др. Все уроки, кроме уроков-лекций, включают в себя самостоятельную работу учащихся. Такая деятельность способствует реализации развивающих целей курса, так как развитие способностей в специальной деятельности возможно лишь при сознательном, активном участии в ней учащихся и использовании приемов саморегуляции.

Элективный курс реализуется в виде теоретических, теоретико-практических и практических занятий. *На теоретических занятиях* вводятся основные понятия по изучаемому разделу, рассматриваются основные методы, закономерности исследования, а также возможности использования изучаемого объекта. *Теоретико-практические занятия* проводятся в течение всего курса и на основе полученных теоретических сведения используются учащимися для определения возможности применения изученного материала. *Практические занятия* рекомендуется проводить в форме практикумов, практических работ, творческих мастерских, дидактических игр и др.

Оценивание знаний и умений учащихся осуществляется на теоретико-практических и практических занятиях в отметочной форме. Учет успеваемости учащихся ведется в форме текущего и итогового контроля, а также по итогам практических работ, выполняемых на занятиях. Важно при этом, информировать учащихся о результатах освоения того или иного материала. По завершении каждой темы учащиеся выполняют индивидуальные лабораторные работы согласно вариантам, распределенным заранее. Изучение курса заканчивается защитой итоговых работ в виде проектов на основе индивидуальной или групповой исследовательской деятельности.

Содержание программа элективного курса

«Использование системы Mathcad при решении математических задач»

1. Вводное занятие. Системы компьютерной математики (1 ч).

История возникновения и создания систем компьютерной математики, их возможности и сферы применения. Обзор и особенности некоторых систем компьютерной математики (Mathcad, Mathematica, Maple, Matlab). Система Mathcad, ее особенности, демонстрация возможностей.

2. Основы работы в системе Mathcad (2 ч).

Запуск системы. Пользовательский интерфейс системы Mathcad. Основные команды главного меню. Панель управления системы. Наборные математические панели инструментов. Входной язык системы Mathcad. Типы данных. Построение математических выражений. Ввод и редактирование формул и текста. Понятие ранжированной переменной. *Лабораторная работа №1. «Создание и форматирование документа Mathcad».*

3. Построение графиков функций в системе Mathcad (2 ч).

Построение графиков функций. Редактирование графиков в декартовой системе координат. Построение нескольких графиков на одной системе координат. Построение и форматирование графиков кривых, заданных в полярных координатах. Построение графиков функций, заданных параметрически. Построение графиков функций двух переменных. Построение графика функции $z = f(x, y)$ в виде поверхности в декартовой системе координат. *Лабораторная работа №2. «Построение графиков функций».*

4. Решение уравнений и их систем (3 ч).

Решение уравнений от одной переменной, систем уравнений, решение неравенств. Решение уравнений и их систем графическим способом. Решение задач на составление математических моделей (в виде уравнения или их систем). *Лабораторная работа №3. «Решение уравнений и их систем».*

5. Матрицы и определители (3 ч).

Понятие матрицы и определителя. Понятие обратной и транспонированной матрицы и их нахождение с помощью Mathcad. Матричные вычисления. Простейшие операции с матрицами. Вычисление определителей. Решение систем линейных однородных и неоднородных уравнений с несколькими переменными различными методами. Метод Крамера. Метод Жордана-Гаусса. Метод обратной матрицы. *Лабораторная работа №4. «Решение систем линейных уравнений с несколькими переменными с использованием Mathcad».*

6. Элементы комбинаторики и статистики (2 ч).

Основные понятия комбинаторики. Вычисление факториала, подсчет числа сочетаний и размещений средствами Mathcad. Статистическая обработка данных, наглядное представление числовой информации, исследование вероятностей и ее нахождение. *Лабораторная работа №5. «Статистический анализ».*

7. Производная (3 ч).

Вычисление предела функции. Вычисление производной функции средствами Mathcad. Построение графика функции и ее производной. Построение касательной и перпендикуляра к данной кривой в заданной точке. Аналитическое задание касательной и перпендикуляра средствами Mathcad. Исследование функции при помощи первой и второй производной. *Лабораторная работа №6. «Исследование функций с помощью производной и построение их графиков»*

8. Защита исследовательских работ (2 ч).

Примерные темы работ в рамках индивидуальной или групповой исследовательской деятельности учащихся:

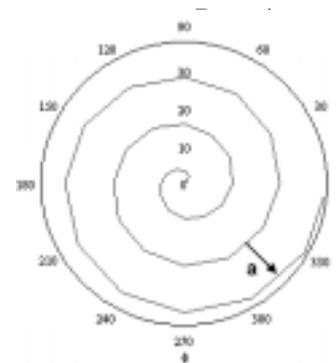
- построение и исследование кривых, заданных в полярной системе координат;
- построение трехмерных геометрических фигур;
- матричные вычисления;
- фракталы;
- построение социальных процессов;

Пример практической работы «Кривые, заданные в полярных координатах».

Прочитайте следующий текст и выполните задания.

а) Спираль Архимеда (рис. 1) имеет вид $\rho = a\varphi$, где a - шаг спирали ($a = const$).

Задание 1: Постройте следующую кривую:
 $\varphi := 0, \frac{\pi}{6} \dots 2\pi$, $\rho(\varphi) = 2\varphi$. Изменяя конечное значение



промежутка изменения φ на $n\pi$, где $n > 2$, наблюдайте за изменением графика данной кривой. Сделайте вывод.

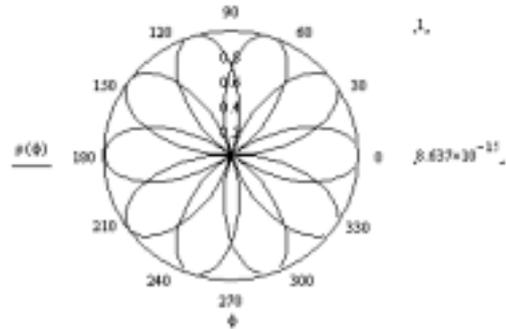
б) Розы. Уравнение кривой, называемой розой, имеет вид $\rho = a \sin r\varphi$. В общем случае роза состоит из равных лепестков симметричных относительно радиуса, каждый из которых равен a .

Правило. Если $|r|$ - целое число, то при r - четном роза состоит из $2r$ лепестков, а при r нечетном – из r лепестков. Если $|r| = \frac{m}{n}$, то роза состоит из m лепестков, если m и n - нечетные; роза состоит из $2m$ лепестков, если хотя бы одно из чисел m и n нечетное. В этом случае лепестки розы перекрываются.

Задание 2: Постройте следующие кривые и проверьте приведенное выше правило:

<p>a)</p> $\phi := -\pi, -0.99 \cdot \pi .. \pi$ $\rho(\phi) := \sin(2\phi)$	<p>б)</p> $\phi := -\pi, -0.99 \cdot \pi .. \pi$ $\rho(\phi) := 10\sin(5\phi)$
<p>в)</p> $\phi := -\pi, -0.99 \cdot \pi .. 2\pi$ $\rho(\phi) := 2\sin\left(\frac{5\phi}{3}\right)$	<p>г)</p> $\phi := -\pi, -0.99\pi .. 5\pi$ $\rho(\phi) := \sin\left(\frac{-5\phi}{2}\right)$

Результат выполнения задания г)



Пример лабораторной работы «Решение систем линейных уравнений с несколькими переменными с использованием Mathcad»

1. Решить систему по формулам Крамера с использованием Mathcad.
2. Решить систему с помощью обратной матрицы с использованием Mathcad.
3. Решить систему с помощью встроенной функции Mathcad $lsolve(A,B)$.
4. Решить систему методом Гаусса с использованием встроенной функции Mathcad $rref(C)$. *Указание.* Для того, чтобы сформировать расширенную матрицу систему, используйте функцию $augment(A,B)$, которая формирует матрицу, добавляя к столбцам матрицы A справа столбец правых частей – матрицу B . Функция $rref(C)$ – приводит матрицу C к ступенчатому виду с единичной матрицей в первых столбцах, т. е. выполняет прямой и обратный ходы гауссова исключения, функция $submatrix(A,ir,jr,ic,jc)$ – выделяет из матрицы A матрицу, состоящую из строк с ir по jr и столбцов с ic по jc .

Результат выполнения задания 4.

$$X1 := augment(A, B) \quad X2 := rref(X1) \quad X3 := submatrix(X2, 0, 3, 4, 4)$$

$$A := \begin{pmatrix} 5 & 1 & 0 & -1 \\ 3 & -3 & 1 & 4 \\ 3 & -2 & 0 & 1 \\ 1 & -4 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} -9 \\ -7 \\ -16 \\ 0 \end{pmatrix} \quad X1 = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 5 & 2 & -4 \\ 1 & 0 & -4 & 1 & -3 \\ 5 & 2 & -3 & 1 & 8 \\ 1 & 4 & 1 & 0 & -1 \end{pmatrix} \quad X2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 3.311 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & -1.033 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -0.18 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -7.033 \end{pmatrix} \quad X3 = \begin{pmatrix} 3.311 \\ -1.033 \\ -0.18 \\ -7.033 \end{pmatrix}$$

Литература и интернет-ресурсы

1. Дьяконов, В.П. Mathcad. Учебный курс / В. П. Дьяконов. — Спб.: Питер, 2001. — 592 с.
2. Кирьянов, Д. В. Самоучитель Mathcad 2001/ Д. В. Кирьянов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 544 с.
3. Клетеник Д. В. Сборник задач по аналитической геометрии: Уч. пособие для втузов / Д. В. Клетеник. – СПб: Профессия, 2005. – 200 с.
4. Попадьяна, С. Ю. Система компьютерной математики в профильном обучении. – М.: Информатика и образование. №5-2007. – С. 71-77.
5. www.exponenta.ru – образовательный математический сайт.

ДВУМЕРНАЯ ДИСКРЕТНАЯ МОДЕЛЬ БОРЬБЫ КОНКУРИРУЮЩИХ ВИДОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ТОРА

Луковкин С.Б. (МГТУ, кафедра А и ВТ, kendato@rambler.ru); Меев А.Н. (МГТУ, студент 5 курса, кафедра ВМ и ПО ЭВМ, AlexeyMeev@yandex.ru)

Abstract. Two-dimensional discrete model of concurrency of competing species on the torus is considered. Concepts of the discrete game "Life" of Conway and the model of the competition of conditional informations of D.S. Chernavskiy are used.

Одна из первых математических моделей конкурентной борьбы двух видов, известная как модель «хищник – жертва», была предложена В.Вольтерра ещё в 1931г., (1). Система нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений с двумя неизвестными, предложенная Вольтерра для описания конкуренции двух видов, позволяет провести качественное исследование задачи. В результате моделирования получаются численные значения представителей конкурирующих видов. Идеи Вольтерра получили своё развитие в многочисленных модельных исследованиях биологов, экологов, физиков и представителей чистой математики.

Важным направлением в моделировании процессов конкурентной борьбы является подход, разработанный Д.С. Чернавским. Он предложил модель системы, способной генерировать информацию и перечислил ряд требований, которым такая система должна удовлетворять. Важным развитием модели Д.С. Чернавского является переход от систем обыкновенных дифференциальных уравнений к системам с распределёнными параметрами. Это позволило наряду с численностью конкурирующих видов исследовать их распределение (концентрацию) на плоскости или в пространстве с помощью следующей модели, (2) :

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} = \left(\frac{1}{\tau_i} \right) \cdot u_i - \sum_{j \neq i} b_{i,j} \cdot u_i \cdot u_j - a_i \cdot u_i^2 + D_i \cdot \Delta u_i, \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, N. \quad (1)$$

Здесь :

u_i – число элементов i – го типа;

$\left(\frac{1}{\tau_i} \right) \cdot u_i$ – описывает автокаталитическое воспроизводство элементов i – го типа;

τ_i – характерное время воспроизводства (время жизни) элементов u_i ;

$a_i \cdot u_i^2$ – внутривидовая борьба элементов одного типа;

$b_{i,j} \cdot u_i \cdot u_j$ – антагонистическое взаимодействие элементов разного типа;

$D_i \cdot \Delta u_i$ – описывает диффузию (распространение) элементов в пространстве;

D_i – коэффициенты диффузии.

В модели (1) обычно предполагается, что коэффициент $b_{ij} > a_i$, т.е. межвидовая борьба имеет более ожесточённый характер, чем внутривидовая.

Наряду с непрерывными моделями можно рассматривать и дискретные модели конкурентной борьбы различных видов, (3). В основе предлагаемой авторами дискретной модели лежит идея модели под названием «Жизнь», которую придумал в 1970 г. английский математик Дж. Конвей. Эта модель имитирует рост, распад, и различные изменения в популяции живых организмов. Приведём более подробное её описание.

В модели Дж. Конвея рассматривается бесконечная плоская решётка, состоящая из клеток (квадратов). Каждая клетка «X» в дискретный момент времени $t=0,1,2,3 \dots$ может быть либо живой либо мёртвой: $X(t)=1$ («живая», клетка закрашена) или $X(t)=0$ («мёртвая», клетка пустая). У каждой квадратной клетки 8 соседей (с учётом угловых клеток). Приведём описание алгоритма эволюции клеток: 1) в момент времени $t+1$ «мёртвая» клетка оживает, если в момент времени t были «живы» трое из восьми её соседей; 2) живая клетка погибает в момент $t+1$, если в момент времени t клетка имела менее двух или более трёх живых соседних клеток. В противном случае живая клетка продолжает жить.

В начальный момент $t=0$ расстановка клеток задаётся исследователем: это может быть регулярная (закономерная) или случайная расстановка. После этого алгоритм запускается и эволюция клеток отображается на экране компьютера. Обозначим через S_x количество соседей некоторой клетки («живой» или «мёртвой») на заданной решётке.

Тогда алгоритм игры «Жизнь» можно записать в виде таблицы:

Таблица 1.

Тип клетки	$0 \Rightarrow 1$ (клетка оживает)	$1 \Rightarrow 0$ (клетка умирает)
X	Если $S_x = 3$	Если $S_x < 2$ или $S_x > 3$

Условие гибели $S_x < 2$ интерпретируется как гибель клетки от «одиночества», а условие $S_x > 3$ – как гибель от перенаселения (внутривидовая борьба). Условие «оживания» клетки – наличие в точности трёх соседей.

Авторами данной статьи предлагается модель, в которой развиваются идеи, лежащие в основе моделей Конвея и Чернавского. Рассматривается конкурентная борьба трёх видов: X, Y, Z. В качестве «среды обитания» используется поверхность тора: квадрат размером $N \times N$ клеток, у которого отождествляются клетки на противоположных сторонах. Представители видов X, Y, Z отображаются на поверхности тора в виде клеток разного цвета. Незанятые (пустые) клетки имеют белый цвет.

Закон эволюции видов X, Y, Z опишем с помощью следующих правил :

Зададим параметры модели $N_1(x), N_2(x), N_3(x), K_1(y), K_2(y)$. Обозначим S_x, S_y, S_z – количество соседних клеток вида X, Y, Z соответственно.

Пустая («мёртвая») в момент времени t клетка становится в момент $t+1$ клеткой вида X («оживает»), если количество соседних клеток вида X равно $N_1(x)$, т.е. $S_x = N_1(x)$, и количество соседних клеток вида Y не превосходит $K_1(y)$, т.е. $S_y = K_1(y)$;

«Живая» в момент времени t клетка вида X становится пустой («умирает»), если она имеет менее чем $N_2(x)$ или более чем $N_3(x)$ соседних клеток вида X, или число соседей этой клетки вида Y более чем $K_2(y)$;

Аналогичные правила вводятся для клеток вида Y и Z: они описываются с помощью параметров $N_1(y), N_2(y), N_3(y), K_1(z), K_2(z)$ и $N_1(z), N_2(z), N_3(z), K_1(x), K_2(x)$.

Обозначим через S_x – количество «соседей» вида X для текущей клетки; через S_y – количество «соседей» вида Y для текущей клетки; через S_z – количество «соседей» вида Z для текущей клетки.

Тогда описанные выше правила эволюции клеток различного вида можно представить в виде таблицы:

Таблица 2.

Вид клеток	$0 \Rightarrow 1$ (оживает)	$1 \Rightarrow 0$ (умирает)
X	Если : $S_x = N1(x)$ и $S_y < K1(y)$	Если: $S_x < N2(x)$ или $S_x > N3(x)$ или $S_y > K2(y)$
Y	$S_y = N1(y)$ и $S_z < K1(z)$	$S_y < N2(y)$ или $S_y > N3(y)$ или $S_z > K2(z)$
Z	$S_z = N1(z)$ и $S_x < K1(x)$	$S_z < N2(y)$ или $S_z > N3(y)$ или $S_x > K2(x)$

Записанные в таблице правила преобразования клеток в «среде обитания» (на поверхности тора) задают дискретную модель конкурентной борьбы трёх видов. $N1$ – задаёт условие воспроизводства клеток данного вида. Параметры $N2$ и $N3$ характеризуют внутривидовую борьбу, а параметры $K1$ и $K2$ – межвидовую борьбу. Причём, в предлагаемой модели влияние видов друг на друга циклическое: Y влияет на численность X , Z влияет на численность Y , X влияет на численность Z . Такая схема влияния видов друг на друга известна под названием «парадокс вотинга», (4). Легко заметить, что Таблица 1 получается из Таблицы 2, если в последней отсутствуют виды Y и Z , а постоянные $N1(x) = 3$, $N2(x) = 2$, $N3(x) = 3$.

Для осуществления процесса моделирования в соответствии с заданным алгоритмом А. Меевым была написана программа на языке C++. «Средой обитания» является квадрат со сторонами 100×100 клеток, противоположные стороны которого отождествляются - поверхность тора. В качестве начальной использовалась случайная расстановка клеток трёх видов X , Y , Z . Были сделаны попытки получить при выбранных параметрах системы некоторые устойчивые конфигурации распределения видов на поверхности тора, аналогичные аттракторам динамических систем; изучалось влияние параметров на процесс эволюции в условиях конкуренции. Были проведены расчёты, например, для следующих значений параметров системы: 1) симметричный случай: для всех видов $N1 = 3$, $N2 = 2$, $N3 = 5$, $K1 = 2$, $K2 = 4$; 2) несимметричный случай: $N1 = 3$, $N2 = 2$, $N3 = 5$, $K1(y) = 2$, $K2(y) = 3$, $K1(z) = 3$, $K2(z) = 4$, $K1(x) = 2$, $K2(x) = 4$. Результаты моделирования планируется показать на конференции во время презентации доклада.

Литература

1. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование. – М.: Наука, 1976.
2. Д.С. Чернавский. Синергетика и информация. – М.: УРСС, 2004.
3. Князева Е.Н., С.П. Курдюмов. Синергетика: нелинейность времени и ландшафт коэволюции. – М.: КомКнига, 2007.
4. История и синергетика: Математическое моделирование социальной динамики. Отв. ред. С.Ю. Малков, А.В. Коротаев – М.: КомКнига, 2005.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА К РЕЗУЛЬТАТАМ ВЫБОРОВ В ГОСУДАРСТВЕННУЮ ДУМУ

Мартыненко О.В. (*МГТУ, кафедра физики*)

Аннотация. Рассмотрены возможности методов математической статистики для анализа результатов выборов в Государственную Думу РФ 2 декабря 2007 г. Показано, что статистическая обработка результатов позволяет наглядно продемонстрировать региональные различия субъектов Российской Федерации. Предложено использовать публикуемые результаты выборов в качестве учебного материала на занятиях со студентами по мат. статистике.

Введение

Одним из важнейших профессиональных качеств специалистов в области естественных и технических наук является умение интерпретировать результаты экспериментов: определять степень надежности полученных данных, находить в них следы влияния искажающих факторов, отличать случайные погрешности от систематических, обнаруживать взаимосвязи между измеряемыми параметрами и пытаться их объяснить. Но в обычных вузовских учебных планах развитию данных навыков уделяется мало внимания. Одной из причин этого является отсутствие подходящего учебного материала, который бы требовал проявить действительно творческий подход, а не просто выполнить набор шаблонных действий с заранее известным результатом. Именно таким материалом являются результаты выборов органов государственной власти. Объем их предоставляет возможности для применения самых разнообразных методов статистического анализа, а характер данных позволяет увидеть за сухими математическими соотношениями интуитивно понятный смысл. В то же время заведомо известно, что в данных имеются как случайные флуктуации, так и систематические погрешности, вызванные различными "избирательными технологиями", и при этом не существует общепринятых методик обнаружения результатов этих воздействий, то есть работа с такими данными носит характер творческого научного поиска. Столь огромный массив данных является прекрасным иллюстративным материалом для изучения курса математической статистики. Он позволяет не только наглядно продемонстрировать и практически освоить технические приемы применения различных математических методов обработки данных, но и научиться понимать лежащие за ними взаимосвязи процессов и объектов реального мира, описываемых этими данными.

За последние несколько лет в России, как и во всем мире, бурно развивались интернет-технологии. В частности, выполнялась федеральная целевая программа "Электронная Россия". Одним из ее результатов стала прозрачность деятельности Центральной избирательной комиссии. Впервые в российской истории граждане получили мгновенный и полный доступ к результатам выборов в Государственную Думу Российской Федерации, прошедшим 2 декабря 2007 г., вплоть до итогов по каждому избирательному участку.

В данной работе представлены примеры применения некоторых статистических методов к результатам выборов в Думу на примере Мурманской области, Республики Башкортостан и города Москвы, а также общефедеральных данных. Вскрыты особенности результатов выборов в данных регионах, наглядно демонстрирующие региональные различия субъектов Российской Федерации. Обнаружен ряд статистических аномалий, которые могут быть объяснены как результат воздействия "административного ресурса".

Корреляционный анализ

В табл. 1 приведены коэффициенты корреляции, вычисленные для следующих опубликованных ЦИК характеристик общенационального голосования (по объединенным данным избирательных округов):

Значения, по модулю меньше 0.3, заменены на 0 (параметры считаются некоррелирующими) Салатной фоновой заливкой целых ячеек в таблице выделены отрицательные значения, бирюзовым фоном цифр – значения, превышающие по абсолютной величине 0.7 (сильная корреляция)

Табл. 1. Коэффициенты корреляции. Общефедеральные данные

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1.0																
2	.0	1.0															
3	.0	.39	1.0														
4	.38	.0	.37	1.0													
5	.0	.77	.46	.0	1.0												
6	.36	.75	.52	.39	.72	1.0											
7	.47	.35	.0	.36	.0	.43	1.0										
8	.31	.34	.0	.46	.35	.37	.44	1.0									
9	.34	.34	.37	.32	.0	.53	.45	.0	1.0								
10	-.56	-.60	-.48	-.77	-.58	-.70	-.71	-.76	-.53	1.0							
11	.0	.76	.43	.34	.87	.77	.0	.38	.33	-.60	1.0						
12	.0	.0	.36	.0	.0	.39	.0	.0	.0	-.33	.0	1.0					
13	.0	-.33	.0	.0	-.36	.0	.0	.0	.0	.0	-.35	.0	1.0				
14	.0	.53	.43	.0	.61	.62	.0	.0	.0	-.45	.68	.0	.0	1.0			
15	.0	.37	.38	.0	.43	.48	.0	.0	.0	-.35	.49	.0	.0	.87	1.0		
16	-.46	-.55	-.46	-.67	-.55	-.62	-.64	-.70	-.51	.90	-.54	-.32	.0	-.36	.0	1.0	
17	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.0

Характеристика	№ строки/столбца
- количество голосов, отданных за различные партии:	
"Аграрная партия России"	1
"Гражданская Сила"	2
"Демократическая партия России"	3
"Коммунистическая партия Российской Федерации"	4
"Союз правых сил"	5
"Партия социальной справедливости"	6
"Либерально-демократическая партия России"	7
"Справедливая Россия "	8
"Патриоты России"	9
"Единая Россия"	10
"Яблоко"	11
- количество недействительных бюллетеней	12
- количество бюллетеней в переносных ящиках	13
- количество проголосовавших по открепительным талонам	14
- количество выданных открепительных талонов	15
- процент явки	16
- общее количество избирателей, зарегистрированных на участке	17

В данных таблицы прежде всего бросается существенная антикорреляция между показателями "Единой России" и всех остальных партий. Это вполне объяснимо: они делили один "пирог-электорат", и чем большую долю получала одна партия, тем меньше оставалось всем остальным. Причем больше всех от ЕР "пострадали" КПРФ, СР, ЛДПР (все это тоже вполне объяснимо) и, как ни странно, никому не ведомая "Партия социальной справедливости" (набравшая всего 0.22% голосов). Видны также сильные корреляции в голосовании за демократические партии: СПС и "Яблоко" и

"примкнувшие к ним" "спойлер" кремлевского адвоката М. Барщевского "Гражданская Сила" и – опять! – та же безвестная ПСС, лидеров которой трудно отнести к демократам.

Можно также использовать корреляционные методы для оценки успешности "спойлерских" проектов, типа упомянутой "Гражданской Силы". Для этого потребуется привлечь результаты других выборов, где "спойлеры" не участвовали, например, предыдущих, и вычислить корреляцию между результатами "спойлеров" и изменением показателей партий, у которых они должны были отобрать голоса.

Видна слабая антикорреляция показателей "демократов" и количества проголосовавших на дому, что тоже вполне объяснимо – пенсионеры-инвалиды не относятся к их электорату. Но нет корреляции между проголосовавшими на дому и показателями ЕР, что опровергает разговоры о применении технологии "вбросов" через выносные ящики. Не подтверждается и слух о "летучих отрядах" ЕР, которых на автобусах перевозили от одного участка к другому с пачкой открепительных талонов – между количеством проголосовавших по открепительным талонам и результатами ЕР наблюдается слабая антикорреляция. Зато более сильная корреляция с количеством открепительных талонов имеется у демократических партий.

Наибольшая корреляция – 0.9 – отмечается между процентом явки и голосованием за "Единую Россию". Причем даже исключение из рассмотрения как сфальсифицированных данных 13 окружных комиссий (из 153), где ЕР показала результат более 80%, не влияет существенно на корреляцию – коэффициент снижается всего лишь до 0.89. Можно объяснить это либо повсеместными "вбросами", либо тем, что неголосующее "болото" настроено в основном в пользу ЕР.

Форма кривой распределения

На рис. 1 приведены гистограммы распределения результатов ЕР по участкам в Республике Башкортостан и Мурманской области.

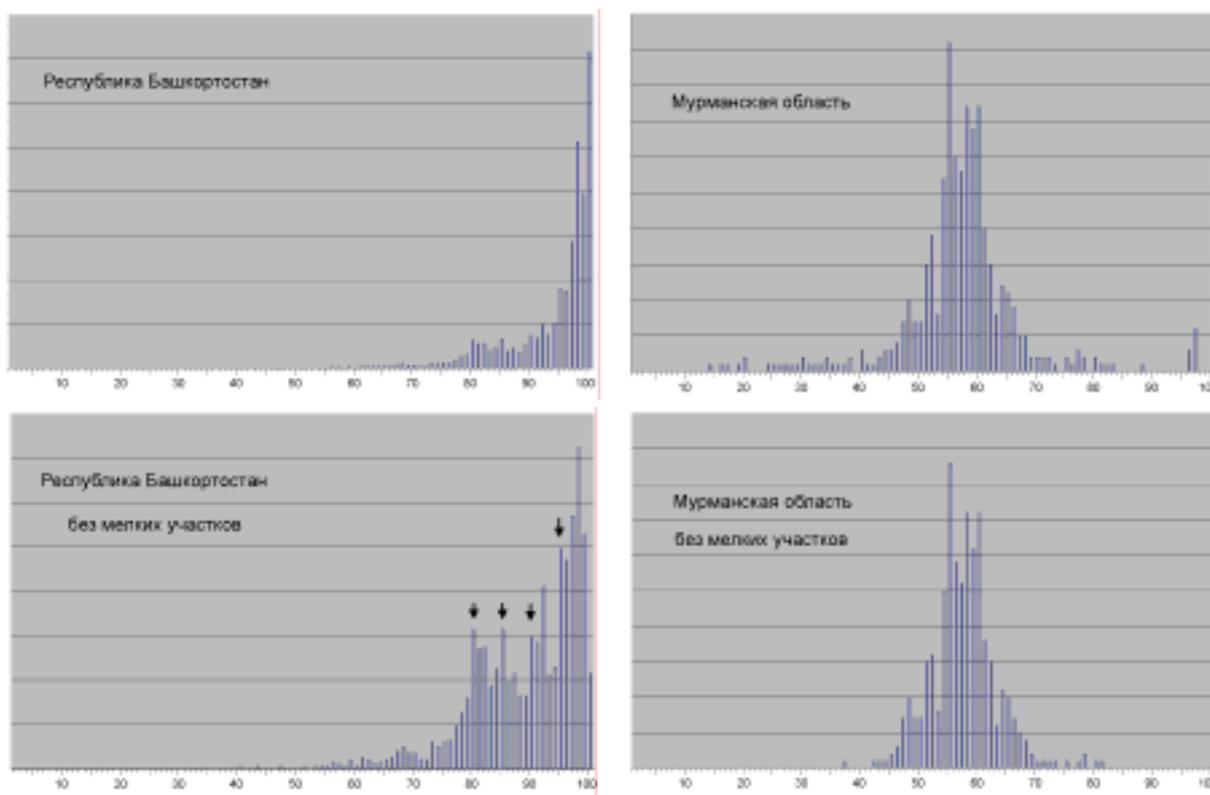


Рис. 1. Распределение результатов голосования за ЕР по избирательным участкам

В Мурманской области форма кривой достаточно обычна. Имеется, правда, всплеск на результате 100%, но нижний график его объясняет: он получен за счет голосования на малочисленных участках, типа кораблей в море, где единодушное голосование достаточно естественно. И к тому же на таких же малых участках имеются и случаи совершенно других голосований, резко отличающихся от средних.

Но в Башкортостане картина совершенно иная. Кривая распределения явно искажена воздействием "административного ресурса", стремящимся загнать ее как можно выше. Видны даже явные всплески на "круглых" значениях – 80%. 85%. 90%, 95% (отмечены стрелками), объяснимые только существованием заранее установленных контрольных цифр, которые обязана была получить участковая избирательная комиссия при подсчете голосов.

Выводы

Таким образом, опубликованные на сайте ЦИК данные о результатах выборов предоставляют богатый материал для статистического исследования и могут быть использованы в учебном процессе при изучении курса математической статистики. Особая ценность этого материала и главное его отличие от обычных учебных заданий заключается в том, что результаты этого исследования заранее неизвестны, и выполнение работы потребует от студента действительного понимания существа используемых методов.

К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕГИОНЕ

Маслобоев А.В. (*г. Анатиты, ИИММ КНЦ РАН, лаборатория «Региональных информационных систем», e-mail: masloboev@iimm.kolasc.net.ru*)

Abstract. In this paper information support of regional innovation development problem is considered. An agent-based approach as a solution is proposed. A formal conceptual model of regional scale virtual business environment for innovations advancing is developed. The development experience and description of distributed multi-agent system for information support of innovations in the region is represented.

В настоящее время общепризнанным и вполне очевидным является факт, что инновации являются критическим элементом развития современных экономических систем, обеспечивающим их конкурентоспособность. Все возрастающее количество и территориальная распределенность субъектов инновационной деятельности обуславливают тот факт, что лишь малая часть потенциально эффективных инновационных проектов воплощается на практике. Особенности инновационных рынков выдвигают новые требования к качеству и оперативности принятия управленческих решений, оказывающих влияние на процесс развития социально-экономических систем. Удовлетворение этим требованиям невозможно без адекватного информационного обеспечения инновационных процессов в этих системах.

Проблематика информационной поддержки инноваций

Информационная поддержка инноваций является сложной и очень динамичной задачей со многими параметрами. Поэтому проблема информационного обеспечения инновационной деятельности является актуальной и требует разработки принципиально новых подходов для ее решения, базирующихся на применении передовых информационных технологий и математического моделирования. (1).

Разнородность и территориальная распределенность участвующих в инновационном процессе субъектов, вкупе с динамичностью их состава и параметров, создает предпосылки для того, чтобы информационная среда развития инноваций была открытой и децентрализованной. В такой ситуации, в общем случае, уже не всегда применимы архитектуры и технологии корпоративных информационных систем, ориентированные на централизованное администрирование, хранение и обработку данных. Альтернативой им являются одноранговые или пиринговые (от англ. peer-to-peer – «равный к равному») архитектуры, которым характерны свойства открытости и расширяемости, а также потенциал самоорганизации (2).

Для повышения эффективности функционирования в децентрализованной информационной среде поддержки инноваций необходимо, с одной стороны, обеспечить качественные высокоскоростные коммуникации, а с другой – организовать адресный информационный обмен, то есть обеспечить получение той или иной информации только заинтересованными в ней субъектами. Это позволит снизить общий объем циркулирующей в распределенной среде информации и, следовательно, уменьшить нагрузку на реализующие ее программно-технические элементы.

Поиск потенциальных бизнес-партнеров для реализации инновационного проекта по существу, заключается в переборе имеющихся инновационных

предложений и выборе среди них подходящих по заданным критериям. Эффективной технологией автоматизации поиска в распределенной информационной среде развития инноваций является технология мобильных программных агентов (3). Однажды инициированные, мобильные агенты обеспечивают для их владельца поиск интересующих его предложений, перемещаясь в распределенной среде от узла к узлу.

Архитектура и логика работы системы информационной поддержки инноваций

Принципы функционирования системы во многом воспроизводит идеи, заложенные в концепцию Semantic Web. Но, в отличие от последней, где изначально подразумевается, что процесс поиска, регистрации, обновления и обработки информации иницируется пользователем-человеком, в разработанной системе инициаторами процессов, аналогичных тем, что имеют место в Semantic Web, будут сами агенты, непосредственно являющиеся представителями своих владельцев. Таким образом, от инновационного субъекта будет требоваться лишь завести себе узел в распределенной виртуальной бизнес-среде, настроить требуемые опции у своего агента и ожидать результаты его деятельности – всю работу по поиску партнеров, предварительному анализу потенциальной эффективности инновационных цепочек делает агент. В процессе работы системы агент коммуницирует с конечным пользователем, предоставляя на рассмотрение результаты собственной работы или запрашивая уточняющую информацию о заявленных пользователем инновационных предложениях в случае изменения структуры или атрибутов инновационного поля (сцены функционирования агентов) или недостаточности информации о предложении. При этом пользователь может выбрать, как это будет происходить: интерактивно в стиле «вопрос-ответ» или в автоматическом режиме.

Логика работы системы и ее функциональная структура описаны с помощью концептуальной модели агентно-ориентированной виртуальной бизнес-среды (КМ ВБС), представляющей собой формализованное описание объектов системы, их связей и атрибутов в виде теоретико-множественных отношений.

КМ ВБС включает в себя следующие множества элементов: объекты (субъекты инновационной деятельности) - S , агенты субъектов - A , бизнес-процессы - P , ресурсы инноваций - R , бизнес-идеи (инновационные предложения) - BI , бизнес-планы (инвестиционные предложения) – BPL , бизнес- (инновационные) структуры – BS (множества взаимосвязанных объектов, задействованных в реализации конкретного бизнес-плана). Инновационные предложения, фигурирующие в системе, разделены на два класса – генерализованные бизнес-идеи и детализированные бизнес-идеи. Такое деление обеспечивает возможность формирования в ВБС виртуальных бизнес-площадок, объединяющих субъектов инноваций, вероятность взаимодействия между которыми высока. Это, в свою очередь, ведет к повышению эффективности взаимодействия между агентами и снижению нагрузки на сеть.

Схема концептуальной модели виртуальной бизнес-среды, имеет вид:

$$E_{ВБС} = \langle S, P, I, A, BS, BI, BPL, R, Atr \rangle.$$

Компоненты системы образуют логически единую виртуальную бизнес-среду. Каждый программный агент представляет в виртуальной среде некоторое бизнес-предложение, зарегистрированное на одном из порталов. Основная задача агента – подыскать для своего владельца потенциальных партнеров по реализации инновационного или инвестиционного предложения – решается путем переговоров между агентами, формирования возможных инновационных структур и выбора из их числа наиболее эффективных. Для уменьшения объемов данных, передаваемых по сети в ходе коммуницирования агентов, в системе используются два вида агентов –

мобильные агенты, способные перемещаться между узлами для реализации локального поиска в пределах того или иного портала, и статичные агенты, представляющие интересы своего владельца на стороне портала, в котором зарегистрировано соответствующее бизнес-предложение. Статичные агенты не проявляют инициативу в поиске бизнес-партнеров и обеспечивают коммуникации с другими статичными или мобильными агентами.

Систему образуют следующие основные функциональные модули:

- Агентное представительство, загружаемое на стороне серверной платформы инновационного портала. Данное представительство, в свою очередь, состоит из частей, реализующих локальное (home) и гостевое (guest) представительства. Первое выполняет функции порождения агентов и обеспечивает выполнение программного кода статичных локальных агентов, а второе – обеспечивает среду выполнения для агентов-гостей, переместившихся с других узлов системы.
- Перемещаемый программный код, реализующий мобильных агентов. Реализация мобильных агентов в виде перемещаемого кода позволяет обеспечить функциональную гибкость системы – произвольно изменять реализации алгоритмов расчета параметров инновационных структур и логики поведения агента, при условии сохранения интерфейса вызовов. Мобильные агенты разработаны с помощью языка сценариев Java Language.
- Сервер онтологий предметной области, обеспечивающий единую терминологическую базу для общесистемных и локальных запросов на поиск объектов и инновационных предложений.
- Транслятор запросов, обеспечивающий формирование поисковых запросов к локальным информационным базам портала на основе поступившего запроса в общесистемных терминах. В ходе трансляции используются онтологии предметных областей, хранящиеся на выделенном сервере онтологий.
- Программные компоненты, реализующие внутреннюю логику функционирования агентов и протоколы межагентных коммуникаций.

Система реализует следующие основные функции:

- поиск потенциальных бизнес-партнеров по значениям атрибутов зарегистрированных на инновационных порталах объектов и предложений;
- формирование инновационных структур в ходе межагентных коммуникаций в рамках виртуальной бизнес-среды;
- трансляция запросов на поиск объектов, сформулированных в общесистемных терминах, в локальные термины портала, являющегося текущим объектом поиска;
- расчет количественных параметров сформированных вариантов инновационных структур и автоматизированный выбор из их числа потенциально наиболее эффективных;
- настройка параметров инновационных предложений и соответствующих им программных агентов в ходе диалога с пользователем;
- Совместное использование инновационно-ориентированных информационных баз данных.

В отличие от существующих систем информационной поддержки инноваций, разработанная система (4) имеет открытую децентрализованную архитектуру, которая обеспечивает асинхронный характер взаимодействия и коммуникации агентов, что дает возможность их работы в условиях разнородных и ненадежных коммуникаций, что весьма актуально для систем регионального масштаба.

В качестве технологии реализации выбрана технология Java RMI. Агенты системы разработаны с помощью языка сценариев Java Language, ориентированного на

реализацию асинхронного процесса взаимодействия и удаленное исполнение приложений.

Заключение

Анализ проблематики информационной поддержки инноваций позволяет говорить о том, что задача эффективного информационного обеспечения региональных инновационных процессов еще не полностью решена. По большому счету, информационная поддержка инноваций сегодня сводится к созданию и поддержанию в более или менее актуальном состоянии специализированных информационных ресурсов соответствующей тематики. При этом повсеместно используются централизованные технологии создания и функционирования информационных систем. При этом информационные ресурсы по-прежнему остаются централизованными, что обуславливает их не всегда достаточную актуальность, высокую избыточность, технологическую и семантическую разнородность. В этой связи представляется актуальной задача создания полностью децентрализованных одноранговых систем информационной поддержки инноваций, позволяющих гибко интегрировать в логически единое целое существующие и вновь появляющиеся информационные ресурсы инновационной тематики.

Современные технологии и прикладные программные системы российских и зарубежных разработчиков, относящиеся к сфере моделирования и автоматизации инновационных процессов позволяют достаточно эффективно решать подобные задачи. В качестве одного из подобных решений можно рассматривать разработанный авторами прототип системы информационной поддержки инновационной деятельности в регионе - мультиагентную систему интеграции распределенных информационных ресурсов инноваций (4).

Работа поддержана грантами РФФИ № 05-07-90050 «Информационные технологии региональных макросистем» и № 05-07-97508 «Создание инструментальной среды для интегрированного распределенного доступа к разнородным семантически связанным источникам данных».

Литература

1. Маслобоев А.В., Путилов В.А. Проблематика информационной поддержки региональных инновационных структур / А.В. Маслобоев, В.А. Путилов // Инновации.– 2007.–№6(104) – С. 73-76.
2. Шишаев М.Г. Архитектура и технологии региональной распределенной системы информационной поддержки инноваций / М.Г. Шишаев // Прикладные проблемы управления макросистемами: Тр. ИСА РАН, том 28. Под ред. Ю.С. Попкова, В.А. Путилова. – М.: Изд-во «КомКнига УРСС», 2006. – С. 250-263.
3. Тарасов, В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. - М.: УРСС, 2002. - 348 с.
4. Маслобоев, А.В., Шишаев М.Г. Мультиагентная система интеграции распределенных информационных ресурсов инноваций / А.В. Маслобоев, М.Г. Шишаев // Программные продукты и системы.– 2007. – №4(92) – С. 30-32.

ПРОЕКЦИОННО-МАТРИЧНЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТУРБИН В УСЛОВИЯХ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

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)

Abstract. In work the synthesis of a regulator of the steam power turbine in conditions of parametrical uncertainty of object will be carried out, namely as uncertain parameters are considered of constant time of a rotor and equivalent charge pair in the turbine. For synthesis the projective - matrix method and statistical approach to systems to uncertainty is used.

Для современной энергетики характерна тенденция всемерного повышения надежности энергетического оборудования в интересах как потребителей, так и производителей энергии. Среди многих факторов, определяющих безотказность и долговечность энергетической турбины, существенное значение имеет степень повреждаемости ее деталей при изменениях режимных параметров в процессе эксплуатации. Система регулирования турбины, контролируя эти изменения, призвана не только гарантировать требуемое качество производимой энергии, но и обеспечивать надежность функционирования самого агрегата. Следовательно, необходимо стремиться к тому, чтобы возможно большее число показателей качества системы регулирования было согласовано как с условиями, выдвигаемые энергосистемой, так и с условиями эксплуатации турбоагрегата. В процессе эксплуатации турбины в силу известных причин меняются параметры настройки системы: коэффициентов усиления, постоянных времени, уровней срабатывания. (1)

К настоящему моменту становится очевидно, что так же как стремление повысить экономичность турбины заставляет учитывать при ее проектировании все более тонкие аэродинамические эффекты, так и необходимость дальнейшего повышения надежности требует учета относительно малых, но длительно действующих флуктуаций параметров турбины. Реакция системы регулирования на постоянно возникающие в течение всего срока службы изменения регулируемых величин приводит к непрерывным изменениям расхода, давления, температуры рабочего тела на входе в турбину и в ее проточной части, а также к изменениям развиваемого крутящего момента, фактического значения частоты вращения ротора, осевого усилия и других характеристик. Эти изменения сказываются на качестве вырабатываемой энергии и несущей способности турбинных деталей. Поэтому такие изменения необходимо учитывать уже на этапе проектирования системы регулирования турбины.

Рассмотрим синтез паровой энергетической турбины ПТ-12/15-35/10М производства Калужского турбинного завода предполагая, что значения некоторых постоянных времени лежат в некотором диапазоне. Структурную схему система регулирования этой турбины работающей на конденсационном режиме можно представить следующим образом (2):

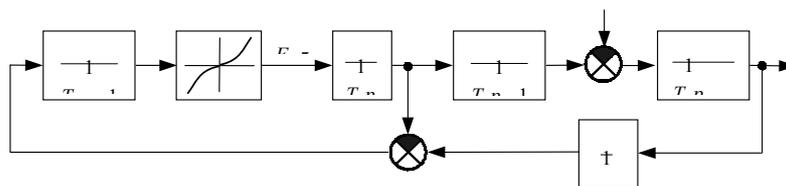


Рисунок 1 – Система регулирования энергетической турбины

На рисунке обозначено: λ – относительное отклонение электрической нагрузки генератора; φ – относительное изменение частоты вращения ротора турбины; ξ – относительное изменение расхода пара в турбине; μ – относительное отклонение поршня сервомотора; z – относительное отклонение поршня золотника; δ – степень неравномерности системы регулирования; $T_z, T_\mu, T_\xi, T_\varphi$ – соответствующие постоянные времени; θ – коэффициент самовыравнивания.

Нелинейный элемент в системе управления вызван конструкцией отсечного золотника – на рабочих кромках средних поршеньков выполнены треугольные зубцы, которые обеспечивают плавный пуск масла в сервомотор при самых малых отклонениях золотника от среднего положения.

$$F(z) = \begin{cases} 0,5z + 0,25 \frac{z^2}{\Delta z_0} \text{sign}z, & \text{и } \delta \text{è } |z| \leq \Delta z_0 \\ z - 0,25\Delta z_0 \text{sign}z, & \text{и } \delta \text{è } |z| > \Delta z_0 \end{cases},$$

где Δz_0 – относительные высоты треугольного профиля кромок поршня отсечного золотника.

Найдем параметры системы регулирования $\mathbf{p} = \{T_z, T_\mu, \delta\}$ при изменении параметров объекта на 5%, 10%, 15%, от их номинальных значений $T_\xi = 0,12$ с, $T_\varphi = 6$ с при этом положим $\Delta z_0 = 0,3$, $\theta = 0,05$. Таким образом известно, что параметры объекта лежат во множестве Q :

$$\mathbf{T}_\xi = [T_{\xi 1} \quad T_{\xi 2} \quad \dots \quad T_{\xi n}]^T \in Q_{T_\xi}; \quad \mathbf{T}_\varphi = [T_{\varphi 1} \quad T_{\varphi 2} \quad \dots \quad T_{\varphi m}]^T \in Q_{T_\varphi}.$$

Каждый из параметров меняется независимо в своем диапазоне (интервале неопределенности):

$$Q = \{\mathbf{q} \in R^l \mid \mathbf{q}_m \leq \mathbf{q} \leq \mathbf{q}_M\}.$$

Для решения задачи синтеза представим структурную схему системы в операторной форме:

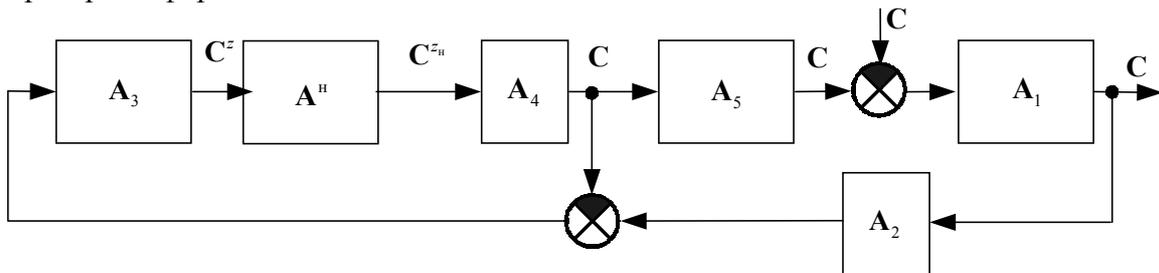


Рисунок 2 – Система регулирования энергетической турбины в операторной форме

Матричные операторы линейных звеньев вычисляются следующим образом: $\mathbf{A}_1 = (T_\varphi \mathbf{I} + \theta \mathbf{A}_\epsilon)^{-1} (1 - \theta) \mathbf{A}_\epsilon$; $\mathbf{A}_2 = \mathbf{I} / \delta$, $\mathbf{A}_3 = (T_z \mathbf{I} + \mathbf{A}_\epsilon)^{-1} \mathbf{A}_\epsilon$; $\mathbf{A}_4 = \mathbf{A}_\epsilon / T_\xi$; $\mathbf{A}_5 = (T_\xi \mathbf{I} + \mathbf{A}_\epsilon)^{-1} \mathbf{A}_\epsilon$, где \mathbf{A}_ϵ – матричный оператор интегрирования. $\tilde{\mathbf{N}}^\varphi$, $\tilde{\mathbf{N}}^\lambda$ – спектральные характеристики выходного сигнала и возмущения соответственно. С помощью структурных преобразований, находим матричный оператор всей системы:

$$\mathbf{A} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}_1 \mathbf{A}_5 \mathbf{A}_4 \mathbf{A}_1 \mathbf{D}_1)^{-1} (-\mathbf{A}_1),$$

где
$$\mathbf{D}_1 = (\mathbf{I} + \mathbf{A}_3 \mathbf{A}_4 \mathbf{A}_i)^{-1} (-\mathbf{A}_3 \mathbf{A}_2), \quad \mathbf{A}^i = \{a_{ij}^i\} = \int_0^T \frac{F(\hat{\mathbf{O}}^T(t) \mathbf{C}^x)}{\hat{\mathbf{O}}^T(t) \mathbf{C}^x} \varphi_i(t) \varphi_j(t) dt,$$

$\hat{\mathbf{O}}^T(t) = [\varphi_0(t), \varphi_1(t), \dots, \varphi_l(t)]$ – вектор столбец ортонормированных базисных функций.

Процедура вычисления эквивалентного матричного оператора нелинейного элемента \mathbf{A}^i изложена в (3).

Согласно алгоритму синтеза, описанному в (4), выберем случайным образом параметры, $\mathbf{q}^i \in Q$, т.е. сгенерируем выборку $\mathbf{q}^1, \mathbf{q}^2, \dots, \mathbf{q}^N$ независимых случайных величин, имеющих равномерную плотность распределения на диапазоне изменения параметров ($T_\xi = 0,12 \pm 5\%$; $T_\varphi = 6 \pm 5\%$). Теперь можно рассмотреть семейство N систем.

Зададимся эталонным (желаемым) изменением частоты вращения ротора турбины $\varphi_y(t)$ на наиболее неблагоприятное воздействие $\lambda_y(t) = -1$, что соответствует резкому сбросу нагрузки. Выбранная желаемая реакция является эталоном для всех систем семейства с параметрами $\mathbf{q}^1, \mathbf{q}^2, \dots, \mathbf{q}^N$. Обозначим через $\varphi_\delta^i(t, \mathbf{p}, \mathbf{q}^i)$ – реальный выходной сигнал i -й системы. Тогда можно записать зависимости, определяющие невязки для всех систем семейства:

$$\begin{aligned} E_1(t, \mathbf{p}, \mathbf{q}^1) &= \varphi_y(t) - \varphi_p^1(t, \mathbf{p}, \mathbf{q}^1); \\ E_2(t, \mathbf{p}, \mathbf{q}^2) &= \varphi_y(t) - \varphi_p^2(t, \mathbf{p}, \mathbf{q}^2); \\ &\vdots \\ E_N(t, \mathbf{p}, \mathbf{q}^N) &= \varphi_y(t) - \varphi_p^N(t, \mathbf{p}, \mathbf{q}^N), \end{aligned}$$

то на основе этих невязок функционал, подлежащий минимизации, можно представить так:

$$I(\mathbf{p}) = \int_0^\infty \sum_{i=1}^N E_i^2(t, \mathbf{p}, \mathbf{q}^i) dt. \quad (1)$$

Функционал (1) содержит информацию о всех системах семейства, причем i -я система имеет выборку $\mathbf{q}^i, i = \overline{1, N}$. Спектральный аналог функционала можно представить следующим образом:

$$I(\mathbf{p}) = \sum_{i=1}^N \left\| \mathbf{C}^{\varphi_y} - \mathbf{C}_i^{\varphi_\delta}(\mathbf{p}, \mathbf{q}_i) \right\| \rightarrow \min_{\mathbf{p}}. \quad (2)$$

где \mathbf{C}^{φ_y} – спектральная характеристика сигнала $\varphi_y(t)$, $\mathbf{C}_i^{\varphi_\delta}(\mathbf{p}, \mathbf{q}_i), i = \overline{1, N}$ спектральные характеристики реальных сигналов при конкретных значениях параметров объекта.

$$\mathbf{C}_i^{\varphi_\delta}(\mathbf{p}, \mathbf{q}_i) = \mathbf{A}_i \mathbf{C}^{\lambda_y},$$

где \mathbf{A}_i – матричный оператор всей системы определенный выше, \mathbf{C}^{λ_y} – спектральная характеристика сигнала $\lambda_y(t)$.

На ЭВМ удобно реализовать следующий критерий:

$$\left\| \mathbf{I} \otimes \mathbf{C}^{\varphi_y} - \mathbf{C}^{\varphi_\delta}(\mathbf{p}, \mathbf{q}_i) \right\| \rightarrow \min_{\mathbf{p}}, \quad (3)$$

где $\mathbf{I} = [1 \ 1 \ \dots \ 1]$ – вектор-строка размерности $(1 \times N)$;

$C^{\Phi_0}(\mathbf{p}, \mathbf{q}) = \left[C_1^{\Phi_0}(\mathbf{p}, \mathbf{q}_1) \quad C_2^{\Phi_0}(\mathbf{p}, \mathbf{q}_1) \quad \dots \quad C_N^{\Phi_0}(\mathbf{p}, \mathbf{q}_N) \right]$ – $(l \times N)$ -й массив, составленная из столбцов спектральных характеристик выходного сигнала семейства объектов.

В результате минимизации функционала (2) в евклидовой норме были найдены параметры регулятора робастной системы (табл. 1); количество объектов в семействе составляло $N = 5000$; $\varphi_y(t) = 0,3 - 0,3a^{\alpha t} \cos \beta t$, $\alpha = 1$, $\beta = 2$. В качестве ортонормированной системы $\{\varphi_i(t)\}_{i=0}^l$ использовались 256 функций Уолша, упорядоченных по Адамару.

Таблица 1. Параметры регулятора

Параметры регулятора	Процент изменения номинальных значений параметров объекта $T_\xi = 0,12$ с, $T_\varphi = 6$ с		
	5%	10%	15%
T_z , с	0,0387482340959362	0,0388906074562359	0,0391443584213341
T_μ , с	0,1369525135626076	0,1379435058265473	0,1397651237290480
δ	0,0359907007268656	0,0368909280148176	0,0385233256053558

При минимизации функционала (3) использовался метод наименьших квадратов (функция *lsqnonlin* математического пакета *Matlab 7.0*) при следующих начальных приближениях:

$$T_z = 1, T_\mu = 1, \delta = 1,$$

Из результатов синтеза видно, что система регулирования турбины ПТ-12/15-35/10М производства Калужского турбинного завода обладает хорошими робастными свойствами.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калужской области (грант № 07-01-96414)

Литература

1. Калашников А.А. Динамика регулирования турбин.– М.: Энергоатомиздат, 1999. – 328 с.
2. Мельников Д.В. Метод автоматизированного исследования систем регулирования энергетических турбин при случайных возмущениях // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Обнинск, 2002.
3. Мельников Д.В., Корнюшин Ю.П. Проекционно-матричный метод анализа нелинейных систем автоматического управления // Материалы Международной НТК "Наука и Образование - 2006" – Мурманск: МГТУ, 2006, С. 232 – 235.
4. Мельников Д.В., Корнюшин Ю.П., Парсегов С.Э. Проекционно-матричный метод синтеза регуляторов нелинейных систем автоматического управления с параметрической неопределенностью // Материалы Всероссийской НТК "Наукоемкие технологии в приборостроении и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе". - М: Издательство МГТУ, 2007, С. 149-153.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ПРОГРАММ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ

Найзабаева Л., Битгеев Ш.Б. (г. Алматы, Казахстано-Британский технический университет, кафедра «Вычислительной техники и программного обеспечения», naizabayeva@mail.ru, Казахская Академия Транспорта и Коммуникаций имени М.Тынышпаева, кафедра «Автоматизации управления»)

Abstract. In the given work development of Enterprise Architect Unified Modeling Language (eaUML) – Microsoft SQL Server 2005 – Borland C ++ Builder7.0 information model for qualitative work of open-cast mountain-transport system inclusive of the technological, technical and organizational factors having influence on efficiency of mountain-transport works processes is described.

В работе описывается разработанная информационная система по контролю и управлению технологическим процессом горно-транспортных работ на основе спутниковой навигации и радиомодемной связи с целью повышения качества диспетчерской работы, выполнения сменных заданий и улучшения степени оперативной информированности специалистов. Разработано программное и техническое обеспечение, существенно повышающее уровень информатизации технологического процесса горно-транспортных работ.

Источниками информации являются: датчики местоположения оборудования на основе спутниковой навигации; база данных горно-транспортной системы карьеров (информация о количестве и типе горного и транспортного оборудования, сменных заданиях и др.). Потребителями информации являются: диспетчерские пункты оперативного управления (горный, поездной и автомобильный диспетчера) - информация о текущем состоянии и положении машин, технологических и технических параметрах процесса горно-транспортных работ. Обмен данными между диспетчерским центром и мобильными объектами осуществляется посредством передачи цифровых данных в радиоканале с использованием радиомодемов, подключенных к входу радиостанций.

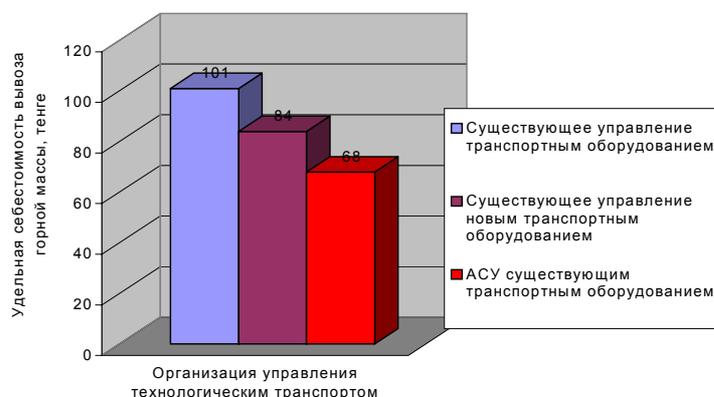


Рисунок 1. Результаты работы имитационной модели управления транспортом

Для исследования эффективности внедрения АСУ ТП (Автоматической системы управления транспортными потоками) была использована (1) имитационная модель управления карьером, которая показала, что рациональное управление работой

подвижным составом позволит уменьшить удельной себестоимости вывоза одной тонны горной массы почти в полтора раза (см.рис.1). Это происходит за счет уменьшения расхода топлива, и износа шин.

Проектирование информационной модели Enterprise Architect Unified Modeling Language (eaUML) – Microsoft SQL Server 2005 – Borland C ++ Builder7.0.

Логическое проектирование базы данных.

Применение CASE-технологий (Computer-Aided Software/System Engineering) и инструментальных CASE-средств позволило максимально систематизировать и автоматизировать все этапы разработки программного обеспечения. В данной работе логическое проектирование базы данных создано с помощью CASE средства eaUML, построена модель «Сущность-связь» (см. рис. 2).

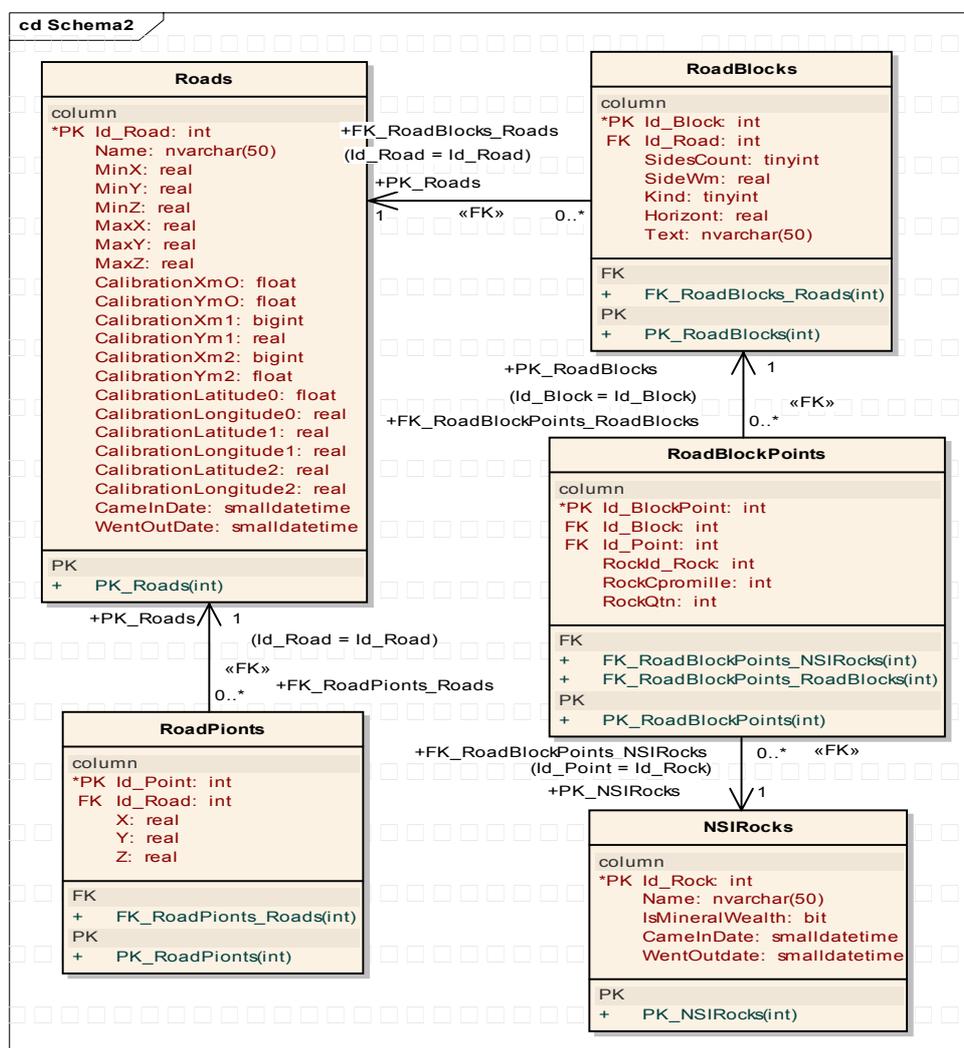


Рисунок 2. Фрагмент схемы «Сущность-связь» для базы данных горно-транспортной системы в eaUML

Эта схема дает интуитивный обзор проекта и особенно полезна для обмена идеями между пользователями.

Следующим шагом явилась проверка всех оперативных применений данных организации, связанных с их обработкой, и исключение ненужных или

повторяющихся данных. В процессе проектирования БД для решения задачи минимизации дублирования данных и упрощения процедур их обработки и обновления данных проведена нормализация отношений. В проектируемой базе данных, таблицы приведены в третью нормальную форму (3NF) по Кодду (2) (Dr.E.F.Codd),

Физическое проектирование базы данных.

Этап физического проектирования заключается в увязке логической структуры БД и физической среды хранения с целью наиболее эффективного размещения данных, т.е. отображении логической структуры БД в структуру хранения. Решается вопрос размещения хранимых данных в пространстве памяти, выбора эффективных методов доступа к различным компонентам «физической» БД. Принятые на этом этапе решения оказывают определяющее влияние на производительность системы.

Физическое проектирование данной базы сделано с использованием пакета профессионального проектирования MS SQL Server 2005. База данных - это также место хранения информации, но большинству типов файлов данных, не представляет информацию непосредственно пользователю, запускает приложение, которое обращается к данным базы и представляет их в понятном для пользователя формате. Несмотря на наличие разных способов информации в виде баз данных, реляционные СУБД считаются одними из наиболее эффективных. В реляционной СУБД для эффективной организации используется математическая теория, а именно реляционная алгебра. Приведем фрагменты программного кода создания базы данных, создания таблиц, ввода данных на Transact SQL:

```
CREATE TABLE EnterpriseDumps (Id_Dump int NOT NULL, Id_DumpModel int, Id_Driver int, Id_Assistant int, ParkNo int, Kind tinyint, RockQtn real, Qtnreal, WetOutDate smalldatetime);  
ALTER TABLE EnterpriseDumps ADD CONSTRAINT PK_EnterpriseDumps PRIMARY KEY (Id_Dump);  
ALTER TABLE EnterpriseDumps ADD CONSTRAINT FK_FOREIGN_KEY (Id_Driver) REFERENCES EnterpriseDrivers (IdDriver);  
ALTER TABLE EnterpriseDumps ADD CONSTRAINT FK_EnterpriseDumps_NSIDumpModels FOREIGN KEY (Id_DumpModel) REFERENCES NSIDumpModels (Id_DumpModel);
```

При разработке *распределенных информационных систем* в организации взаимодействия клиентской и серверной части решены следующие задачи: организация запросов к корпоративной базе данных, размещенной на сервере, со стороны компьютера-клиента; разработка клиентского приложения для удаленного доступа к корпоративной базе данных со стороны компьютера-клиента; администрирование сервера.

Клиентское приложение, созданное в среде программирования C++Builder разработано для пользователя с целью обработки данных, а именно: извлечения, обновления, поиска информации (см. рис.3).

В рамках оптимизации решаются следующие задачи: определение рационального сочетания и численного соотношения горного и транспортного оборудования; формирование графиков ремонтов основного горного оборудования; анализ загруженности автомобильных дорог в карьере; установление сроков переноса, места расположения, численности и оптимальных параметров внутрикарьерных перегрузочных складов; оценка экономической эффективности вариантов; анализ и оценка современного состояния горно-транспортного комплекса, где устанавливаются степень загруженности оборудования и выявляется имеющийся потенциал повышения эффективности его использования за счет улучшения качества карьерных автодорог,

коэффициента загрузки транспортных средств, выбора оптимального режима и условий эксплуатации транспортных средств.

Разработанная система в оперативном режиме получает, учитывает и анализирует получаемую информацию в реальном масштабе времени и служит информационной основой для системы оперативного управления и планирования горно-транспортных работ. Для железнодорожного транспорта имеется возможность в автоматическом режиме получать исполненный график движения поездов. Модель позволяет: применять базу данных для управления работой технологических комплексов карьеров с автомобильным транспортом; разрабатывать календарный план горно-транспортных работ; оптимизировать основные технико-экономические параметры горно-транспортных систем карьеров.

Экономические результаты моделирования

Курс доллара, тенге: 146.80

Показатели в USD:

Затраты на автотрассу	
На поддержание покрытия, тг	128,48
Амортизационные отчисления, тг	12,85
Суммарные, тг	141,33

Затраты на экскаваторы в пунктах погрузки	
В состоянии работы, тг	537,53
В состоянии простоя, тг	1 422,07
Амортизационные отчисления, тг	133,35
Суммарные, тг	2 092,95

Затраты на автосамосвалы	
В состоянии работы, тг	9 212,14
В состоянии простоя, тг	78,89
Амортизационные отчисления, тг	111,95
Суммарные, тг	9 402,98

Суммарные показатели	
Затраты по горно-транспортному комплексу, тг	11 379,11
Амортизационные отчисления, тг	258,14
Постоянные и неучтенные расходы, тг	212,71

Производительность комплекса по горной массе	куб.м.	тонна
	352,00	704,00

	на 1 куб.м.	на 1 тонну
	Удельные эксплуатационные затраты на единицу горной массы, тг	32,93
Удельные амортизационные затраты на единицу горной массы, тг	0,73	0,37
Удельные текущие затраты на единицу горной массы, тг	33,66	16,83

Печать... Распределение затрат... Закрепить

Рисунок 3. Интерфейс клиентского приложения «Экономические результаты моделирования».

Литература

1. Ахметов Д.Ш. Разработка научно-методических основ объектно-ориентированного моделирования геотехнических систем на карьерах.// Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, Алматы, 2003.
2. Конноли Т., Бегг К. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. 3-е издание.: Пер. С англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.- 1440с.: ил.- Парал.тит.англ.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ ОБУЧЕНИИ ЧИСЛЕННЫМИ МЕТОДАМ

Обухова Л.Г. (г. Набережные Челны, ИНЭКА, кафедра прикладной информатики и управления)

Abstract. In this article author tell about complex approach in education of numeral methods which consist of realization of connections between subjects and inside one subject and also idea by psychologist Rubinshtein S.L. about mental of conscious through solution a problem with contradictions/

В работе рассматривается системный подход к методике, направленной на формирование умения применять на практике численные методы у студентов технических специальностей. В системе отражены межпредметные и внутрипредметные связи. По учебному плану студенту необходимо выполнить восемь лабораторных работ по вычислительной математике:

1. Решение системы линейных уравнений прямыми методами.
2. Решение системы линейных уравнений итерационными методами.
3. Решение нелинейных уравнений методами бисекции, хорд и касательных.
4. Решение систем нелинейных уравнений итерационными методами и методом Ньютона.
5. Численное интегрирование.
6. Решение дифференциальных уравнений методами Эйлера, Эйлера с пересчетом и Рунге-Кутты.
7. Метод наименьших квадратов.
8. Методы оптимизации (золотого сечения и градиентные).

Каждая работа выполняется с использованием знаний *по информатике и математике*, которые получили студенты на первых курсах обучения. По информатике необходимо составить программу, выполняющую расчеты по алгоритму, который включают в себя многократное вычисление одних и тех же значений и сравнение результатов с заданной степенью точности.

Из курса математики необходимы знания основных определений и вычислений, таких как производная, интеграл, дифференциальное уравнение, вычисление определителей, преобразование матриц и т.д.

В полный рост встает проблема наличия *межпредметных связей*, без которых усвоение методов вычислительной математики очень затруднительно.

Кроме этого, идея итерационного процесса используется в каждой лабораторной работе с той лишь разницей, например, что в одном случае подсчитывается площадь подынтегральной кривой, а в другом случае решается дифференциальное уравнение.

Здесь имеет место *внутрипредметная связь*.

В работе рассматривается проблема обучения, в основе которого лежит идея психолога С.Л.Рубинштейна (1) о способе развития сознания человека через разрешение познавательных проблем, содержащих в себе противоречия. Поэтому проблемное обучение раскрывается через постановку преподавателем и разрешение студентом проблемной задачи.

Проблемная задача – это учебно-познавательная задача, вызывающая стремление к самостоятельному поиску способов и путей ее решения. Данный вид обучения:

- ❖ Стимулирует проявление активности, инициативы, самостоятельности и творчества студентов.
- ❖ Развивает интуицию дискурсивное (проникновение в суть), конвергенционное ("открытие") и дивергенционное (создание) мышление.
- ❖ Учит искусству решения различных задач и практических проблем, опыту творческого решения теоретических и практических задач.

Данный вид обучения таит в себе естественный процесс разделения студентов на самостоятельных и несамостоятельных

Целью данного исследования было: усвоение и глубокое понимание методов вычислительной математики, основанной на расчетах большого количества итераций.

Исходя из этой цели, были поставлены следующие задачи:

Формирующие. Сформировать умение:

- ❖ самостоятельно творчески решать задачи поиска и обобщения информации
- ❖ выделять главное и формулировать это корректно и в компактной форме (сжатие информации)
- ❖ пользоваться программным обеспечением персональных компьютеров.

Развивающие. Развивать:

- ❖ логическое мышление
- ❖ творческое мышление
- ❖ способность к самостоятельной работе
- ❖ коммуникативные способности
- ❖ кратковременную и оперативную память.

Воспитательные. Воспитывать:

- ❖ положительное отношение к труду инженера-исследователя
- ❖ терпимость к чужому мнению
- ❖ желание помогать друг другу
- ❖ честность и тактичность по отношению к другим.

Экспериментальная работа проводилась на базе Камской инженерно-экономической академии.

В исследовании принимали участие 160 человек, 85 из которых входило в экспериментальную группу, а 75 – в контрольную группу.

Эксперименты необходимо было построить так, чтобы:

- 1). В нем было место для повторения материала, изученного раньше.
- 2) Студенты "узнавали" сразу присутствие итерационного процесса в каждой теме, следствием чего станет быстрое усвоение нового материала, который фактически состоит из комбинации "старых" знаний по математике и информатике и изложения сути итерационного процесса.

Для решения поставленных задач были использованы следующие *методические приемы*:

- 1) Объявлялся *конкурс* на создание студентами обучающей программы, которая даст возможность повторять прошлый материал быстро и качественно в любое время и дома или в компьютерных классах института. Испытуемым предлагался список тем, которые будут использоваться при изучении дисциплины "вычислительная математика" и условия конкурса, которые включают в себя сроки выполнения, использование литературы, а также меру поощрения в виде зачета или экзамена по данной теме.

Одна группа студентов создавала тестовые задания, требование к которым тоже давал преподаватель, в частности должны были присутствовать задания открытого и закрытого типа, а также учтены ответы и оценки в баллах за каждый правильный ответ, выдача списка ошибок и пути их исправления.

Другая группа студентов писала программу, обеспечивающую работу по обучению в диалоговом режиме и перемешивающую при каждом включении порядок задаваемых вопросов (для исключения запоминания последовательности ответов) и ответы на них. Такая система позволила избежать простое заучивание без понимания, а также дала возможность глубоко понять предыдущие знания (повторение-мать учения).

Анализируя опыт за 5 лет, можно сказать, что обычно на поток создается 3 программы, в которых участвует примерно 8-9 человек.

Они распределяют задание, и каждый пишет свой блок, которые потом стыкуются, программа отлаживается и запускается.

Остальные студенты заняты составлением тестовых заданий.

В конце этой работы на семинаре обсуждаются все программы и каждое тестовое задание, уточняются их формулировки и тексты ответов, которые должны быть понятны каждому. Каждый пытается "пройти обучение" и дать оценку каждой программе. В результате выбирается лучшая программа, которая используется потом по прямому назначению. В результате этой работы студенты настолько хорошо усваивают материал, что сама программа уже им не нужна.

Эксперимент, проведенный на двух потоках показал следующие результаты:

Поток, который создавал программы, показал успеваемость на 30% выше, чем те, которые только обучались по готовым созданным программам и на 50% выше, чем тот поток, который вообще не пользовался данными программами.

2) Далее использовался методический прием *жеребьевки*, который заключался в следующем:

Каждую лабораторную работу из 8, необходимых по плану, студент выполнял с разными напарниками из группы, которые выбирались по жеребьевке. Они сами внутри пары распределяли между собой объем работ: написание теоретической части вопроса, составление программы, проведение расчетов, оформление в формате А4.

При защите лабораторной работы перед преподавателем *оба* студента должны были знать ответы на все вопросы, которые будут заданы. Причем преподаватель задавал каждому те вопросы, которые отражают ту часть работы, которую данный студент не выполнял.

В противном случае, защита не принималась. Таким образом, "сильный" студент подтягивал "слабого", чтобы получить зачет по данной теме.

❖ В заключение можно сказать, что вышеуказанные приемы дали хороший результат и могут использоваться при обучении любым техническим дисциплинам.

Литература

1. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. –М.:Учпедгиз, 1946.-704 с.

ВЫДЕЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ БЕЗ ПОТЕРЬ

Павлов И.А., Жарких А.А. (МГТУ, кафедра «ВМ и ПО ЭВМ»,
e-mail: zharkihaa@mstu.edu.ru, ilya.pavlov@list.ru)

Abstract. The purpose of this work is examination of two algorithms for selection of features in the audio signal. These algorithms are based on residue arithmetic. Under the action of either of the two linear operators the audio signal is transformed accordingly into one of audio signals (with the same format) containing the localized features. Either of the two obtained signals contains all information about the source signal and can be transformed into source signal unambiguously with the help of appropriate linear operator raised to -1 power.

Введение

Цель данной работы – рассмотрение двух алгоритмов для выделения особенностей в аудиосигнале, основанных на арифметике остаточных классов (1). Под действием каждого из двух линейных операторов аудиосигнал преобразуется соответственно в один из аудиосигналов того же формата, содержащий локализованные особенности. Каждый из двух полученных сигналов содержит всю информацию об исходном сигнале и может быть в него преобразован однозначно соответствующим линейным оператором в -1 -й степени. Алгоритмы аналогичные предложенным в данной работе, были частично апробированы в (2). Они использовались для выделения контуров на изображении.

С математической точки зрения аудиосигнал представляет собой вектор с элементами из конечного алфавита. Без ограничения общности можно считать, что аудиосигнал это вектор

$$X = \|X(m)\|, m = 0, M-1. \quad (1)$$

Элемент вектора $X(m)$ принадлежит кольцу классов вычетов $Z / (2^P)$. Для записи аудиосигнала используются значения P равные 8 и 16. Предположим далее, что показатель степени $P = QT$, то есть не является простым числом. Тогда каждый элемент $X(m)$ может быть представлен в 2^Q -ичной системе счисления:

$$X(m) = \sum_{s=0}^{T-1} X_s^{(Q)}(m) (2^Q)^s \quad (2)$$

$$X_s^{(Q)}(m) = \sum_{L=0}^{Q-1} X_{L+sQ}(m) 2^L \quad (3)$$

Такое представление позволяет рассматривать аудиосигнал как объединение слоев и соответственно по слоям проводить выделение особенностей. При таком подходе каждый элемент выборки разбивается на T подэлементов, каждый из которых отвечает своему слою аудиосигнала. Два предельных случая соответствуют P слоям и 2-ичной арифметике или 1 слою и 2^P -ичной арифметике.

1. Два алгоритма для выделения особенностей в аудиосигнале

Введем два оператора, отвечающих за выделение особенностей в аудиосигнале. Для этих двух операторов выбирается множество элементов выборки, которые не меняются оператором и связанное с этим множеством направление преобразования. Из следующих формул понятно, что инвариантные множества – это несколько первых или несколько последних элементов выборки. В следующих формулах X , $Y^{(*,*)}$, $S^{(*,*)}$

соответственно исходный аудиосигнал, сигнал локализирующий особенности, оператор формирующий сигнал с локализацией особенностей из исходного аудиосигнала.

Оператор $S^{(Q,L)}$, $Y^{(Q,L)} = S^{(Q,L)}X$

$$Y_S^{(Q,L)}(m) = \begin{cases} \alpha \cdot X_S^{(Q)}(m), & m = \overline{0, r-1} \\ \alpha \cdot (X_S^{(Q)}(m) - X_S^{(Q)}(m-r)) \bmod(2^Q), & m \neq \overline{0, r-1} \end{cases} \quad (4)$$

Оператор $S^{(Q,R)}$, $Y^{(Q,R)} = S^{(Q,R)}X$

$$Y_S^{(Q,R)}(m) = \begin{cases} \alpha \cdot X_S^{(Q)}(m), & m = \overline{M-r, M-1} \\ \alpha \cdot (X_S^{(Q)}(m) - X_S^{(Q)}(m+r)) \bmod(2^Q), & m \neq \overline{M-r, M-1} \end{cases} \quad (5)$$

Параметры в записи операторов и выходных значений слоев аудиосигнала обозначают следующее Q - число бит в слое речевого сигнала, L - движение слева, R - движение справа, r - масштаб анализа аудиосигнала (любое целое число от 1 до $M-2$), r - параметр усиления (любое нечетное число от 0 до 2^Q). В зависимости от масштаба анализа, вычитаются отсчетные значения, разнесенные во времени на несколько интервалов дискретизации. Если масштаб равен 1, то вычитаются соседние значения, если масштаб равен r , то вычитаются значения, разнесенные на r временных интервалов. Таким образом, при данном значении масштаба, вычитаются значения отсчетов с пропуском $(r-1)$ отсчета. Термин слева означает, что вычитаются значения предыдущих отсчетов из значений последующих отсчетов. Термин справа означает, что вычитаются значения последующих отсчетов из значений предыдущих отсчетов. Кроме того, при движении вычислительной процедуры слева r начальных отсчетов остаются неизменными. А при движении вычислительной процедуры справа - неизменными остаются r последних отсчетов. Так условно можно представить перемещение вычислительной процедуры по слою аудиосигнала при действии соответствующего оператора. Представленные операторы попарно некоммутируют. Они однозначно определены для заданного речевого сигнала и допускают возведение в любую целую степень и перемножение в любом количестве и любом порядке.

2. Результаты применения алгоритмов

Для анализа особенностей был использован речевой сигнал с произнесением слова «восемнадцать». Число уровней квантования – 16, частота дискретизации 22050 Гц. Осуществлялась полосовая фильтрация этого речевого сигнала с полосой пропускания от 100 до 200 Гц. Затем к профильтрованному речевому сигналу были применены указанные алгоритмы с некоторыми параметрами. Отметим лишь несколько характерных результатов применения алгоритмов, соответствующих случаю, когда речевой сигнал представлен одним слоем. На всех графиках единица измерения оси абсцисс – номер отсчета сигнала, оси ординат – значение отсчета сигнала.

На рис. 1 показан исходный и фильтрованный речевые сигналы.

На рис. 2 показаны результаты применения левого преобразования и правого преобразования. Как видно они приводят к выделению участков монотонности. Для левого преобразования вертикальная черная линия и находящаяся под ней соответствующая вертикальная белая линия указывают на участок возрастания; вертикальная белая линия и находящаяся под ней соответствующая вертикальная черная линия указывают на участок убывания. Толщина линии показывает длину участка монотонности. Для правого преобразования структура линий та же самая, но их цвета изменяются на противоположные.

На рис. 3 на фоне аналогичных выделений участков монотонности проявляются сплошные черные участки ограниченные некоторой огибающей и ее зеркальным

отражением. Форма огибающей на двух графиках с высокой степенью точности отражает форму изменения огибающей речевого сигнала.

На рис. 4 проявляются участки монотонности и экстремумы. График сигнала после применения левого преобразования представляет собой в основном кусочно-постоянный сигнал с двумя значениями -32768 и 32767 на фоне которых возможны небольшие колебания. При этом участку возрастания соответствует значение -32768 , а участку убывания - значение 32767 . Аналогичная картина для правого преобразования. В этом случае участку возрастания соответствует значение 32767 , а участку убывания - значение -32768 . На обоих графиках вертикальные линии указывают на экстремумы.

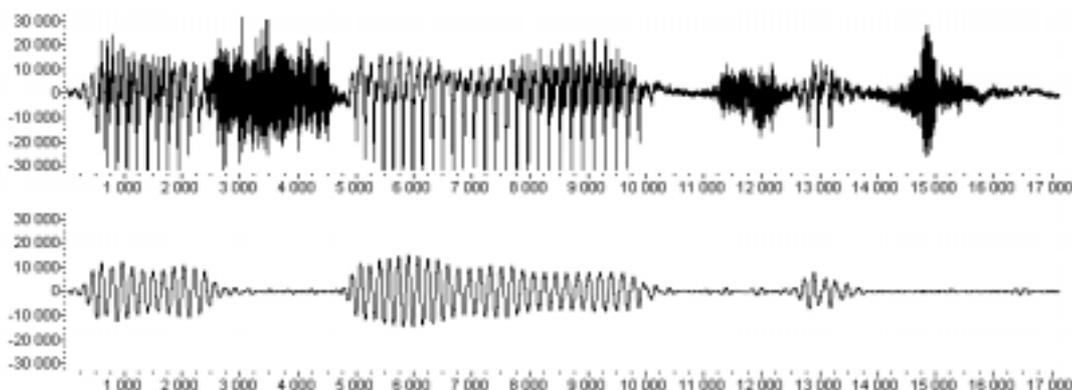


Рис. 1. Исходный и фильтрованный речевые сигналы

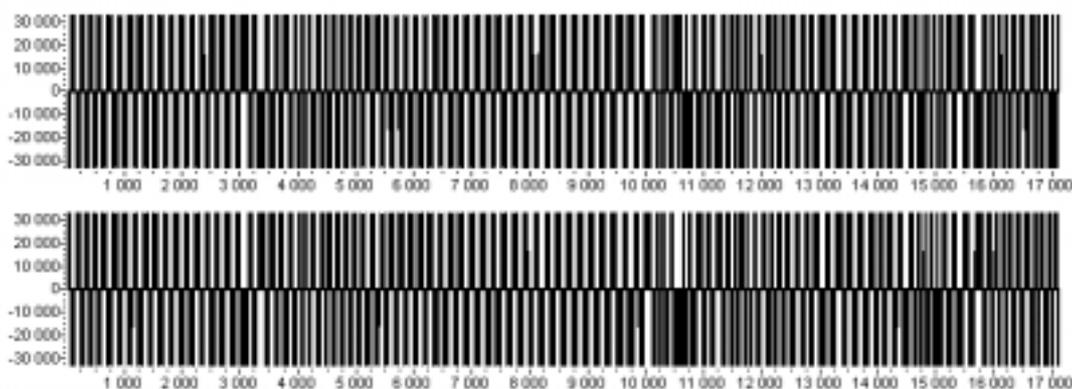


Рис.2. Первый график - результат применения левого преобразования. Второй график - результат применения правого преобразования ($r = 1$, $\alpha = 32767$).

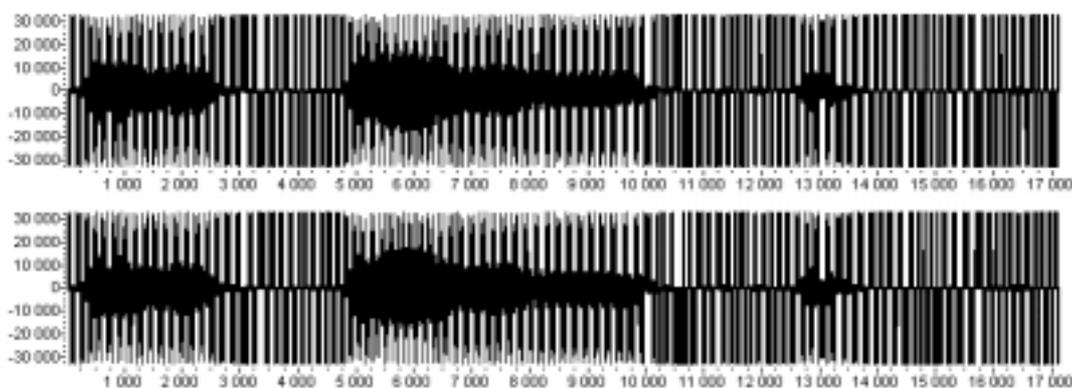


Рис.3. Первый график - результат применения левого преобразования. Второй график - результат применения правого преобразования ($r = 1$, $\alpha = 32737$).

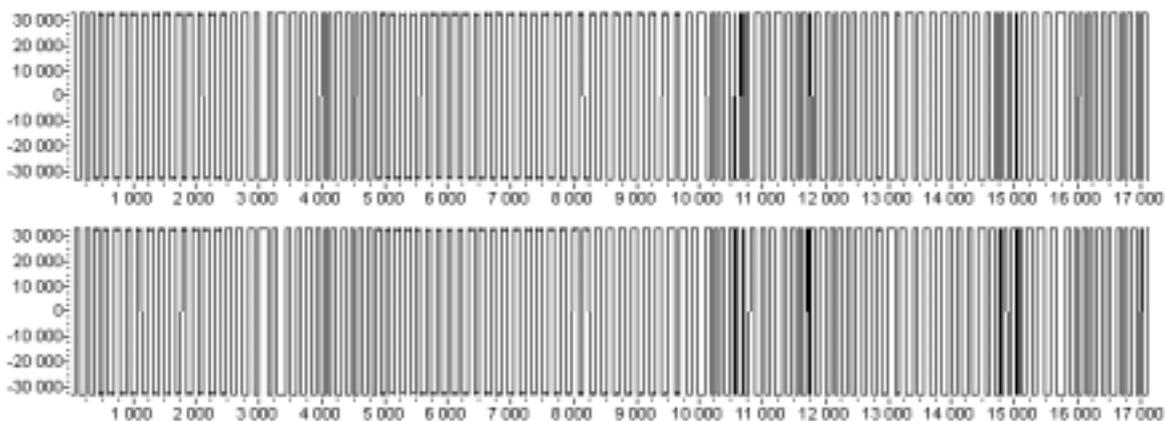


Рис.4. Первый график - результат применения левого преобразования.
Второй график - результат применения правого преобразования ($r = 1$, $\alpha = 1$).

Заключение

Задачи выделения особенностей в аудиосигнале публиковались в работах многих авторов. Отметим лишь широко известные публикации, касающиеся речевого сигнала. В работах (3, 4) рассматривается задача обнаружения речевого сигнала и его локализация на фоне шума. В работах (5, 6) в речевом сигнале выделяются значения глобальных экстремумов на участках постоянного знака. Предложенные нами алгоритмы позволяют выделять различные особенности в аудиосигнале. В частности, приведенные примеры показывают выделение участков монотонности, экстремумов и формы огибающей речевого сигнала. Мы надеемся, что данные алгоритмы будут дополнять имеющийся арсенал алгоритмов анализа и синтеза аудиосигналов. В дополнение к изложенному, можно отметить, что современная компьютерная техника позволяет реализовать удобную визуализацию выделения особенностей в аудиосигнале. Это предоставит возможность использовать для анализа, как человека-оператора, так и различные сканирующие устройства.

Алгоритмы имеют линейную сложность по числу отсчетов в аудиосигнале. Для автоматического использования алгоритмов требуется более тщательное их изучение с математической точки зрения и более многочисленная апробация на записях аудиосигналов.

Литература

1. Виноградов И.М. Основы теории чисел. – СПб.: Лань, 2004. – 176 с.
2. Zharkikh A.A. Two Stage Algorithm of Contour Allocation in the Image // Pattern Recognition and Image analysis: New Information Technologies: Conference Proceedings, Vol. 3. – Yoshkar- Ola, the Russian Federation, 2007, pp. 47 – 50.
3. 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. – 496 с.
4. Rabiner, L.R. and Sambur, M.R., "An Algorithm for Determining the Endpoints of Isolated Utterances". The Bell System Technical Journal, Vol. 54, No. 2, February 1975, pp. 297-315.
5. Лейтес Р.Д., Соболев В.Н. Цифровое моделирование систем синтетической телефонии. - М.: Связь, 1969. – 120 с.
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», Москва - Нижний Новгород. – М.:2006, с. 172-174.

КОНТЕЙНЕРНАЯ АРХИТЕКТУРА ГИБКИХ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ

Прыгунков М.О. (*Волгоградский государственный университет, кафедра "Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования", email: max-prygunkov@yandex.ru*)

Abstract. This article is about the new technology of program design and programming systems – the container technology. The pluses of this technology in comparison with standard technologies are listed. The basic terminology like the classification of containers (the main objects of the container technology), principals of their work is described.

Введение

Современные программные системы становятся сложнее, претендуя на решение глобальных задач, например таких, как создание единой системы управления предприятием. При этом автоматизация отдельных операций или отделов фактически исчерпала свой потенциал, а возможность безболезненного объединения нескольких подсистем в единое целое, как правило, требует значительных усилий. Реальная проблема заключается в том, что связи между подсистемами должны быть гибкими, изменяемыми и настраиваемыми. Данное положение усугубляется требованиями бизнеса, который нуждается в высоком динамизме. В результате те связи, которые работали десятилетиями, могут быть мгновенно разрушены, например, какое-то подразделение может отказаться от использования услуг централизованной бухгалтерии, посчитав, что это достаточно неэффективно и дорого.

Одно из основных положений BPR (business process re-engineering) говорит о необходимости переноса точки принятия тактических решений как можно ближе к исполнителям. То есть каждое структурное подразделение (СП) должно быть в максимальной степени самостоятельно, самодостаточно и компетентно в принятии решений и представлять собой как бы отдельное предприятие. Централизованное управление предприятиями постепенно сменяется схемами распределённого управления, где значительная часть вопросов, требующих принятия решений, переходят на уровень структурных подразделений. Управлять же объединением такого большого количества самостоятельных предприятий традиционными методами весьма проблематично. В этих условиях автоматизированные системы должны обеспечить сборку большого числа отдельных самостоятельных подразделений в единое управляемое предприятие. При этом состав и функции подразделений могут постоянно меняться, что требует высокой гибкости программного обеспечения.

Гибкость программного обеспечения определяется набором типовых частей, из которых можно было бы собирать множество программ.

Объектно-ориентированные языки программирования дали четыре новых механизма использования типовых частей:

- 1) механизм классов, порождающих при выполнении любое количество однотипных объектов, например, ряд однотипных кнопок;
- 2) возможность тиражирования объектов от породившей программы во все новые программы;
- 3) динамически линкуемые библиотеки с порождающими объектами классами;
- 4) механизм сборки программ из компонентов – объектов в процессе выполнения программ.

Первый механизм облегчил развитие систем визуального программирования, при работе в которых, значительная часть программы может быть создана путем отбора мышкой стандартных компонентов.

Второй механизм привел к возникновению объектных систем управления базами данных (СУБД), поставляющих программам не только данные, но и код, обрабатывающий эти данные.

На основе третьего механизма возникли СОМ-технологии, что позволило строить гибкие программы, которые обладают свойством возможного развития при изменении условий их эксплуатации.

Четвертый механизм пока не нашел должной поддержки в инструментальных средствах разработки программ, что и предопределило направление данных исследований.

Контейнеры в методологии программирования

Исходя из того, что контейнер – это некая надстройка над объекто-ориентированным программированием, можно предположить, что контейнеру должны быть присущи неотъемлемые атрибуты объектно-ориентированного программирования (ООП) – наличие у объектов методов и свойств. Так как контейнер – сущность динамически изменяемая, то необходимо в его структуру заложить возможность добавления или удаления новых свойств или методов, а также, замены свойств или методов другими свойствами или методами.

Введём два вида контейнеров: динамический и статический. Контейнер, как и любая сущность, взаимодействует с окружающим миром, т.е. у него есть входы и выходы. У контейнера есть как минимум два интерфейса, с помощью которых он обрабатывает входящий и исходящий информационные потоки.

Но если есть интерфейсы, с помощью которых обрабатываются внешние потоки, то должны быть интерфейсы, обрабатывающие внутренние, вернее, распределяющие поступившую информацию среди объектов, содержащихся в этом контейнере. Градация на статические и динамические контейнеры осуществляется именно по тому, как контейнер распределяет информацию внутри себя.

Если контейнер для «общения» с вложенными объектами общается через единый интерфейс, то такой контейнер будем называть статическим. Следовательно, объекты, вложенные в контейнер, должны обладать таким качеством, как абсолютно одинаковые интерфейсы работы с внешними потоками. Скорее всего, такие объекты будут обладать одинаковой структурой. Если контейнер работает со всеми вложенными объектами не по одной схеме, а используя разные методы, то такой контейнер будем называть динамическим.

Чтобы приведённая классификация контейнеров стала более понятной, стоит оговориться о том, что разделение контейнеров на статические и динамические относится к строению контейнера. Также следует снова указать на одну из особенностей контейнеров: любые контейнеры могут агрегироваться другими контейнерами, т.е. статический контейнер может состоять из динамических и, соответственно, наоборот.

Для большей информативности мы «нагрузим» наши контейнеры дополнительными атрибутами – событиями. События будут возникать в 6 случаях:

- 1) значение свойства было изменено;
- 2) была попытка изменить свойство, но произошла системная ошибка;
- 3) метод был запущен;
- 4) метод завершил работу;
- 5) во время работы метода возникла ошибка;

б) была попытка запуска метода, но произошла системная ошибка.

Контейнеры по определению могут общаться с другими контейнерами, с которыми находятся на одном уровне иерархии, а также на одну ступень выше и ниже по иерархической лестнице. Это общение происходит путём передачи сообщений. Соответственно, сообщение может быть внутренним относительно контейнера – ситуация, когда контейнер передаёт сообщения между своими компонентами, и внешним – ситуация, когда контейнер передаёт сообщения другим контейнерам или контейнеру, в состав которого входит источник сообщения.

В общем виде графически контейнер можно представить так, как это показано на Рисунке 1.

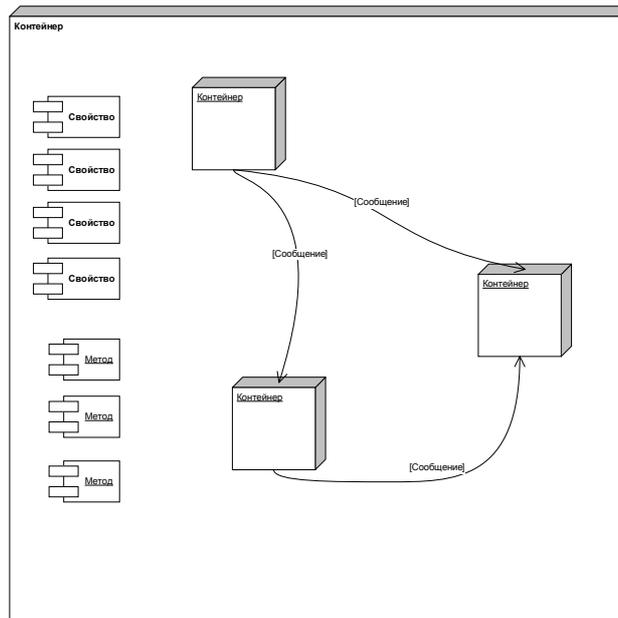


Рисунок 1 – схематическое представление строения контейнера.

Для обеспечения заявленной возможности замены (добавления/удаления) новых свойств и методов принято решение хранить в контейнерах только ссылки на свойства и методы.

Помимо такой программной сущности, как контейнер, в программную систему необходимо внедрить модули-диспетчеры – виртуальные таблицы, в которых содержатся ссылки на экземпляры свойств и методы, обращаясь к которым объект-контейнер фактически агрегирует их в своей структуре.

Итак, контейнер – это некая сущность, которая обладает такими атрибутами, как свойство, метод и событие. Контейнер может состоять из контейнеров и входить в состав других контейнеров. Контейнеры общаются между собой путём передачи сообщений.

Заключение

Применение теории контейнеров для создания программных систем масштаба предприятия даёт существенные преимущества по сравнению с использованием традиционных технологий, а именно: увеличивается скорость разработки, уменьшается сложность внедрения и сопровождения программной системы, а также реализует все механизмы, необходимые для масштабирования системы.

ЭЛЕМЕНТЫ СТАТИСТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИРОВАНИИ В ПРЕДМЕТАХ ИНФОРМАТИКИ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ ПСИХОЛОГИИ

Витиньш М.В. (*Рижский институт информационных технологий, e-mail: maris.vitins@dati.lv*); **Раснач О.И.** (*Рижский университет им. Страдиня, кафедра физики, e-mail: rz15r01@inbox.lv*)

Abstract. The questions of statistics and mathematical modeling are actual in the all specialties with necessary highest education. The statistics today has been computed with computer programs. The author of article – lecturer of the Riga Stradinsh University shares experience how to learn informatics in the university, psychology specialty – to repeat course of secondary school and to acquire as minimum one statistical program.

Автор данной статьи преподает информатику и статистику студентам специальности психологии Рижского университета им. Страдиня. Необходимые знания, умения и навыки по работе с компьютером рекомендует ECDL [1]. Эти вопросы обычно осваивают в средней школе, единственно их потом необходимо повторить.

Главное задание курса информатики в университете – дать знания о возможностях использования компьютера по специальности. В наши дни важно оптимизировать учебный процесс, задавая студентам такие задания, которые помогут им не только усвоить информационные вопросы, но и расширят профессиональный опыт.

В университете актуально обучить вопросам, которые находятся вне ECDL и которые важны в освоении профессии. Всем профессиям, для которых необходимо высшее образование, актуальны статистические вопросы, в том числе модели регрессии. Сейчас статистику рассчитывают, используя компьютерные программы. Выпускникам высшего учебного заведения важно освоить хотя бы одну статистическую программу, чтобы уметь разработать курсовую и дипломную работу. Итак освоение курсов информатики и статистики в университете по специальностям психологии и уходу за здоровьем, состоит из: повтора курса информатики средней школы; курс повторяется, описывая индивидуальное исследование студента в формате MS Word, в среде MS Excel преобразовывая таблицы анализа данных (они могут быть экспортированы из других статистических компьютерных программ) и разные расчеты с моделями регрессии, в среде MS PowerPoint разрабатывая презентации исследований; освоения хотя бы одной статистической программы (в Рижском университете им. Страдиня - SPSS).

В начале курса студенты заполняют анонимные учебные анкеты, которые связаны с отраслями ухода за здоровьем. В анкете заданы вопросы: о параметрах строения тела (рост, масса, обхват груди, цвет глаз, пол и т.д.) – в соответствии с анатомией; о вкусе продуктов (например, хлеб и т.д.) - в соответствии с питанием; об удовлетворенности жизнью, учебным процессом - в соответствии с психологией.

Потом результаты анкет студенты вводят в компьютер и учатся обрабатывать данные в присутствии преподавателя. На последних занятиях курса студенты разрабатывают свое мини исследование в соответствии со специальностью. В психологии статистику используют: для обработки тестов и их результатов – подсчет пунктов, исследование зависимости между вопросами; автор такую обработку тестов называет мини исследованием; в кризисных центрах – важно обобщить информацию о

каждом клиенте; для практики психологов – чтобы специалист мог узнать информацию о клиенте, его состоянии здоровья и психологических проблемах, а также, чтобы проводить научно-исследовательские работы; другие применения.

Используя описанную методику, автор пришел к выводу, что со студентами лучше работать в следующем порядке: дать образец базы данных с вопросами учебной анкеты, если известно, какие из значений переменной соответствуют нормальному распределению; дополнить базу данных новыми учебными анкетами и продолжить работу с ними; провести индивидуальное мини исследование.

Литература

1. <http://www.ecdl.com/publisher/index.jsp?&pID=93&nID=163>. European Computer Driving Foundation

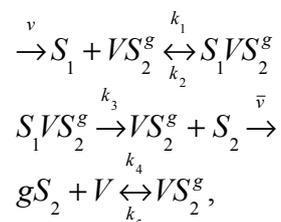
ПРИЛОЖЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ОТКЛОНЯЮЩИМСЯ АРГУМЕНТОМ К ИССЛЕДОВАНИЮ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Свирилина Т.В. (г. Москва, МГУИПБ, кафедра «Высшей математики и теоретической механики», e-mail: svirilina_tat@mail.ru)

Abstract. The model oscillatory reaction is considered in glycolise, described by system of the differential equations with deviating argument. In given mathematical model deflection is a function of time, which is spent on interaction of the molecules in chemical reaction. The founded conditions, under which concentration of pair substratum-product through determined time is restored before initial condition.

Рассмотрим модель колебательных реакций в гликолизе. Колебания в гликолитической системе наблюдались многочисленными исследователями. Наиболее ранней (1957 г.) является работа Дайсенса и Амеца. Было обнаружено, что при добавлении глюкозы (GLU) в гликолитической системе возникают колебания концентрации восстановленного фосфопиридинового нуклеотида (NADH). Подобные колебания концентрации NADH в клеточном экстракте были обнаружены позднее Чансом и др., а затем Гош и Чанс описали в той же системе колебания концентраций фруктозо-1,6-дифосфата FDP и глюкозо-6-фосфата G6P.

Модель гликолитической системы, предложенная Сельковым (1), основана на превращениях фосфофруктокиназы:



где S_1 – это фруктозо-6-фосфат F6P (субстрат), поставляемый со скоростью v и необратимо превращающийся в S_2 ; S_2 – это фруктозо-1,6-дифосфат FDP (продукт), который выводится со скоростью \bar{v} ; V – свободный неактивный фермент фосфофруктокиназа PFK. V становится активным в сочетании с несколькими молекулами продукта, образуя комплекс VS_2^g ; g – степень активации PFK гликолитическими интермедиатами S_1 и S_2 , k_i ($i = \overline{1,5}$) – скорость протекания i -той реакции.

В данной математической модели отклонение является функцией времени $h(t)$, которое затрачивается на взаимодействие молекул в химических реакциях, и предполагается, что отклонение допускает только конечное число выходов за пределы промежутка моделирования.

Задача состоит в нахождении условий, при которых концентрация пары F6P–FDP через время $t = \omega$ восстановится до первоначального состояния.

Пусть y_1, y_2, y_3, y_4, y_5 – концентрации соответственно $S_1, S_2, VS_2^g, S_1VS_2^g, V$, $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4)$ – параметр, характеризующий влияние внешней среды на скорости протекания реакций.

Тогда для описания химического процесса в гликолизе, с учетом отклонений, получим систему дифференциальных уравнений

$$\begin{aligned} \dot{y}_1(t) &= v - \lambda_1 y_1(t) y_3(t) + \lambda_2 y_4(t), \\ \dot{y}_2(t) &= -\lambda_3 y_2(t) - \lambda_5 y_3(t) + \lambda_3 y_4(t) - \lambda_4 y_5(h(t)), \\ \dot{y}_3(t) &= -\lambda_5 y_3(t) + (\lambda_2 + \lambda_3) y_4(t) + \lambda_4 y_5(h(t)) - \lambda_1 y_1(t) y_3(t), \\ \dot{y}_4(t) &= -(\lambda_2 + \lambda_3) y_4(t) + \lambda_1 y_1(t) y_3(t), \\ \dot{y}_5 &= \lambda_2 y_3(t) - \lambda_4 y_5(h(t)). \end{aligned}$$

Пусть точка $y^0 = (y_1^0, y_2^0, y_3^0, y_4^0, y_5^0)$ является состоянием равновесия системы при любом значении параметра λ , при этом $y_1^0 \neq 0$. С помощью замены $x = y - y^0$ систему сведем к системе

$$\dot{x}(t) = A(\lambda)x(t) + B(\lambda)x(h(t)) + f(x(t), \lambda),$$

где $x(t) = (x_1(t), \dots, x_5(t))$, $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_5)$,

$$A(\lambda) = \begin{pmatrix} -\lambda_1 y_3^0 & 0 & -\lambda_1 y_1^0 & \lambda_2 & 0 \\ 0 & -\lambda_3 & -\lambda_5 & \lambda_3 & 0 \\ -\lambda_1 y_3^0 & 0 & -(\lambda_5 + \lambda_1 y_1^0) & \lambda_2 + \lambda_3 & 0 \\ \lambda_1 y_3^0 & 0 & \lambda_1 y_1^0 & -(\lambda_2 + \lambda_3) & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_2 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

$$B(\lambda) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\lambda_4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda_4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\lambda_4 \end{pmatrix}, \quad f(x, \lambda) = \begin{pmatrix} -\lambda_1 x_1 x_3 \\ 0 \\ -\lambda_1 x_1 x_3 \\ \lambda_1 x_1 x_3 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Задача нахождения условий, при которых концентрация пары F6P–FDP через время $t = \omega$ восстановится до первоначального состояния, равносильна задаче определения условий существования решения двухточечной краевой периодической задачи $x(0) = x(\omega)$.

Заметим, что фундаментальная матрица решений линейной однородной системы, соответствующей последней системе, есть единичная матрица E .

Тогда согласно (2) решение $x = x(t, \alpha, \lambda)$ системы $\dot{x}(t) = A(\lambda)x(t) + B(\lambda)x(h(t)) + f(x(t), \lambda)$ с начальным условием $x(0, \alpha, \lambda) = \alpha$ можно представить в виде

$$x(t, \alpha, \lambda) = (E + \bar{\Phi}(t, \lambda)\alpha + \varphi(t, \alpha, \lambda),$$

где $\bar{\Phi}(t, \lambda) = \int_0^t (A(\lambda) + B(\lambda)) d\zeta + o(|\lambda|)$, $\varphi(t, \alpha, \lambda) = \int_0^t f(x(\zeta, \alpha, \lambda), \lambda) d\zeta + o(|\gamma|^3)$, $\gamma = (\alpha, \lambda)$.

Получим, что условие существования решения двухточечной краевой периодической задачи представляет операторное уравнение

$$\bar{B}(\lambda)\alpha + o(|\gamma|^2) = 0,$$

где $\bar{B}(\lambda) = \begin{pmatrix} -\lambda_1 y_3^0 & 0 & -\lambda_1 y_1^0 & \lambda_2 & 0 \\ 0 & -\lambda_3 & -\lambda_5 & \lambda_3 & -\lambda_4 \\ -\lambda_1 y_3^0 & 0 & -(\lambda_5 + \lambda_1 y_1^0) & \lambda_2 + \lambda_3 & \lambda_4 \\ \lambda_1 y_3^0 & 0 & \lambda_1 y_1^0 & -(\lambda_2 + \lambda_3) & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_2 & 0 & -\lambda_4 \end{pmatrix}.$

С помощью метода разбиения пространства на прямую сумму подпространств найдем условия, при которых система дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом $\dot{x}(t) = A(\lambda)x(t) + B(\lambda)x(h(t)) + f(x(t), \lambda)$ имеет ненулевое решение двухточечной краевой периодической задачи.

Указанная в (3) матрица \tilde{B} – нулевая матрица пятого порядка.

Собственные векторы матрицы \tilde{B} , соответствующие нулевому собственному значению, имеют вид: $h_1 = (1, 0, 0, 0, 0)$, $h_2 = (0, 1, 0, 0, 0)$, $h_3 = (0, 0, 1, 0, 0)$, $h_4 = (0, 0, 0, 1, 0)$, $h_5 = (0, 0, 0, 0, 1)$. Таким образом, все пространство E_5 есть ядро преобразования \tilde{B} . Введем линейные функционалы $\zeta_i(\alpha) = (\alpha \cdot h_i)$, $i = \overline{1, 5}$.

Решение уравнения операторного уравнения $\bar{B}(\lambda)\alpha + o(|\gamma|^2) = 0$ будем искать в виде $\alpha = \sum_{i=1}^5 u_i h_i$, вектор $\beta_1 = (u_1, u_2, u_3, u_4, u_5)$ – искомый.

Проведя рассуждения, аналогичные рассуждениям, указанным в (4), получим операторное уравнение

$$\bar{M}_1(\lambda)\beta_1 + o(|\mu_1|^2) = 0,$$

$$\text{где } \bar{M}_1(\lambda) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \lambda_2 & 0 & -\lambda_4 \\ \lambda_1 y_3^0 & 0 & \lambda_1 y_1^0 & -(\lambda_2 + \lambda_3) & 0 \\ -\lambda_1 y_3^0 & 0 & -(\lambda_5 + \lambda_1 y_1^0) & \lambda_2 + \lambda_3 & \lambda_4 \\ 0 & -\lambda_3 & -\lambda_5 & \lambda_3 & -\lambda_4 \\ -\lambda_1 y_3^0 & 0 & -\lambda_1 y_1^0 & \lambda_2 & 0 \end{pmatrix}, \mu_1 = (\beta_1, \lambda).$$

Заметим, что матрица $\bar{M}_1(\lambda)$ – линейная по λ , и $\dim \lambda = 5$. Представим вектор-функцию $\bar{M}_1(\lambda)\beta_1$ в виде $\bar{M}_1(\lambda)\beta_1 = \bar{M}_1^*(\beta_1)\lambda$.

Введем замену $\beta_1 = \rho e$, $e = (e_1, e_2, e_3, e_4, e_5)$, $\rho = |\beta_1| > 0$, $|e| = 1$. Тогда операторное уравнение можно записать

$$\bar{M}_1^*(e)\lambda + \frac{o(|\bar{\mu}_1|^2)}{\rho} = 0,$$

$$\text{где } \bar{M}_1^*(e) = \begin{pmatrix} 0 & e_3 & 0 & -e_5 & 0 \\ e_1 y_3^0 + e_3 y_1^0 & -e_4 & -e_4 & 0 & 0 \\ -e_1 y_3^0 - e_3 y_1^0 & e_4 & e_4 & e_5 & -e_3 \\ 0 & 0 & -e_2 + e_4 & -e_5 & -e_3 \\ -e_1 y_3^0 - e_3 y_1^0 & e_4 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \bar{\mu}_1 = (\rho e, \lambda).$$

Заметим, что $\det \bar{M}_1^*(e) = -2e_3^2 e_4 e_5 (e_1 y_3^0 + e_3 y_1^0)$.

Согласно предположению $y_1^0 \neq 0$. Тогда существует вектор $e^* = (1, 0, 1, 1, 1)$, $|e^*| = 1$, такой, что $\det \bar{M}_1^*(e^*) \neq 0$. Следовательно, операторное уравнение $\bar{B}(\lambda)\alpha + o(|\gamma|^2) = 0$ имеет ненулевое решение в достаточно малой окрестности нулевого решения, а система дифференциальных уравнений $\dot{x}(t) = A(\lambda)x(t) + B(\lambda)x(h(t)) + f(x(t), \lambda)$ имеет ненулевое решение двухточечной краевой периодической задачи в достаточно малой

окрестности нулевого решения. Таким образом, получены условия существования решения двухточечной краевой периодической задачи исходной системы дифференциальных уравнений в достаточно малой окрестности решения $y \equiv y^0$. Тем самым найдены условия, при которых концентрация пары F6P–FDP через время $t = \omega$ восстановится до первоначального состояния.

Литература

1. Гарел Д., Гарел О. Колебательные химические реакции. – М.: Мир, 1986. – 152с.
2. Свирилина Т.В. Исследование структуры решений системы дифференциальных уравнений с отклонением // Известия РАЕН. Дифференциальные уравнения. – 2005. – № 9. – С. 76–82.
3. Свирилина Т.В. Условия существования и отсутствия решения двухточечной краевой периодической задачи нелинейной системы дифференциальных уравнений с отклонением // Известия РАЕН. Дифференциальные уравнения. – 2005. – № 9. – С. 83–88.
4. Свирилина Т.В. Ненулевые решения операторных уравнений с параметром // Известия РАЕН. Дифференциальные уравнения. – 2007. – № 12. – С. 81–84.

О ВАРИАЦИЯХ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ПЛАСТИНЫ ПРИ ПОМОЩИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТРЕХПОЗВОНКОВОГО КОМПЛЕКСА ЧЕЛОВЕКА

Седов Р.Л., Орлов С.В., Бобарыкин Н.Д., Графова Е.Н.

(г. Калининград, КГТУ, кафедра прикладной математики, e-mail: rседoff@yandex.ru; Управление Росздравнадзора по Калининградской области, e-mail: ser-orlov@yandex.ru)

Abstract. For backbone complex of the person with alternative of a cuneiform strain mean backbone the stabilizing rigid lamina (for front and back abutment complexes) holds optimization of stiffness of stabilizing of a lamina Cct1 on an objective function of offset 2 backbone, at its sufficient mobility.

Для трехпозвонкового комплекса человека с вариантом клиновидной деформации среднего позвонка стабилизирующей жесткой пластиной (для передних и заднего опорных комплексов) проведена оптимизация жесткости стабилизации пластины Cct1 по целевой функции смещения 2-го позвонка, при достаточной его подвижности.

В работе (1) описывается математическая модель стабильности трехпозвонкового комплекса человека. В основу модели положено математическое описание динамических процессов дифференциальными уравнениями Лагранжа 2-го рода, составляемого на основе расчетной схемы трехпозвонкового комплекса, представленного как дискретные сосредоточенные массы, связанные упругодемпфирующими элементами и обладающие определенными геометрическими параметрами.

Данная модель позволяет рассчитывать инерционные параметры системы позвонков и их отдельных элементов, вычислять распределения нагрузок при типичных формах нестабильности позвоночника, а также оптимизировать способы его стабилизации. Ниже пойдет речь о решении задач оптимизации стабилизирующей конструкции с помощью данной модели, а также других прикладных задач биомеханики травмы позвоночника.

Расчетная схема фрагмента позвоночника человека, состоит из трех позвонков с клиновидным средним позвонком и стабилизирующими конструкциями. Третий позвонок связывается посредством жестких элементов Cop_1 и Cop_2 с опорой по оси X, а первый по оси Y через – C_y (1).

Математическая модель позволяет на основе вычисления внутренних нагрузок опорных комплексов каждого позвонка трехпозвонкового комплекса, рассчитывать варианты переломов и нестабильности позвонков в различных зонах при их патологии. Кроме этого, можно произвести расчет смещения позвонков по оси Y под воздействием силы Q_{2y} , что чаще всего является причиной стеноза позвоночного канала и может приводить к сдавливанию дуального мешка. Выбранная динамическая модель трехпозвонкового комплекса человека является механической системой, для которой составлена и решена система дифференциальных уравнений, реализована в системе MathCad.

При помощи построенной модели в данной работе решались следующие задачи:

1. Оптимизация стабилизирующей конструкции трёхпозвонкового комплекса;

2. Поиск критических параметров углов деформации позвонков, классифицированные по степеням тяжести травмы.

В качестве целевой функции задается функция смещения 2-го позвонка y_{2cm} вдоль оси y из-за его клинообразной формы:

$$y_{2cm} = \psi(C_1, C_3, Q, Cct_1, X_1, X_3, \beta_{11}, \beta_{12})$$

При этом необходимо обеспечивать некоторую подвижность позвоночника (ограничения): $y \geq 1$ мм.

При варьировании коэффициента жесткости стабилизационной пластины Cct_1 в диапазоне (10 - 10 000) н/мм и при $y_{2cm} > min$.

Угол клина среднего позвонка выражается через углы β_{11} и β_{12} , участвующих в уравнениях, как сумма.

На рис. 2 и 3 представлены зависимости смещения 2-го позвонка по оси Y и от коэффициента жесткости стабилизирующей пластины Cct_1 . Как видно из графиков, наименьшее смещение повреждённого позвонка произойдет при значении коэффициента жесткости пластины $Cct_1 = 609.4$ Н/мм, если приложение внешней нагрузки приходится на 21 мм (центр тяжести). При такой фиксации подвижность системы сохраняется.

Если же внешняя нагрузка действует непосредственно на центр тяжести, то стабилизация комплекса требует более жесткой пластины $Cct_1 = 6403.6$ Н/мм. При таких условиях подвижность конструкции также сохраняется (рис. 3).

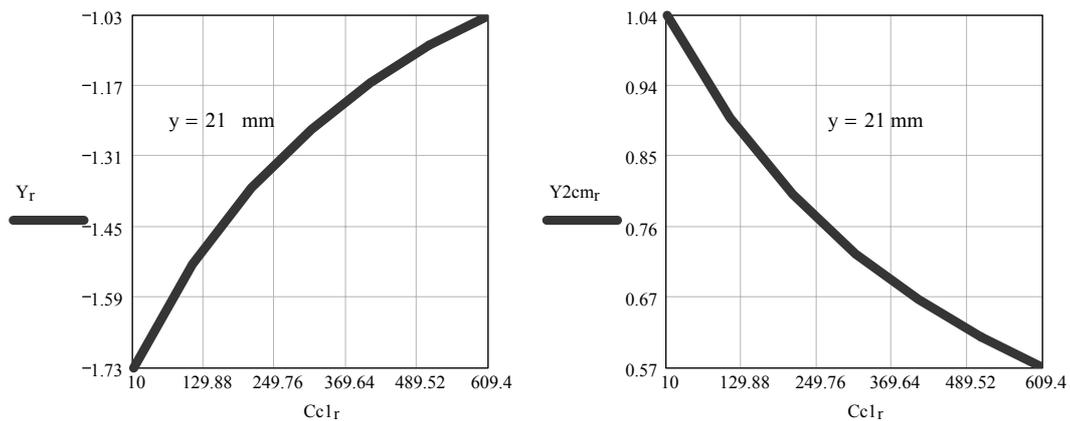


Рис. 2. Зависимость Y и Y_{2cm} от жесткости стабилизирующей пластины Cct_1 в приложении внешней нагрузки к центру тяжести (в прямом положении позвоночника).

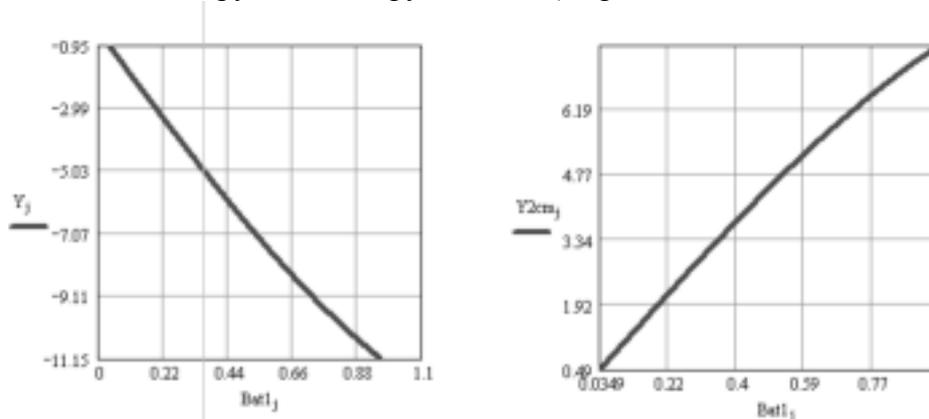


Рис. 3. Зависимость Y и Y_{2cm} от жесткости стабилизирующей пластины Cct_1 в приложении внешней нагрузки к точке $y=0$ мм (при наклоне позвоночника)

В работе (1) изучалось поведение конструкции при значениях жесткостей пластины 10000 и 5000 Н/мм. В первом случае нагружения среднего позвонка не происходило, но сохранялась неподвижность позвоночника. Во втором случае нагрузка увеличивается, соответственно, и увеличивается смещение повреждённого позвонка, усиливающее патологию.

Результаты наших расчётов дают оптимальный интервал жесткости стабилизирующей пластины $609.4 < Cst1 < 6403.6$ (Н/мм).

Таким образом, применение полуригидных конструкций является предпочтительней по отношению к использованию ригидных конструкций, т.к. сохранный до некоторой степени объем движений в позвоночно-двигательном сегменте, более приближается к физиологической норме биомеханических свобод перемещений. Вместе с тем, для более объективной оценки стабильности патологических типов комплекса, необходимо некоторое усложнение концепции и введение дополнительных параметров в систему уравнений, что позволит оценивать не только фиксирующие элементы типа пластин, но и более сложные (такие как транспедикулярные фиксаторы или протезы межпозвоночных дисков).

По данным модели, применение полуригидных конструкций (в том числе и имитирующих работу межпозвоночного диска) ограничено некоторыми функциями, влияющими на изменения биомеханических характеристик комплекса при стандартных нагрузках. Это такие ограничения, как степень клиновидности среднего позвонка в комплексе, степень жесткости передней конструкции.

Это позволяет сделать вывод, что вычисленный интервал жесткости, позволит продолжить изыскания надежного фиксатора нового поколения для лечения нестабильных состояний позвоночника, обусловленных клиновидной деформацией среднего позвонка или разрушением его передних колонн.

Литература

1. Орлов С.В., Бобарыкин Н.Д., Латышев К.С. Математическая модель стабильности трёхпозвоночного комплекса // Математическое моделирование. – 2006. – Т. 18, №10.
2. Reno Louis Surgery of the Spine. - Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1983. p. 55-58.
3. Denis F. Spinal instability as defined by the three column spine concept in acute spinal trauma. Clin. Orthop. 189:65. - 1984.
4. Denis, F. (1983): The three column spine and significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. Spine 8: 817-831
5. Громов А.П. Биомеханика травмы. - М.: Медицина, 1979. с.179 –210.
6. Fergusson R., Tencer A., Woodard P., Allen A. Biomechanical comparison of spinal fracture models and the stabilizing effects of posterior instrumentations. Spine 13:453. – 1988.
7. Thomas R. Maher, William Tallman Felmly, Michael O'Brien. Thoracic and Lumbar Fractures: Diagnosis and Management. // Spinal Surgery. – Philadelphia: J.B. Lippincott Company, 1991. vol.2. - p. 857 – 910.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗКИ ЛИСТОВЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ ЗАГОТОВОК ЭЛАСТИЧНЫМ РАБОЧИМ ИНСТРУМЕНТОМ

Семенов И.Е., Рыженко С.Н., Поворов С.В. (МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Прокатки» e-mail sieprof@mail.ru)

Abstract. This is article is relate about the process of cutting a thin sheet metal, with using elastic tool. Further relate about the method of analysis such as process whith using a finit element method.

Штамповка эластичным инструментом находит широкое применение в различных отраслях промышленности. При штамповке одну из рабочих частей штампа – пуансон или матрицу – заменяют эластичным инструментом. В таком процессе не требуется подгонка одной рабочей части к другой, благодаря чему упрощается процесс переналадки оборудования и снижается стоимость штамповой оснастки. При обработке тонколистовых заготовок эластичный рабочий инструмент применяют не только в операциях формообразования, а так же в разделительных операциях: резка, вырубка и пробивка.

В литературных источниках приводятся подробные описания разделительных операций, в которых эластичная среда помещена в закрытый объем. В таких операциях объем, в котором заключен эластомер, ограничен, благодаря чему удается создать достаточно большое давление эластичной среды на заготовку. Разделительные операции в которых эластомер находится в открытом объеме практически не изучены. В данной статье рассматривается один из таких процессов. На рис. 1 представлена геометрическая модель процесса резки тонколистовой алюминиевой заготовки жестким валом с эластичной насадкой.

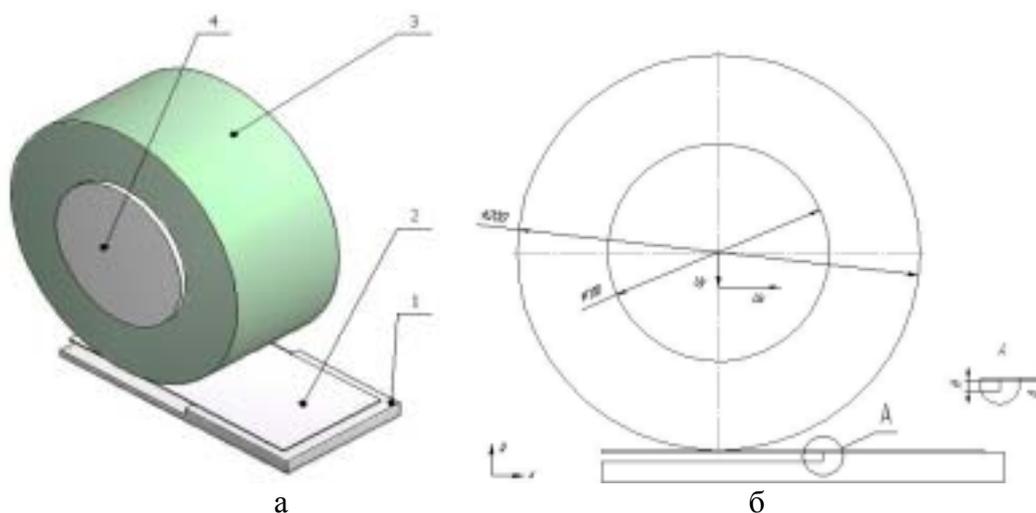


Рис. 1. Геометрическая модель

Модель состоит из жесткой матрицы 1 на которой расположена листовая заготовка 2, выполненная из алюминиевого сплава АД-1. Эластичная оболочка 3, изготовленная из полиуретана марки СКУ – ПФЛ, надета на жесткий вал 4. Матрица 1 является неподвижной. Правый край листовой заготовки (см. рис. 1б) жестко прикреплен к матрице. Резка заготовки происходит при движении жесткого вала слева-

направо. Перемещение вала происходит со скоростью 6 м/мин в два этапа: сначала вал опускается на величину $U_y = 15$ мм и прижимает заготовку к матрице, затем вал совершает горизонтальное перемещение $U_x = 80$ мм, при этом движении происходит резка заготовки.

Моделирование процесса резки проводилось в программном комплексе Ansys/Ls-Dyna, бесплатно предоставленным МГТУ им. Н.Э. Баумана московским представительством фирмы CAD-FEM GmbH, который позволяет решать динамические задачи методом конечных элементов с учетом нелинейных свойств материалов и контактным взаимодействием тел. При создании конечно-элементной модели был принят во внимание тот факт что в сечении модели, перпендикулярном оси вала и проходящем через середину правого торца листа, будет плоско деформированное состояние. Благодаря чему становится возможным рассматривать при моделировании не полную объемную модель, а плоское сечение которому соответствует плоское деформированное состояние. При составлении конечно-элементной модели было принято что матрица 1 и жесткий вал 4 являются абсолютно жесткими телами. Поведение полиуретановой оболочки было описана двух-параметрической моделью Муни-Ривлина с постоянными параметрами $C_{01}=0.83$, $C_{10}=2.5$. Плотность полиуретана $\rho = 3000$ кг/м³. Заготовка из алюминиевого сплава АД-1 обладает следующими механическими свойствами: предел текучести $\sigma_T = 30$ МПа; модуль упругости первого рода $E = 1,0 \cdot 10^5$ МПа; модуль упрочнения $E_u = 110$ МПа; коэффициент Пуассона $\nu = 0,31$; плотность $\rho = 2710$ кг/м³. Для моделирования поведения материала заготовки была принята модель Джонсона-Кука (№ 15 - MAT_JOHNSON_COOK по классификации Ls-Dyna). Эта модель материала позволяет учесть нелинейное поведение материала, а также включает в себя критерии феноменологической модели разрушения Колмогорова. Для адекватного описания процессов разрушения необходимо знать диаграмму пластичности материала (рис. 2), которая связывает величину предельной деформации сдвига Λ от жесткости напряженного состояния Π , коэффициента напряженного состояния (коэффициента Лодэ).

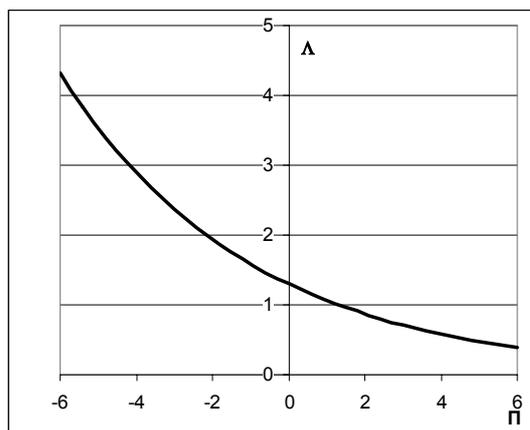


Рис. 2. Диаграмма пластичности алюминиевого сплава АД-1

При моделировании процессов ОМД в каждый момент времени по диаграмме пластичности вычисляется предельная деформация сдвига, суммируется с накопленной к этому времени деформацией и определяется, исчерпал пластичность элемент материала или нет. В этом случае удается также учесть историю нагружения. При описании контакта были приняты коэффициенты трения: между матрицей и заготовкой $\mu = 0.1$, между заготовкой и эластомером $\mu = 0.14$, между эластомером и жестким валом и матрицей $\mu = 0,14$. На рис. 3 показан вид конечно-элементной модели.

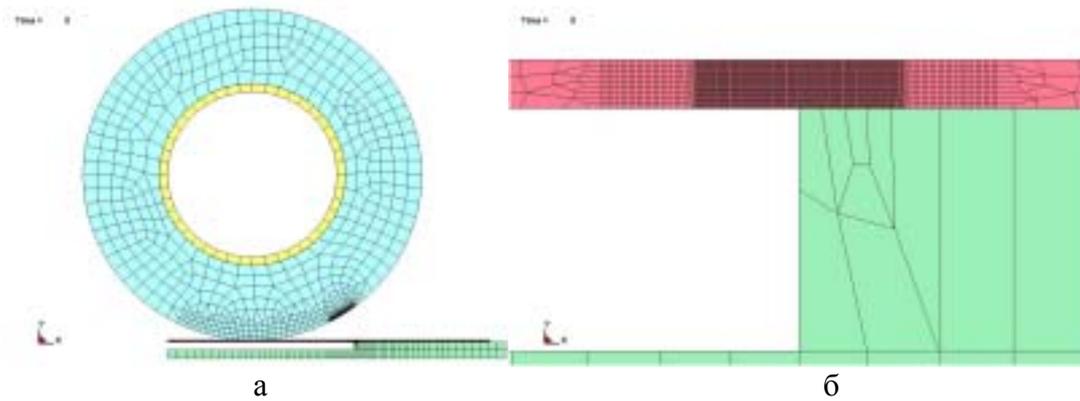


Рис. 3. а- конечно-элементная модель, б- вид модели в зоне режущей кромки.

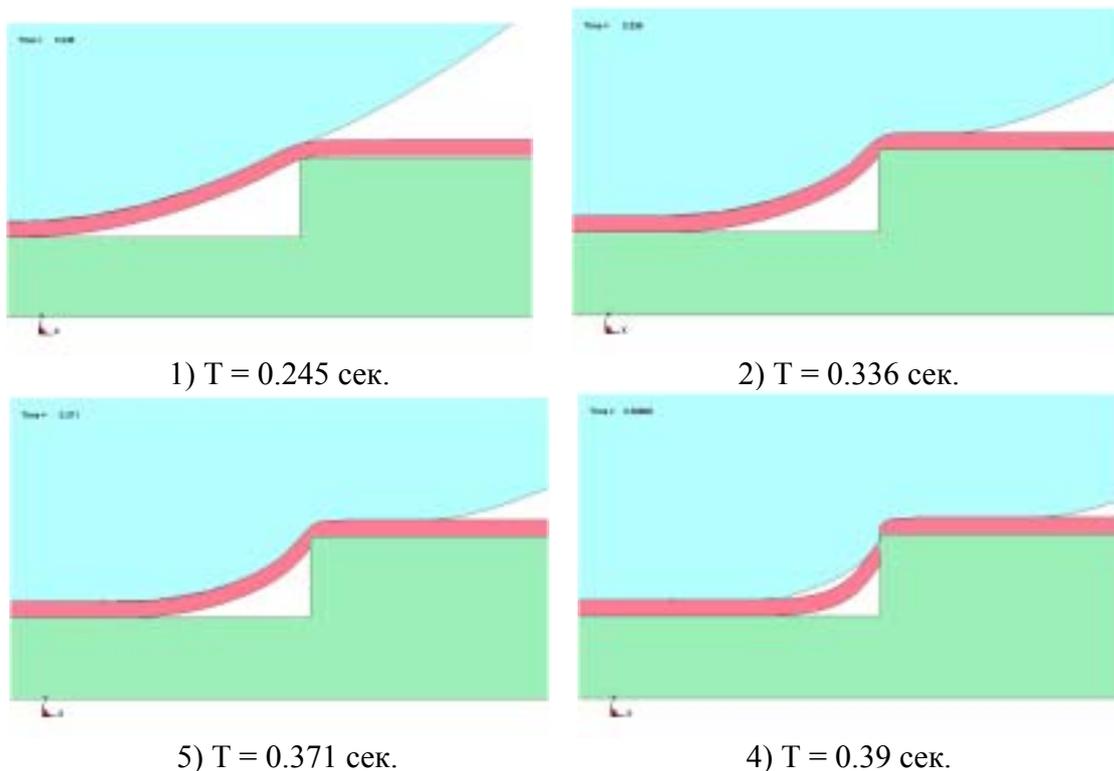
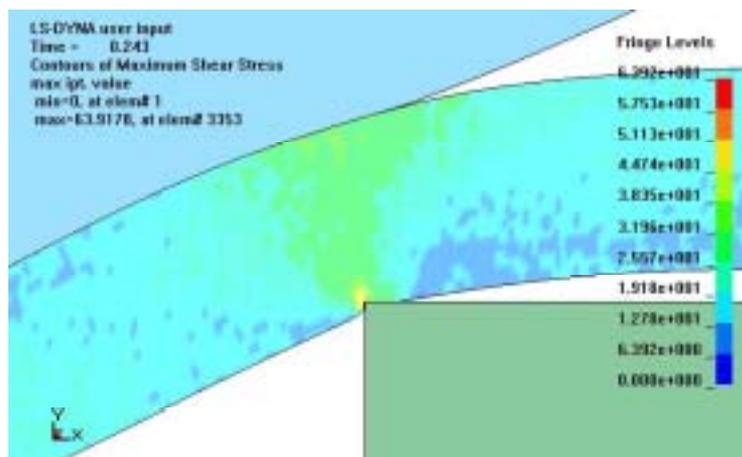


Рис. 4. Последовательные виды модели в соответствующие моменты времени.

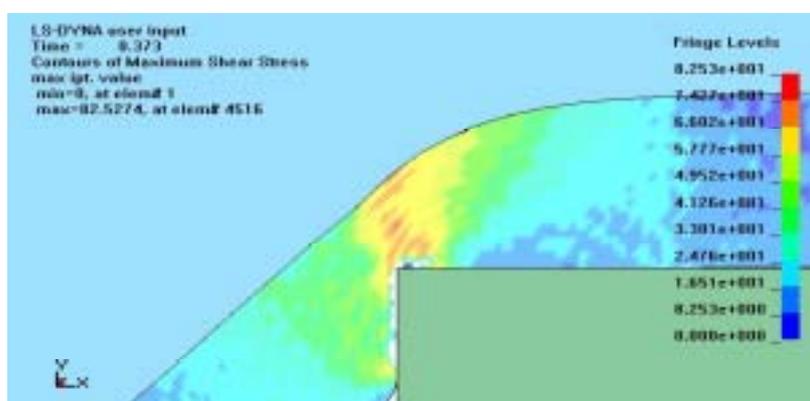
На рис. 4 показан вид деформированной модели, полученный в результате расчета, в разные моменты времени. В момент времени $T=0.245$ сек. начинается внедрение режущей кромки в материал заготовки и формируется очаг пластической деформации. В момент времени $T=0.336$ сек. происходит развитие пластического сдвига в заготовке. К моменту времени $T = 0.371$ сек. пластический сдвиг достигает максимального значения, после чего к моменту времени $T = 0.39$ сек. происходит окончательное разрушение заготовки.

На рис. 5 а и 5 б показаны поля распределения эквивалентных напряжений и деформаций по Мизесу в эластичной оболочке на момент разрушения заготовки.

Из рис. 5а видно что в начале пластического сдвига касательные напряжения достигают величин 35-45 МПа и при дальнейшем сдвиге несколько увеличиваются за счет упрочнения материала в зоне интенсивной деформации. В конце пластического сдвига (рис. 5 б) напряжения резко возрастают до значений 75 МПа при которых происходит в дальнейшем хрупкое разрушение.



а



б

Рис. 5. Поля касательных напряжений в зоне разделения.
(а — начало пластического сдвига, б — конец пластического сдвига).

Выводы. В результате проделанной работы была создана конечно-элементная модель описывающая процесс разделения заготовки вращающимся эластичным инструментом для металлических листовых материалов. Полученные результаты и сравнение их с экспериментальными позволяют рекомендовать данную схему разделения из алюминиевых и подобных сплавов для листовых заготовок толщиной до 1мм.

Работа выполнена при финансовой поддержке Федерального агентства по образованию Министерства науки и образования РФ в рамках аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2006-2008 годы)»

Литература

1. Технология и автоматизация листовой штамповки: Учебник для вузов / Е. А. Попов, В. Г. Ковалев, И. Н. Шубин. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000.

ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ ТОНКОЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА ЭЛАСТИЧНОЙ СРЕДОЙ

Сербин А.Г., Семенов И.Е. (г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра «Оборудование и технологии прокатки» email: serbin2004@inbox.ru)

Abstract. In this article presented analysis of process of cutting of sheet metal by the elastic tool.

Проектирование и отладка технологических процессов разделения тонколистового металла эластичной средой достаточно трудоемкий процесс. Одним из недостатков существующих технологий является, необходимость окончательной доводки разработанной технологии, заключающейся в уточнении параметров рабочего инструмента. В последнее время началось внедрение высокопроизводительной вычислительной техники, позволяющей сократить затраты времени на разработку технологии разделения на окончательном этапе. Это стало возможным благодаря применению математических моделей процесса, позволяющих в зависимости от геометрических параметров детали и характеристик материала определять напряженно-деформированное состояние заготовки на любом этапе технологического процесса.

Применение программ, в основу которых заложен метод конечных элементов, позволяет оценить напряженно-деформированное состояние заготовки без упрощающих гипотез в условиях близких к реальным, с возможностью (с высокой степенью точности) заменять реальные технологические процессы их компьютерным аналогом [1].

В представленной исследовательской работе использовался многоцелевой конечно-элементный пакет ANSYS-LSDYNA/STRUCTURAL, бесплатно предоставленного МГТУ им. Н.Э. Баумана московским представительством фирмы CAD-FEM GmbH, применяемый при моделировании высоколинейных и нелинейных процессов. На рис.1 представлена схема процесса разделения тонколистового металла эластичной средой. Эластичная среда 1, изготовленная из полиуретана СКУ-ПФЛ, заключена в подвижный контейнер 2. На неподвижном жестком пуансоне 3 размещена тонколистовая алюминиевая заготовка 4 толщиной 0.5 мм, изготовленная из алюминиевого сплава марки АД-1.

Было разработано и проанализировано более 10 различных математических моделей, в которых варьировались геометрические параметры заготовки и неподвижного жесткого пуансона.

Конечно-элементная модель процесса вырубki заготовки диаметром 40 мм на пуансоне диаметром 20 мм в начальный момент времени показана на рисунке 2 а. На рисунке 2 б показана КЭ-модель процесса с адаптивно перестроенной сеткой в произвольный момент времени.

Процесс разделения тонколистового металла состоит из трех основных этапов. На первом этапе (рис. 1), вследствие перемещения контейнера 2 навстречу пуансону 3 эластичная среда 1 начинает взаимодействовать с тонколистовой заготовкой 4 и подгибать свободный край листовой заготовки.

На втором этапе (рис. 3.) происходит накопление пластической деформации в очаге и начинается пластическое (чистый сдвиг) разрушение заготовки [2]. На третьем этапе происходит отрыв свободных кромок заготовки от металла, взаимодействующего с пуансоном (см. рис. 4.).

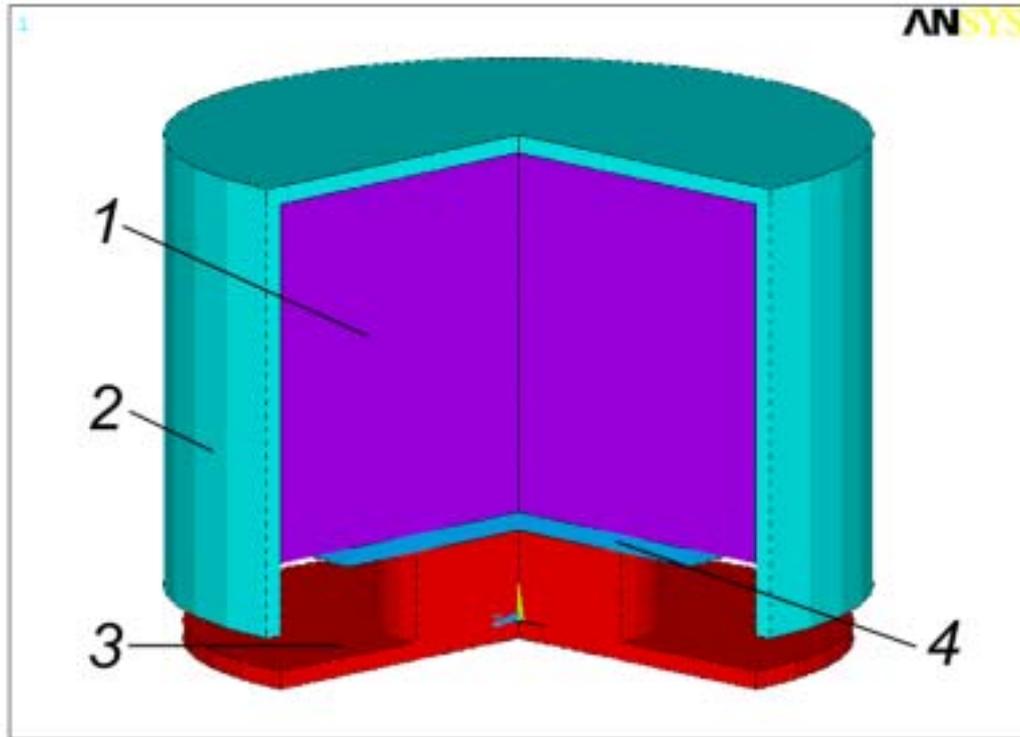


Рис. 1. Схема процесса разделения тонколистового металла эластичной средой

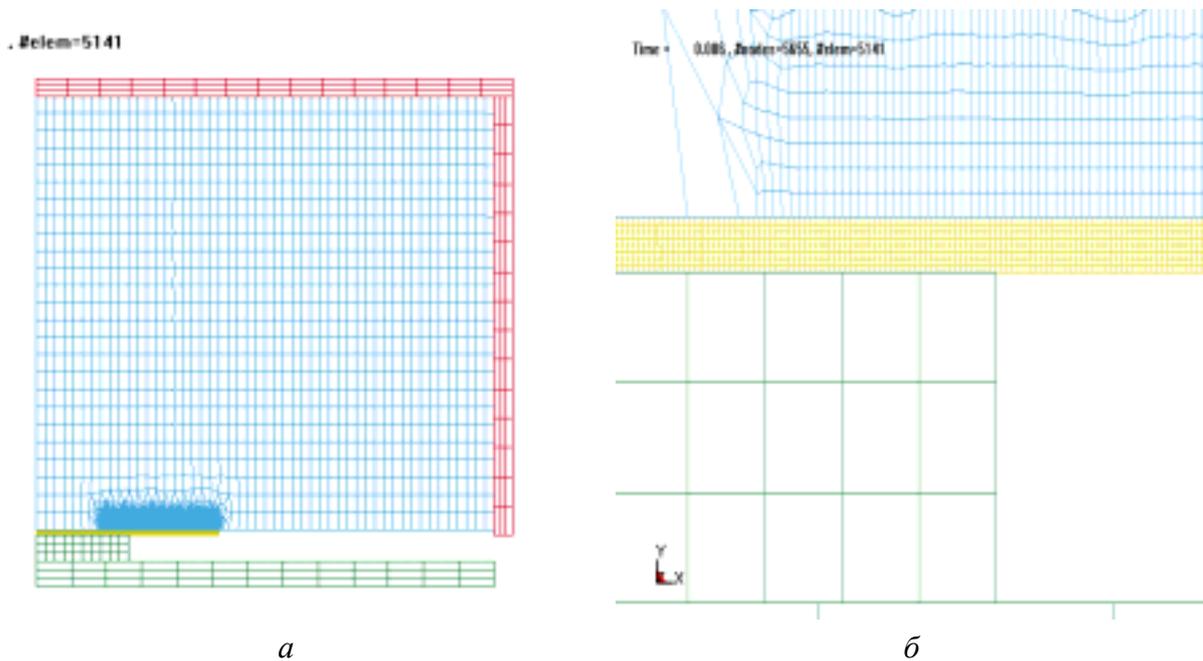
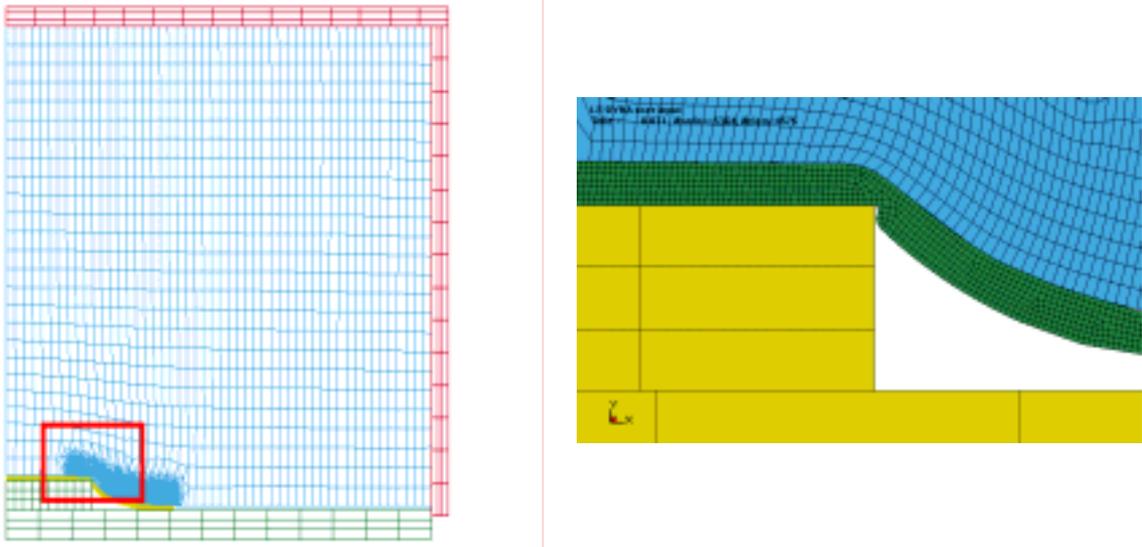


Рис. 2. Конечно-элементная модель процесса вырубki жестким пуансоном

На рис.5 представлены поля осевых напряжений в заготовке (рис. 5 а) и полиуретане (рис. 5 б) максимальные значения, которых не превышают 170 МПа. Следует отметить, что своих максимальных величин осевые напряжения σ_y достигают, в момент образования первых трещин в заготовке.



a

б

Рис. 3. Деформация полиуретана и заготовки перед разрушением
 а) - конечно-элементная модель процесса вырубки
 б) - зона максимальных пластических деформаций

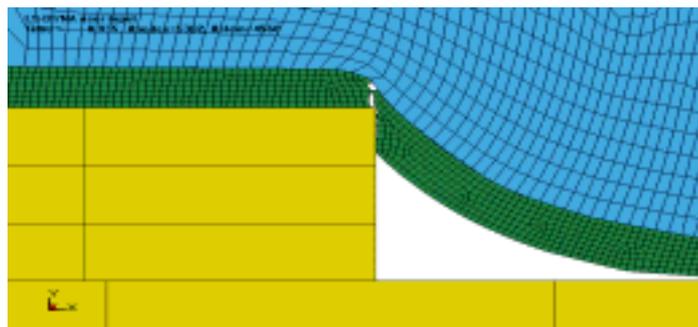


Рис. 4. Полное разделение

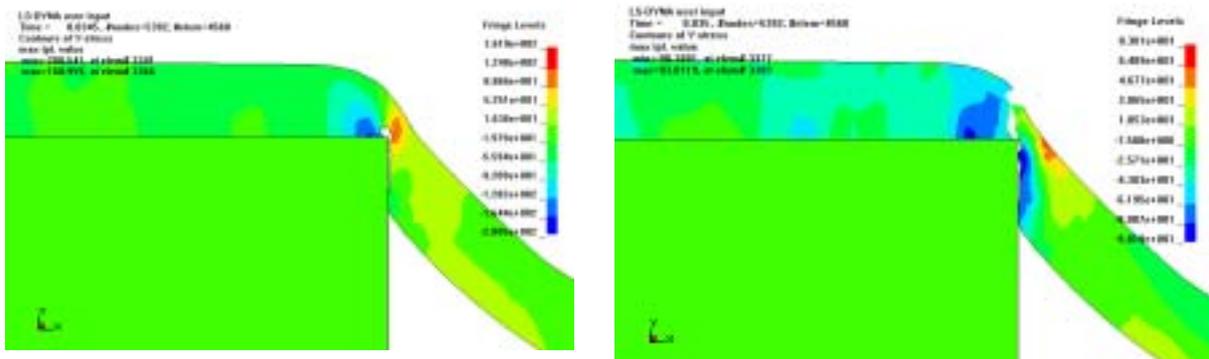


Рис. 5 - Поля осевых напряжений σ_y в различные моменты относительного времени t в заготовке (а) и полиуретане (б)

На рис. 6. представлены поля пластических деформаций в заготовке, значения, которых максимальны в момент отрыва свободных кромок от основного массива металла заготовки и не превышают 96%.

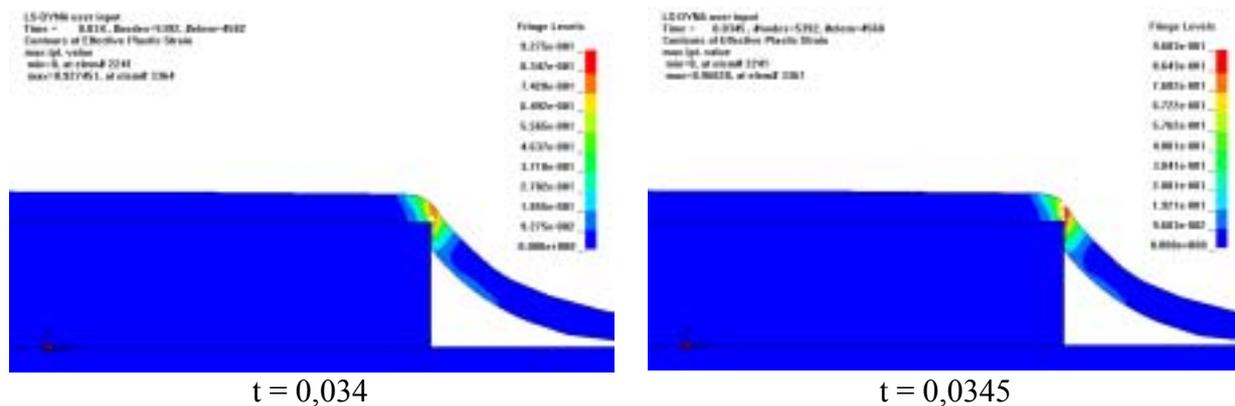


Рис. 6 - Поля интенсивности пластической деформации ε_i в различные моменты относительного времени в заготовке

В результате проведенных нами исследования процесса разделения тонколистового эластичной средой с помощью конечно-элементных математических моделей можно сделать вывод, что разработанные математические модели позволяют эффективно решать задачи моделирования в установленных пределах толщин.

Таким образом, представляется перспективным применение алгоритма математического моделирования процессов разделения, основанного на методе конечных элементов. При этом использование данной методики позволяет уменьшить затраты на эксперименты и выполнить оптимизацию параметров настройки оборудования. Полученная точность определения параметров напряженно-деформированного состояния удовлетворяет минимальным технологическим требованиям (ошибка не превышает 10-15%).

Работа выполнена при финансовой поддержке Федерального агентства по образованию Министерства науки и образования РФ в рамках аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2006-2008 годы)».

Литература

1. О. Зенкевич. Метод конечных элементов в технике. М., Мир, 1975 – 542 с.
2. Колмогоров В.Л. Механика обработки металлов давлением. Москва, Металлургия, 1986 – 687 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ НУЖД МОРЕПЛАВАНИЯ И РЫБОЛОВСТВА

Сердюк О.А., Трояновский В.М. (г. Москва, г. Зеленоград,
Московский государственный институт электронной техники, кафедра
«Информатики и программного обеспечения вычислительных систем»,
e-mail: serdyukolga@yandex.ru, troy40@mail.ru)

Abstract. The problem of multiparameter identification with the purpose of operative specification of parameters for a concrete point of sea and the limited intervals of time for needs of navigation and fishery. Application of the theory of random processes to define the key parameters of mathematical model and to develop information model for reception of necessary current data from the international services of monitoring.

Мореплавание и рыболовство – области человеческой деятельности, для описания которых используются сложные динамические многопараметрические системы. Рассмотрим эти процессы на основе следующей гипотетической ситуации.

Спутник информационной службы, пролетая над некоторым участком моря, обнаружил значительную концентрацию промысловой рыбы и передал Центр координаты и некоторые дополнительные параметры обнаруженного косяка. Из Центра можно переслать команду на изменение курса близлежащего траулера. Однако при этом необходимо учитывать две совокупности параметров:

1. Для косяка рыб известны лишь кратковременные замеры со спутника координат и текущее направление движения. Дальнейшее перемещение косяка на самом деле может зависеть скорости течения, его направления, от изменения температуры воды, волнения моря, близости хищных животных и т.д. При этом следует отметить, что для конкретной точки моря часть параметров можно уточнить по географическим, геофизическим картам и справочникам и определить их как условно-постоянные данные. А другая часть параметров может оперативно динамически изменяться во времени.
2. Для траулера – его мореплавание и рыболовство зависит от таких существенных параметров, как высота волны, волнения моря, температуры воздуха, течения вдоль траектории сближения с косяком рыб и т.д.

Таким образом, становится ясно, что полную модель построить достаточно сложно.

Получение информации о фактическом и прогнозируемом состоянии окружающей природной среды и эффективность ее использования обеспечивается глобальностью и непрерывностью наблюдений за природными явлениями. Для получения соответствующих данных во всем мире работают целые институты, центры и лаборатории, задействованы суперЭВМ и используются сложные нелинейные динамические модели метеопроцессов в масштабах Земного шара, разрабатываются автоматизированные системы краткосрочных и долгосрочных прогнозов. Гидрометеорологическая служба содействует формированию и развитию международных наблюдательных сетей и международному обмену информацией о состоянии окружающей природной среды (1). Тем не менее, прогнозы имеют достаточно общий характер и даются для большой территории и, как правило, требуют уточнения для каждой конкретной точки.

Параметры изменяются динамически и зависят от предыдущих состояний на конкретный промежуток времени.

Переход к прогнозам на ближайший временной период и в локальном районе позволяет строить более простые линейные модели на основании данных, полученных от международных систем мониторинга.

Для реализации данной модели требуется разработка специальных программ сбора данных из сети Интернет. Далее необходимо формирование массивов исходных данных для построения и работы модели. Такие данные будут включать как числовые значения метеопараметров, так и графические в виде прогностических карт метеорологических полей (рис. 1).

Точка для расчета параметров

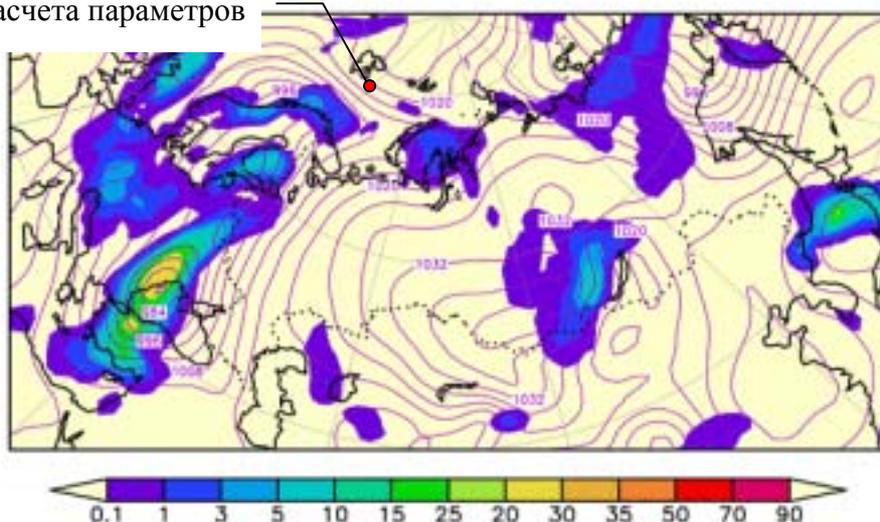


Рис. 1. Карта прогноза осадков (2)

Центральным моментом математической модели является разработка алгоритма для определения основных параметров модели, который, очевидно, будет базироваться на применении теории случайных процессов, так как она является наиболее адекватным математическим аппаратом для анализа процессов в динамических системах (3).

Даже в условиях возможной линеаризации (при решении задач в малом) модель оказывается многопараметрической и динамической.

Естественно модель не может быть абсолютно полной и часть параметров отсутствует, что должно быть учтено как влияние неизвестной помехи. При этом схема анализа приводится к следующему виду.

Применительно к многопараметрическим объектам с независимыми входами (рис.2) идентификацию можно осуществить тремя разными способами:

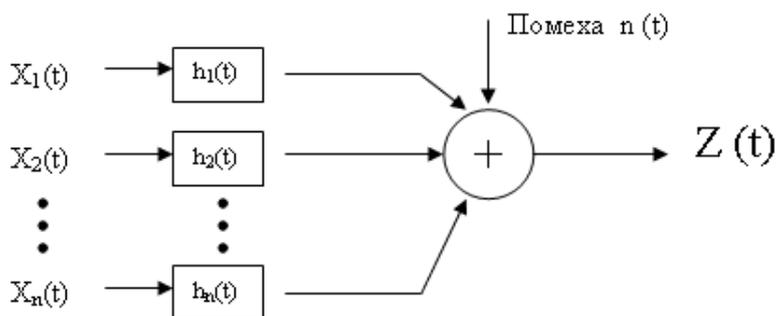


Рис.2.

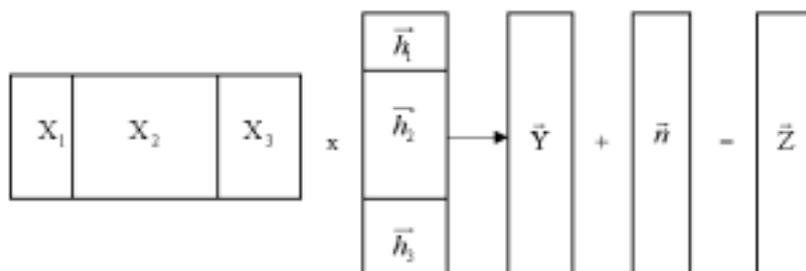
- по каждому отдельному каналу;
- по всем каналам с игнорированием ненулевой взаимной корреляции данных при ограниченных интервалах наблюдения;
- одновременно по всем каналам с учетом всех текущих корреляций.

При матричной записи сигналов и весовых функций:

$$\vec{Z} = \vec{Y} + \vec{n} = X\vec{h} + \vec{n} ,$$

где $\vec{h} = \begin{bmatrix} \vec{h}_1 \\ \vec{h}_2 \\ \vec{h}_3 \end{bmatrix}$ и $X = [X_1 X_2 X_3]$.

Получаем:



Несмещенная и состоятельная оценка вектора \vec{h} в первом приближении определяется как [2]:

$$\hat{h} = A_{xx}^{-1} \vec{R}_{xz} ,$$

где A_{xx}^{-1} – матрица, обратная матрице $A_{xx} = X'X$, и вектор $\vec{R}_{xz} = X'\vec{z}$.

При независимой δ -коррелированной помехе ковариационная матрица погрешности имеет вид:

$$C_{\Delta h} \approx \frac{\sigma_n^2}{m k^2} K_{xx}^{-1} ,$$

где K_{xx}^{-1} - матрица, обратная матрице ковариации вектора входного сигнала.

В соответствии с рассмотренным подходом может быть построена информационная модель для получения необходимых текущих сведений из международных служб мониторинга, а также построена и решена задача многопараметрической идентификации и для косяка рыб, и для условий рыболовства и мореплавания с целью оперативного уточнения параметров для конкретной точки моря и ограниченных интервалов времени.

Литература

1. Федеральный закон «О гидрометеорологической службе» № 113-ФЗ от 13.06.1998 г.
2. Интернет-сайт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - <http://www.meteoinfo.ru/>.
3. Трояновский В.М. Информационно-управляющие системы и прикладная теория случайных процессов: Учеб. пособ. – М.: Гелиос АРВ, 2004. – 304 с.

ВЕБ-СЕРВИСЫ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ НЕДООПРЕДЕЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ НАУЧНЫХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Смирнов И.Е., Смирнов К.Е. (г. Москва, Российский НИИ искусственного интеллекта; Московская область, г. Долгопрудный, Московский физико-технический институт, кафедра системной интеграции и менеджмента, e-mail: ivan.smirnov@motorway.ru)

Abstract. Web-services based on the underdetermined models technology are considered in the article. This technology substantially extends spectrum of solvable math problems and can be used for effective scientific and educational services.

В связи с быстрым развитием Web-технологий все большее распространение получают так называемые «веб-сервисы» - средства автоматизации решения различных задач в сети Internet с использованием Web-приложений. Основными преимуществами веб-сервисов являются возможность доступа к информации из любой точки мира, хранение больших объемов данных на сервере и возможность коллективной работы. В данной статье рассматриваются вопросы создания веб-сервисов для научных и образовательных приложений на основе технологии недоопределенных моделей (Н-моделей), разработанной в Российском НИИ искусственного интеллекта (1).

Базовыми технологиями для создания многопользовательских веб-сервисов являются технология Н-моделей, Web-технологии и технологии визуализации (двумерной и трехмерной). Трехмерная визуализация результатов вычислений с использованием виртуальной реальности позволяет увеличить объем и качество анализируемой информации и обеспечить манипулирование данными в трехмерном пространстве модели. Основной платформой для создания веб-сервисов является многопользовательская сетевая среда на основе недоопределенной математики (2).

Основной технологией проекта является технология Н-моделей, предложенная в начале 80-х годов в Российском НИИ искусственного интеллекта для представления и обработки не полностью определенных знаний. Данная технология относится к направлению «программирование в ограничениях». Она основана на описании задачи в виде модели (совокупности отношений, связывающих переменные), а не алгоритма. Отношения могут иметь вид уравнений, неравенств, логических выражений и др.

Преимуществами данной технологии для построения веб-сервисов для научных и образовательных приложений являются универсальность, мощность и значительное расширение решаемых классов задач по сравнению с традиционными методами вычислительной математики.

Один из основных компонентов веб-сервиса - универсальный вычислитель для разработки компьютерных моделей, основанный на использовании технологии Н-моделей. Пользователи веб-сервиса для научных приложений получают мощный инструмент для сложных инженерных и научных расчетов, возможность разработки и вычисления моделей. Доступ к сервису производится с помощью Internet-браузера, а вся вычислительная нагрузка ложится на сервер.

Программный комплекс, с помощью которого организуется взаимодействие участников, позволяет вести коллективную разработку компьютерных моделей, управлять источниками исходной информации, а также получать доступ к результатам вычислений, которые могут быть представлены как в общепринятом виде, так и с помощью технологий виртуальной реальности. Работа над созданием сложной модели

может разделяться между пользователями – каждый пользователь работает над своей структурной частью общей модели, а в дальнейшем производится объединение всех структурных частей в одну общую модель.

В образовательных приложениях веб-сервисы на основе N-моделей могут быть использованы для проведения вычислений, интерактивного изучения различных курсов, многопользовательской работы над проектами и др.

Важное требование к веб-сервису – простота использования и наличие удобного пользовательского интерфейса. Для этого может быть применена технология ASP.NET, Microsoft Silverlight и др. Благодаря этому обеспечивается удобный интерфейс, двумерная визуализация результатов вычислений с множеством опций и др.

Перечисленные возможности качественно повышают эффективность веб-сервисов для научных и образовательных приложений.

Литература

1. А.С. Нариньяни. Неоднозначность в системах представления и обработки знаний. // Изв. АН СССР. Техн. кибернетика. – 1986. - № 5. - С. 3-28.
2. Смирнов Е.П., Смирнов К.Е., Смирнов И.Е. Сетевая реализация многопользовательской среды компьютерного моделирования сложных систем на основе технологии неоднозначных моделей. Сборник научных трудов Научной сессии МИФИ-2008. Т.10. - С. 99-100. Москва, 2008.

ОБРАБОТКА АСТРОНОМИЧЕСКИХ ОБСЕРВАЦИЙ ПО ЗВЕЗДАМ С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА ПРИКЛАДНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПРОГРАММ

Вульфович Б.А., Фогилев В.А. (МГТУ, кафедра судовождения)

Abstract. The problem of using special software products and computer systems during Celestial Fixes has been considered in the article. The great attention is paid to the simplicity and accuracy estimation of the ship's fix due to substitution "line of position" (LOP) method by the analytical modes of working up while the astronomical ships' fixing. The author has proposed perspective ways in the research of the Celestial Fixes.

В последнее время в различных странах ведутся исследования по автоматизации судовых процессов, в том числе и процесса судовождения. Составной частью комплексных судовых систем автоматизации являются различные вычислительные устройства и, в частности, электронные вычислительные машины (ЭВМ). В связи с этим большое значение приобретает математическая и логическая трактовка задач, алгоритмы которых реализуются вычислительными устройствами, входящими в состав систем судовой автоматизации.

Следует заметить, что автоматизация судовождения, помимо предъявления новых требований к математическому изложению известных задач навигации и управления судном, выдвигает и ряд новых задач, как, например, комплексирование навигационных измерений.

Происходит широкое внедрение механизации и автоматизации во все технологические и производственные процессы. Под производственными процессами в судовождении понимают способы получения всей информации, необходимой для осуществления контроля за движением судна, а также управления этим движением.

Таким образом, основными составляющими проблемами автоматизации судовождения являются: получение навигационной информации, обработка навигационной информации, управление судном как объектом автоматического регулирования.

Большая часть функциональной деятельности судоводителя связана с выполнением множества различных, в том числе весьма сложных, вычислений. Поэтому капитан и штурман в своей практике широко пользуются специальными таблицами, номограммами, графиками и другими пособиями, которые несколько облегчают и упрощают их труд. Однако не всегда перечисленные пособия позволяют решать задачи быстро и безошибочно. По исследованию Л.Р. Аксютин [2], из 405 задач по астрономии, выполненных судоводителями средней квалификации, ошибки были допущены в 184 случаях. Таким образом, вероятность промаха при решении достигается 0,45. Очевидно, что на помощь судоводителю должны прийти простые и удобные в использовании вычислительные системы, специально разработанные или приспособленные для решения навигационных задач. На ряде судов уже сейчас внедрены автоматизированные навигационные комплексы, которые освобождают судоводителя от многих вычислительных работ. Внедрение на судах морского и рыболовского флотов ЭВМ, включенных в навигационные комплексы, будет представлять значительный скачок в области судовождения.

В основе начатой работы лежит идея отказа от общепринятого метода линий положения и связанной с ним графической прокладки этих линий на бумаге. Вместо линий положения (касательных) непосредственно рассматриваются исходные

изолинии-изостадии – малые круги на небесной сфере с радиусами, равными измеренным навигационным параметрам - высотам светил h_{o1} и h_{o2} .

При таком подходе отпадает нужда в трудоёмком расчёте счислимых значений высот h_{c1} и h_{c2} . Во-вторых, устраняется принципиальная погрешность от замены изолинии (дуг кривых) их линиями положения (касательными к этим дугам). На эту принципиальную погрешность накладывается и погрешность самого графического построения. В итоге обсервованное место судна M_o как точка пересечения изолиний будет гораздо ближе к истинному месту, чем точка пересечения касательных к изолиниям (линиям положения). Общая погрешность при этом может достичь нескольких миль при плохом знании счислимого места в упомянутых критических ситуациях.

Метод итераций удобен при определении места судна по высотам двух звёзд (или звезды и планеты). Для этого в уравнения изолиний-изостадий (кругов равных высот) $z_{o1} = (90^\circ - h_{o1}) = const$ и $z_{o2} = (90^\circ - h_{o2}) = const$ подставляются координаты $(\delta_{1,2}; t_{1,2})$ и обсервованные высоты $h_{1,2}$ обеих звезд. Тогда имеет место система: двух уравнений относительно искомым обсервованным координат φ_o и λ_o .

$$\begin{cases} \sin h_{o1} = \sin \varphi_o \sin \delta_1 + \cos \varphi_o \cos \delta_1 \cos(t_{gp1} \pm \lambda_{wo}^E) \\ \sin h_{o2} = \sin \varphi_o \sin \delta_2 + \cos \varphi_o \cos \delta_2 \cos(t_{gp2} \pm \lambda_{wo}^E) \end{cases}$$

На первый взгляд, система проста: есть два уравнения и лишь два неизвестных - φ_o и λ_o , да и геометрический смысл прост, искомые координаты $\varphi_o; \lambda_o$ определяются точкой пересечения изостадий в окрестности счислимой точки $M_c(\varphi_c; \lambda_c)$.

Однако в конечном виде система уравнений легко не решается, ибо искомые $\varphi_o; \lambda_o$ являются аргументами разных тригонометрических функций. В этих условиях оказывается удобным метод итераций, или последовательных приближений.

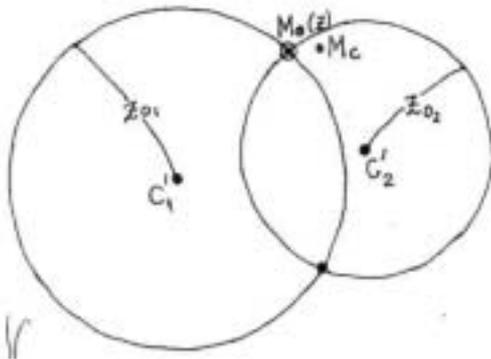


Рис. 1

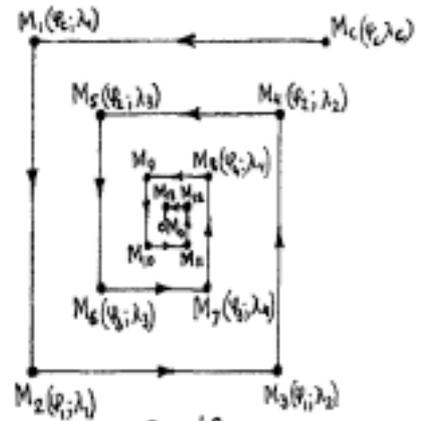


Рис. 2

Геометрически итерационный процесс выглядит следующим образом. У каждой последующей точки уточняется одна из координат, например, сначала широта φ , а потом долгота λ . Покажем, как разворачивается этот процесс, начиная с исходных координат счислимой точки $M_c(\varphi_c; \lambda_c)$.

Перепишем систему без индексов координат судна $(\varphi; \lambda)$:

$$\begin{cases} \sin h_{o1} = \sin \varphi \sin \delta_1 + \cos \varphi \cos \delta_1 \cos(t_{gp1} \pm \lambda_{wo}^E) \\ \sin h_{o2} = \sin \varphi \sin \delta_2 + \cos \varphi \cos \delta_2 \cos(t_{gp2} \pm \lambda_{wo}^E) \end{cases}$$

Подставим в систему счислимую широту $\varphi = \varphi_c$ и тем самым найдем первое приближение долготы $\lambda = \lambda_1$:

$$\cos(t_{\text{гп1}}^* \pm \lambda_{\text{W1}}^E) = \frac{(\sin h_{o1} - \sin \varphi_c \sin \delta_1)}{(\cos \varphi_c \cos \delta_1)}$$

откуда

$$\lambda_1 = (t_{\text{гп1}}^* \pm \lambda_{\text{W1}}^E) - t_{\text{гп1}}^*$$

Таким образом, найдена первая итерационная точка: $M_1(\varphi_c; \lambda_1)$

Теперь подставим найденную долготу $\lambda = \lambda_1$ во второе уравнение и будем искать первое приближение широты $\varphi = \varphi_1$:

$$\sin h_{o2} = \sin \varphi_1 \sin \delta_2 + \cos \varphi_1 \cos \delta_2 \cos(t_{\text{гп2}}^* \pm \lambda_{\text{W1}}^E)$$

Уравнение содержит искомую широту φ_1 под знаками \sin и \cos , поэтому его удобно переписать в виде:

$$A \sin \varphi_1 + B_1 \cos \varphi_1 = N,$$

где $A = \sin \delta_2 = \text{const}$; $B_1 = \cos \delta_2 \cos(t_{\text{гп2}}^* \pm \lambda_{\text{W1}}^E)$; $N = \sin h_{o2} = \text{const}$

Уравнение можно решить различными способами; наиболее удобен – тригонометрический, в итоге найдем приближение широты φ_1 :

$$\text{tg } \theta_1 = \frac{B_1}{A}, \quad \sin(\varphi_1 + \theta_1) = \frac{N}{\sqrt{A^2 + B_1^2}}; \quad \varphi_1 = (\varphi_1 + \theta_1) - \theta_1$$

Таким образом, найдена вторая итерационная точка: $M_2(\varphi_1; \lambda_1)$

Второе приближение долготы $\lambda = \lambda_2$ найдем по аналогичным формулам, где вместо φ_c стоит итерация широты $\varphi = \varphi_1$:

$$\cos(t_{\text{гп1}}^* \pm \lambda_{\text{W2}}^E) = \frac{(\sin h_{o1} - \sin \varphi_1 \sin \delta_1)}{(\cos \varphi_1 \cos \delta_1)}$$

откуда

$$\lambda_2 = (t_{\text{гп1}}^* \pm \lambda_{\text{W2}}^E) - t_{\text{гп1}}^*$$

Таким образом найдена третья итерационная точка: $M_3(\varphi_1; \lambda_2)$,

Второе приближение широты $\varphi = \varphi_2$ находим по аналогичным формулам. Куда вместо широты φ_1 подставлена искомая широта φ_2 , а вместо λ_1 - найденная долгота λ_2 :

$$A \sin \varphi_1 + B_1 \cos \varphi_1 = N, \quad \text{где } B_2 = \cos \delta_2 \cos(t_{\text{гп2}}^* \pm \lambda_{\text{W2}}^E)$$

$$\text{tg } \theta_2 = \frac{B_2}{A}, \quad \sin(\varphi_2 + \theta_2) = \frac{N}{\sqrt{A^2 + B_2^2}}; \quad \varphi_2 = (\varphi_2 + \theta_2) - \theta_2$$

Таким образом найдена четвертая итерационная точка: $M_4(\varphi_2; \lambda_2)$.

По изложенной методике итерационный процесс можно продолжать, например, до тех пор, пока одновременно не выполнится:

$$|\varphi_{i+1} - \varphi_i| \leq \varepsilon; \quad |\lambda_{i+1} - \lambda_i| \leq \varepsilon, \quad \text{где критерий } \varepsilon = |0.2'|$$

Можно показать, что сходимость процесса обеспечена; в частности, его необходимым условием, является то, что исходной служит счислимая точка, близкая к искомой. Наконец, о практической ценности метода. Несмотря на сравнительную простоту формул цикла алгоритма 'ручные' калькуляторные вычисления по ним весьма утомительны, особенно если количество циклов может оказаться больше двух-трех. Однако, если составит по этим формулам программу и автоматизировать вычисления, то итеративный метод следует признать простым и удобным.

К примеру, для счислимого места судна M_c ($\varphi_c = 48^\circ 47.0' N$; $\lambda_c = 46^\circ 46.0' W$) при измеренных высотах звезд $h_{o1} = 49^\circ 17.8'$; $h_{o2} = 42^\circ 15.2'$ (остальные данные опущены) обсервованные координаты оказались равными: M_o ($\varphi_o = 48^\circ 54.4' N$; $\lambda_o = 46^\circ 53.7' W$). Для получения этого результата понадобилось 13 итераций [9]. Обработка же на ручном программируемом калькуляторе по нашему алгоритму заняла 4-5 сек. (с тем же результатом).

Этот же пример был обработан с помощью пакета прикладных математических программ *Mathematica*®. В результате решения данной системы уравнений было

получено 4 пары корней $M_o(\{\varphi_o = 169^{\circ}42.43' N ; \lambda_o = 56^{\circ}46.47' W\}; \{\varphi_o = 48^{\circ}54.41' N ; \lambda_o = 46^{\circ}54.00' W\}; \{\varphi_o = 10^{\circ}17.57' N ; \lambda_o = 123^{\circ}13.32' W\}; \{\varphi_o = 131^{\circ}05.60' N ; \lambda_o = 133^{\circ}05.99' W\})$. Выявить 3 пары посторонних корней достаточно просто, так как известны координаты счислимой точки. В итоге, координаты обсервованной точки имели следующие значения $M_o(\varphi_o = 48^{\circ}54.41' N ; \lambda_o = 46^{\circ}54.00' W)$.

Теоретические разработки планируется подкрепить практическими обсервациями в море. При этом каждому "астрономическому" месту будет соответствовать место, полученное по спутниковой аппаратуре. Его координаты, рассматриваемые как абсолютные (с погрешностью менее $0.1'$), позволят установить реальную точность определения места судна в море по двум звёздам. Получение этих результатов можно считать не менее важной задачей, чем внедрение аналитических методов при обработке астрономических обсерваций. Они должны внести определённую ясность в противоречивые оценки специалистов о реальной точности определения места судна методами мореходной астрономии на современном этапе мореплавания.

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 года (ПДМНВ-78). Резолюция ИМО 2750 С (XXV). СПб, ЦНИИМФ, 9., 1993.
2. Гаврюк М.И. Использование малых вычислительных машин при решении задач судовождения / М.И. Гаврюк. – М., Транспорт, 1980. - 237 с.
3. Филиппов Ю.М., Сазонов А.Е. Теоретические основы судовождения / Ю.М.Дьяконов. – Л.: Судостроение, 1970. - 312 с.
4. Кондрашихин, В.Т. Определение места судна / В.Т. Кондрашихин. - М., Транспорт, 1989. - 232 с.
5. Красавцев Б.И. Инструменты и методы мореходной астрономии / Б.И. Красавцев. - М., Транспорт, 1966. - 86 с.
6. Рыбалтовский Н.Ю. Практическая мореходная астрономия / Н.Ю. Рыбалтовский. - М., Транспорт, 1964. - 126 с.
7. Вульфович Б.А. Реальная оценка точности места судна, определенного астрономическими методами // Записки по гидрографии. – 1989. - №223. - С. 25-31.
8. Вульфович Б.А. Оценка параметров малых рядов наблюдений // Записки по гидрографии. – 1994. - №230. - С. 20-24
9. Вульфович Б.А. Основы судовождения / Б.А. Вульфович. – Мурманск, МГТУ, 2008. – 147 с.
10. В. Vulfovich The elements of celestial navigation / В. Vulfovich. – San Francisco, 1998. – 304 p.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВАРИАНТОВ ВСКРЫТИЯ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Чуркин О.Е., Лебедева А.Н. (АФ МГТУ, кафедра горного дела)

Abstract. The way of opening up of a deposit as a part of its working is one of fundamental questions about expediency of extraction of this or that useful mineral. Modeling of various opening up ways of deposits using the program Excel gives an opportunity to define expediency of choice of this or that variant of opening up and predict efficiency of its application with sufficient grade of proximity.

Вскрытие конкретного месторождения может осуществляться различными способами. На стадии проектирования задача состоит в выборе наиболее рационального из них, т.е. наиболее технически совершенного и экономически эффективного.

При подземной разработке рудных месторождений выделяют три строго увязанные между собой во времени и пространстве стадии, которые обеспечивают эффективную эксплуатацию месторождения:

1. Вскрытие – проведение капитальных горных выработок, открывающих доступ с поверхности ко всему рудному телу или его части для его последующей отработки, а также обеспечивающих возможность подготовки шахтного поля и проведения подготовительных выработок. Вскрывающими выработками могут быть штольни, вертикальные и наклонные стволы, автоуклоны, квершлагги (рис.1).

2. Подготовка – определенный порядок проведения подготовительных выработок, которыми вскрытая часть месторождения разделяется на выемочные участки (этажи, блоки, панели, столбы), и нарезных выработок, проводимых в выемочной части для обеспечения добычи руды.

3. Извлечение руды – комплекс производственных процессов по добыче руды от отбойки до выдачи на поверхность, основным из которых является очистная выемка.

В зависимости от стадии промышленные запасы делятся на вскрытые, подготовленные и готовые к выемке.

Выбор наиболее рационального способа вскрытия производится на основе исходных материалов для проектирования, которые включают: геологию шахтного поля (структурные разрезы, планы, геометрию рудных тел, обводненность, устойчивость руд и вмещающих пород и т.д.); топографию поверхности (рельеф местности, коммуникации и пр.); основные параметры рудника (промышленные запасы месторождения, производственная мощность рудника, срок существования рудника) и др.

Способ вскрытия месторождения как часть его отработки является одним из основополагающих вопросов о целесообразности добычи того или иного полезного ископаемого. На стадии проектирования подземных рудников и предпроектных решений находят применение различные способы проектирования. Выбор способа вскрытия, в частности, производится методом вариантов. Это наиболее часто применяемый способ проектирования. Суть его заключается в том, что для вскрытия конкретного месторождения намечаются 2-3 наиболее целесообразных способа и на основе технико-экономического сравнения устанавливается наиболее приемлемый.

Естественно, что разные варианты отличаются объемами строительства, величиной первоначальных капитальных вложений, сроками строительства рудника, ежегодными эксплуатационными расходами. Поэтому на стадии предпроектной работы способ и схема вскрытия месторождения выбираются по приведенным затратам с

учётом разновременности использования капитальных затрат на строительство рудника:

$$c_{np} = \frac{\mathcal{E} + E_n \cdot K_0}{A}, \text{ руб./т},$$

где \mathcal{E} - годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб., которые складываются из стоимости дробления, подъема руды, водоотлива, вентиляции, откатки по горизонтальным выработкам, затрат на поддержание капитальных и подготовительных выработок, ремонт и амортизацию оборудования, транспортирование рудной и породной массы;

E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (для горнорудной промышленности $E_n = 0,15$);

K_0 - дисконтированные капитальные затраты по варианту вскрытия, тыс. руб. Зачастую невозможно или нецелесообразно вскрывать месторождение сразу на всю глубину, поэтому вскрытие осуществляется в несколько этапов (очередей), между которыми, как правило, бывает значительный промежуток времени. Как следствие, стоимость проведения и оснащения выработок, а также цены на оборудование могут существенно измениться за это время. В связи с этим, чтобы привести капитальные затраты к одному периоду времени, проводят процедуру дисконтирования;

A - производственная мощность рудника, тыс. т/год.

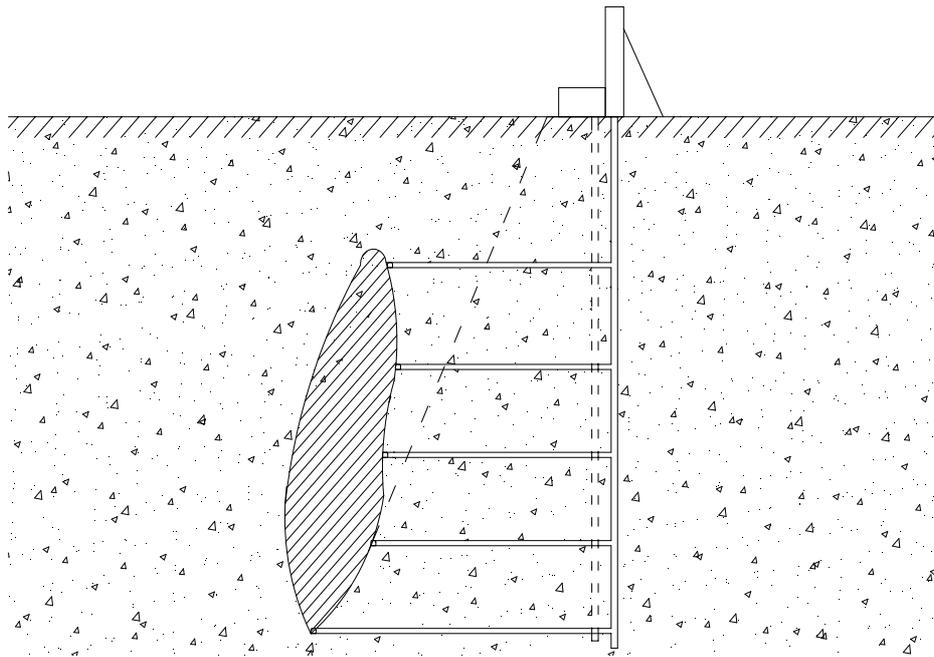


Рис.1. Вскрытие крутопадающего рудного месторождения вертикальными стволами.

Общая схема расчётов при выборе варианта вскрытия месторождения следующая:

1. Определяется производственная мощность рудника.
2. Намечаются технически возможные варианты вскрытия и из них отбираются 2 (или 3) наиболее целесообразные.
3. Производится конструктивная проработка намеченных вариантов вскрытия.
4. Выбираются и проверяются сечения вскрывающих выработок.
5. Рассчитываются капитальные затраты по каждому варианту вскрытия.

6. Если вскрытие по какому-либо варианту производится в 2 и более этапов, то капитальные затраты второго и последующих этапов дисконтируются.

7. По каждому варианту рассчитываются годовые эксплуатационные расходы.

8. Рассчитываются приведенные затраты по каждому из вариантов и выбирается вариант с наименьшими затратами.

Вышеприведенная схема расчетов при выборе варианта вскрытия месторождения послужила алгоритмом для создания программы в Microsoft Excel для получения предварительных оценочных данных (таких как объемы горно-капитальных работ (ГКР), число выработок, затраты на проходку подземных горных выработок, капитальные затраты на вскрытие, эксплуатационные расходы, себестоимость 1т руды) по следующим наиболее распространенным вариантам вскрытия месторождения:

1. Вскрытие вертикальными стволами.

2. Вскрытие автоуклонами.

3. Вскрытие наклонным конвейерным и вертикальным стволами.

4. Вскрытие штольнями месторождения, расположенного в гористой местности.

С помощью разработанной программы можно рассчитать все затраты и расходы, а также себестоимость добычи руды на фиксированный период времени. Пересчет стоимостных показателей для любого другого года производится в соответствии с вводимым пользователем коэффициентом индексации.

Данная программа может также использоваться как вспомогательная в целях вычисления длин и сечений основных вскрывающих выработок, проведения предварительных расчетов балансовых запасов, производственной мощности рудника, срока существования рудника и др.

Для вычисления необходимых расчетных параметров рудника необходимо ввести исходные данные в специальную таблицу на первом листе «А». Полученные значения параметров рудника при определенном варианте вскрытия месторождения находятся на последующих листах с одноименными названиями.

Моделирование различных способов вскрытия залежей полезных ископаемых в Excel позволяет с достаточной степенью точности осуществлять выбор того или иного варианта и прогнозировать эффективность его применения.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СИММЕТРИИ

Шолохов В.С. (МГТУ, кафедра физики)

Совершенствование преподавания в высшей школе связано, в том числе, и с приведением примеров действенности основных принципов заложенных в законах природы в преломлении математических приемов. Покажем это на примере квантовой механики.

Измерения производятся в определенной системе отсчета. Так, значения координаты будут зависеть от выбора начала координат, значения импульса - от скорости движения системы отсчета. Согласно принципу относительности, все системы отсчета равноправны. Следовательно, для всех наблюдателей вид того и иного оператора, например, импульса по отношению к данной системе, должен быть одинаковым. При таком подходе считается, что при переходе от одной системы к другой изменяется вектор состояния. Это преобразование вектора состояния при переходе от одной системы к другой в силу принципа суперпозиции должно быть линейным, то есть его можно записать в виде:

$$\psi \rightarrow \psi' = \hat{U} \psi \quad (1)$$

где \hat{U} - некоторый линейный оператор.

Более непосредственный физический смысл имеет амплитуда $\langle \phi | \psi \rangle$, определяющая вероятность того, что физическая система окажется после измерения в состоянии ϕ , если перед измерением она находилась в состоянии ψ . Хотя сами состояния для разных наблюдателей выглядят по-разному, указанная вероятность от точки зрения наблюдателя зависеть не должна. Поэтому естественно потребовать, чтобы при преобразовании (1) амплитуда не изменялась, то есть

$$\langle \phi' | \psi' \rangle = \langle \hat{U} \phi | \hat{U} \psi \rangle = \langle \phi | \psi \rangle \quad (2)$$

Пользуясь эрмитовым сопряжением, запишем

$$\langle \hat{U} \phi | \hat{U} \psi \rangle = \langle \phi | \hat{U}^+ \hat{U} \psi \rangle = \langle \phi | \psi \rangle$$

Последнее выполняется тождественно, если

$$\hat{U}^+ \hat{U} = 1 \quad (3)$$

Операторы, удовлетворяющие (3), называются унитарными. Таким образом, преобразования вектора состояния (1), не изменяющим амплитуду – т.н. преобразования симметрии – соответствуют унитарные операторы. В геометрии и линейной алгебре такие линейные преобразования, не изменяющие скалярное произведение, то есть сохраняющие норму всех векторов и углы между ними, представляют собой поворот всего пространства как целого вокруг начала координат (нулевого вектора). Поэтому собственные значения таких операторов должны по модулю равняться единице. Действительно, пусть α - собственное значение оператора \hat{U} , а ψ_α - соответствующая собственная функция. Тогда

$$\hat{U} \psi_\alpha = \alpha \psi_\alpha; \langle \psi_\alpha | \psi_\alpha \rangle = \langle \hat{U} \psi_\alpha | \hat{U} \psi_\alpha \rangle = \alpha^* \cdot \alpha = 1$$

Таким образом, $|\alpha| = 1$, а поэтому α имеет вид $e^{i\eta} = \alpha$, где η - вещественное число. Вещественным величинам, как мы знаем, соответствуют эрмитовы операторы. Если \hat{L} - такой оператор, η - его собственное значение, то оператор $e^{i\hat{L}}$, как можно

доказать, будет унитарным. Наоборот, всякий унитарный оператор может быть представлен в виде

$$\hat{U} = e^{i\hat{L}} \quad (4)$$

где \hat{L} - некоторый эрмитов оператор.

Покажем это в важном частном случае; пусть преобразование \hat{U} зависит от одного параметра λ , причем выполняется соотношение

$$\hat{U}(\lambda) \cdot \hat{U}(\lambda') = \hat{U}(\lambda + \lambda') \quad (5)$$

Примером таких преобразований является перенос (сдвиг) системы координат вдоль заданного направления на расстояние λ или поворот вокруг фиксированной оси на угол λ . Действительно, преобразование, соответствующее, например двум последовательным поворотам на углы λ и λ' , равносильно преобразованию, порожденному поворотом на угол $\lambda + \lambda'$. Из (5), в частности, следует, что $\hat{U}(0) = 1$.

Пусть теперь $\lambda' = 0$, так что $\hat{U} \rightarrow 1$ (такое преобразование называют бесконечно малым). Определим производную оператора $\hat{U}(\lambda)$ по λ как предел

$$\frac{d\hat{U}}{d\lambda} = \lim_{\lambda' \rightarrow 0} \frac{\hat{U}(\lambda + \lambda') - \hat{U}(\lambda)}{\lambda'} \quad (6)$$

Пользуясь (5), получим

$$\begin{aligned} \frac{d\hat{U}}{d\lambda} &= \lim_{\lambda' \rightarrow 0} \frac{\hat{U}(\lambda + \lambda') - \hat{U}(\lambda)}{\lambda'} = \lim_{\lambda' \rightarrow 0} \frac{\hat{U}(\lambda)(\hat{U}(\lambda') - 1)}{\lambda'} = \\ &= i\hat{Q} \cdot \hat{U}(\lambda) \end{aligned} \quad (7)$$

Через \hat{Q} обозначен (не зависящий от λ) предел

$$\hat{Q} = \frac{1}{i} \lim_{\lambda' \rightarrow 0} \frac{\hat{U}(\lambda') - 1}{\lambda'} \quad (8)$$

Решение (7), удовлетворяющее начальному условию $\hat{U}(0) = 1$, имеет вид

$$\hat{U}(\lambda) = e^{i\lambda\hat{Q}} \quad (9)$$

Оператор \hat{Q} называется оператором бесконечно малого преобразования или генератором. Покажем, что он является эрмитовым оператором. Разлагая выражение (9) в ряд и беря эрмитово сопряженное выражение, получим

$$\begin{aligned} \hat{U}(\lambda) &= 1 + i\lambda\hat{Q} + \frac{1}{2i}(i\lambda)^2\hat{Q}^2 + \dots, \quad \hat{U}^+(\lambda) = 1 - i\lambda\hat{Q}^+ + \dots; \\ \hat{U}^+\hat{U} &= 1 + i\lambda(\hat{Q} - \hat{Q}^+) + \dots \end{aligned}$$

Чтобы выполнялось соотношение (3) с точностью до членов второго порядка, должно быть $\hat{Q} = \hat{Q}^+$, то есть оператор \hat{Q} должен быть эрмитовым, ч.т.д.

Таким образом, генератору \hat{Q} соответствует вещественная наблюдаемая.

Вясним теперь, как изменяется среднее значение некоторой наблюдаемой A при преобразовании волновой функции, задаваемом оператором \hat{U} . Записывая среднее значение для преобразованной волновой функции, получим:

$$\overline{A'} = \langle \psi' | \hat{A} | \psi' \rangle = \langle \hat{U} \psi | \hat{A} \hat{U} \psi \rangle = \langle \psi | \hat{U}^+ \hat{A} \hat{U} \psi \rangle \quad (10)$$

Если величина A не изменяется при некотором преобразовании координат, то есть является инвариантом, ее среднее значение во всех системах, очевидно, должно быть одним и тем же. Например, расстояние точки до начала координат не изменяется при произвольных поворотах и одинаково выражается через декартовы координаты в любой системе.

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2}$$

Если A - инвариант преобразования \hat{U} , то для любых волновых функций $\overline{A'} = \overline{A}$, что в силу (10) приводит к условию

$$\hat{U}^+ \hat{A} \hat{U} = \hat{A} \quad (11)$$

Домножая это равенство слева на \hat{U} и пользуясь условием унитарности (3), получим

$$\hat{A} \hat{U} = \hat{U} \hat{A} \quad (12)$$

Таким образом, наблюдаемая A не изменяется при преобразованиях \hat{U} , если оператор \hat{A} коммутирует с оператором преобразования \hat{U} .

Нетрудно показать, что если оператор \hat{U} задан в виде (9), то всякий оператор, коммутирующий с \hat{U} , коммутирует и с \hat{Q} , и наоборот. Таким образом, инварианты – это те величины, операторы которых коммутируют с генератором преобразования \hat{Q} , и, следовательно, могут быть заданы одновременно с \hat{Q} .

СЕКЦИЯ
***«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ
КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА И
ШЕЛЬФА БАРЕНЦЕВА МОРЯ»***

*Секция «Фундаментальные проблемы геологии
Кольского полуострова и шельфа Баренцева моря»*

ЕДИГАРЬЕВ В.Г. Нормирование подготовленных и готовых к выемке запасов руды для системы разработки с поэтажным обрушением.....	180
КАМЕНЕВ Е.А. Оценка возможности использования отходов обогащения хибинских руд.....	185
КАМЕНЕВ Е.А. Ковдорское техногенное месторождение апатит-бадделеитовых руд.....	191
ПОЖИЛЕНКО В.И., БЕЛЯЕВ О.А. Результаты исследования Ag-Ag и K-Ag изотопных систем в амфиболах раннедокембрийских пород Кольского региона (северо-восточная часть Балтийского щита).....	196
ПОЖИЛЕНКО В.И., РАДЧЕНКО М.К. Геохимия редкоземельных элементов (РЗЭ) в породах массивов габбро-лабрадоритовой формации Кольского региона.....	200
ПРЕДОВСКИЙ А.А., ЧИКИРЁВ И.В. Проблема стратисферы Земли: когда началась собственно геологическая история планеты	203
СОРОХТИН Н.О., КОЗЛОВ Н.Е., КОЗЛОВА Н.Е., МАРТЫНОВ Е.В. Коматииты позднего архея и закономерности их металлогенической специализации	208

НОРМИРОВАНИЕ ПОДГОТОВЛЕННЫХ И ГОТОВЫХ К ВЫЕМКЕ ЗАПАСОВ РУДЫ ДЛЯ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ С ПОДЭТАЖНЫМ ОБРУШЕНИЕМ

Едигарьев В.Г. (*АФ МГТУ, кафедра горного дела, e-mail: edval@goi.kolasc.net.ru*)

Abstract. The article given demonstrates a procedure of regulating ore recourses prepared for excavation for a system of development of sublevel compulsory caving with ore front output

1. Введение

Известно, что величина и соотношение подготовленных и готовых к выемке запасов руды в значительной степени влияют на конечные результаты работы предприятия. Как дефицит, так и избыток запасов приводит к экономическим потерям. В практике проектирования и эксплуатации подземных рудников величина и соотношение подготовленных и готовых к выемке запасов зависят от количества выемочных единиц, одновременно находящихся в различных стадиях готовности к выемке. Так, подготовленные к выемке запасы сосредоточены в выемочных единицах, находящихся в стадиях очистной выемки и нарезки. Готовые к выемке запасы сосредоточены в выемочных единицах, находящихся в стадии очистной выемки. Поэтому при нормировании подготовленных и готовых к выемке запасов необходимо установить количество выемочных единиц, находящихся в одновременной работе в различных стадиях отработки. Движение запасов руды характеризуется непрерывным их извлечением в ходе очистной выемки, и дискретным приращением определенными и характерными для каждой системы разработки объемами в ходе подготовительно – нарезных работ. Эти объемы определяются как «выемочная единица», заключающая в себе минимальную часть запасов полезного ископаемого, обрабатываемую одной системой разработки, при выемке которой осуществляется полный цикл отработки.

2. Особенности нормирования подготовленности запасов для системы разработки подэтажного обрушения

Для системы разработки подэтажного принудительного обрушения с торцовым выпуском руды в качестве выемочной единицы принята панель технологического блока.

Таким образом, для системы разработки подэтажного обрушения при переводе запасов в категорию подготовленных к выемке, необходимо завершить подготовительные работы в блоке. Эти работы заключаются в проведении полевого и рудного штреков откаточного горизонта, а также участков восстающих и участков рудоспусков.

Для перевода запасов в категорию готовых к выемке выполняют нарезные работы, заключающиеся в проведении на каждом подэтаже полевых доставочных штреков и разгрузочной камеры с рудоскатом, пройденными в районе рудоспуска. Кроме этого, проводятся буродоставочные выработки, отрезной штрек и вентиляционные штреки, которыми подэтаж делится на панели.

В категории «готовые к выемке» заключены запасы панелей, в которых ведется очистная выемка. Очистная выемка включает отбойку и погрузочно-доставочные работы. Как правило, на всех процессах задействовано высокопроизводительное оборудование.

Методика нормирования запасов руды по степени подготовленности к выемке

Производительность рудника за какой-либо период времени (например, сутки) равна сумме производительностей панелей, находящихся в стадиях выпуска руды.

$$A_p = \frac{1}{\kappa_o} \sum_{i=1}^N a_{ei}, \quad (1)$$

где a_{ei} - производительность панелей по выпуску руды, т/сут.; κ_o - удельный вес добычи из очистных работ, доли ед.

Введем ограничение - панели в стадии выпуска руды работают независимо.

Тогда среднее число панелей в стадии выпуска руды равно

$$\bar{N}_e = \frac{A_p \kappa_o}{\bar{a}_e}, \quad (2)$$

где A_p - производительность рудника, т/сут.; \bar{a}_e - средняя производительность панели по извлечению (выпуску) запасов, т/сут.

Средняя производительность панели по выпуску запасов определяется по формуле

$$\bar{a}_e = \frac{\sum_{i=1}^{N_e} P_{ndmi}}{N_e}, \quad (3)$$

где P_{ndmi} - производительность погрузочно-доставочной машины в i -ой панели, т/сут.; N_e - размер выборки оцениваемых панелей.

Число панелей в стадии очистной выемки представляет собой сумму панелей, находящихся в стадиях выпуска руды и бурения скважин.

$$N_o = N_e + N_b \quad (4)$$

где N_e, N_b - число панелей в стадиях выпуска руды и бурения скважин.

Число панелей, определенное по формуле (2), обеспечит производительность рудника при условии непрерывной работы панелей по выпуску руды. Для того чтобы обеспечить эту непрерывность, необходимо иметь резерв панелей, находящихся в стадии бурения. Из условия согласованности процессов выпуска руды и бурения скважин

$$\frac{\bar{N}_b}{\bar{t}_b} = \frac{\bar{N}_e}{\bar{t}_e}; \quad \bar{N}_b = \frac{\bar{N}_e \bar{t}_e}{\bar{t}_b} \quad (5)$$

Для определения N_b необходимо определить статистические характеристики времени выпуска руды и времени обуривания запасов панели до начала выпуска руды.

$$t_{ei} = \frac{q_i}{P_{ndm}}; \quad \bar{t}_e = \frac{\sum_{i=1}^{N_e} t_{ei}}{N_e}; \quad \sigma_{t_e}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N_e} (t_{ei} - \bar{t}_e)^2}{N_e} \quad (6)$$

$$t_{bi} = \frac{L_{скв.i}}{n_{бм} a_{бм}}; \quad \bar{t}_b = \frac{\sum_{i=1}^{N_b} t_{bi}}{N_b}; \quad \sigma_{t_b}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N_b} (t_{bi} - \bar{t}_b)^2}{N_b}, \quad (7)$$

где t_{bi} - время бурения скважин i -ой панели, сут.; $L_{скв.i}$ - суммарная длина скважин по i -ой панели, м.; $n_{бм}$ - число буровых машин; $a_{бм}$ - производительность буровой машины, м/сут.; \bar{t}_b - среднее время бурения скважин, сут.; N_b - количество статистически оцениваемых панелей (выборка); $\sigma_{t_b}^2$ - дисперсия времени бурения скважин, сут.; t_{ei} - время выпуска руды i -ой панели, сут.; q_i - запасы руды i -ой панели, т.; P_{ndm} - производительность погрузочно-доставочной машины, т/сут.; \bar{t}_e - среднее

время выпуска руды, сут.; N_6 – количество статистически оцениваемых панелей (выборка); $\sigma_{t_6}^2$ – дисперсия времени выпуска руды, сут.

Для обеспечения фронта работ по бурению скважин, необходимо иметь резерв панелей с выполненными нарезными работами.

$$\bar{N}_n = \frac{\bar{N}_6 \bar{t}_n}{\bar{t}_6}; t_{ni} = \frac{\sum_1^n L_{ni}}{\bar{v}_{ni}}; \bar{t}_n = \frac{\sum_1^{N_n} t_{ni}}{N_n}; \sigma_{t_n}^2 = \frac{\sum_1^{n_n} (t_{ni} - \bar{t}_n)^2}{N_n} \quad (8)$$

Установленное по формуле (8) число панелей \bar{N}_n обеспечивает своевременное воспроизводство выбывающих готовых к добыче запасов только при принятых значениях продолжительности стадий разработки. В реальных условиях в связи с возможностью отклонения этих значений от расчетных необходимо предусмотреть увеличение масштабов нарезных работ за счет дополнительных (резервных) панелей.

В соответствии с этим общее число панелей в стадии нарезки составляет:

$$N_n = \bar{N}_n + \Delta N_n, \quad (9)$$

где ΔN_n – резерв панелей в стадии нарезки.

Величина резерва должна устанавливаться с учетом степени вариации параметров, определяющих продолжительность стадии очистной выемки, а также нарезки запасов панели.

Продолжительность очистной выемки зависит от производительности очистных работ и от величины запасов, сосредоточенных в панели.

Продолжительность стадии нарезки панели зависит от скорости проведения подготовительно-нарезных выработок.

Таким образом, величина резерва воспроизводимых панелей, реализующего необходимую надежность обеспечения рудника готовыми и подготовленными запасами, в конечном счете, определяется характером вариации таких параметров, как размер запасов панели, ее производительность, а также скорость проведения горных выработок.

На практике резервирование осуществляется за счет дополнительных панелей, что требует опережающего проведения буровых и нарезных выработок. Этим достигается возможность включения резервных панелей в любом из периодов цикла отработки. Так, чтобы не иметь дефицита панелей в очистной выемке, в стадии производства нарезных работ необходимо иметь больше панелей, чем это предусмотрено детерминированным расчетом (по средним оценкам). В этих панелях нарезные работы должны быть завершены, а запасы полезного ископаемого, сосредоточенные в них, учитываться как готовые к выемке.

Резерв панелей в нарезке, компенсирующий их возможный дефицит по причине вариации i -го параметра и обеспечивающий необходимую надежность, может быть определен по формуле

$$\Delta N_{ni} = \frac{\bar{N}_n t V_i \sqrt{N^{-1}}}{1 - t V_i \sqrt{N^{-1}}} \quad (10)$$

V_i – коэффициент вариации i – го параметра отработки; t – коэффициент доверительной вероятности.

Максимальный резерв панелей рассчитывается при $t=3$, а вероятность отсутствия дефицита панелей в нарезке при этом равна $P(\Delta N_{ni}) = 0.997$.

Таким образом, для обеспечения необходимой надежности, равной, например: 0.9, 0.95, 0.98, 0.99, достаточно определить резерв панелей при соответствующих t : 1.65, 1.96, 2.25, 3.00.

Резерв панелей в нарезке должен компенсировать вариацию нескольких параметров, определяющих продолжительность цикла отработки панели. Как уже отмечалось, такими параметрами являются: производительность очистной выемки, скорость проведения нарезных выработок, мощность рудного тела или извлекаемые запасы. В этом случае событие отсутствия дефицита панелей - сложное, состоящее из независимых событий отсутствия дефицита по причинам: 1) надежности очистной выемки, 2) надежности подготовительно-нарезных работ, 3) погрешностей определения запасов. Вероятности таких сложных событий определяются произведением вероятностей независимых событий

$$P(\Delta N_n) = P(\Delta N_1)P(\Delta N_2)P(\Delta N_3), \quad (11)$$

что означает вероятность отсутствия дефицита панелей при величине резерва ΔN_n по указанным выше причинам 1,2,3.

$$P(\Delta N) = P(\Delta N_n^e)P(\Delta N_n^n). \quad (12)$$

При установленном количестве панелей готовые к выемке запасы рудника сосредоточены в панелях, находящихся в стадии очистной выемки, то есть выпуска и бурения скважин. Подготовленные к выемке запасы сосредоточены в панелях с запасами руды, готовыми к выемке, в стадии проведения нарезных работ и в резерве с полностью выполненными нарезными работами. Нормативы запасов по степени подготовленности к выемке в единицах массы, определяются по следующим формулам:

- готовые к выемке

$$H_z = \bar{q}_o [0.5 \cdot (N_e + N_o)], \quad (13)$$

где \bar{q}_o – запасы выемочной единицы, извлекаемые в стадии очистной выемки; 0,5-коэффициент, характеризующий уровень готовых к выемке запасов;

- подготовленные к выемке

$$H_n = \bar{q}_o \cdot (0.5(N_e + N_o) + (\bar{q}_o + \bar{q}_n) \cdot (N_n + \Delta N_n)), \quad (14)$$

где \bar{q}_n – запасы выемочной единицы, извлекаемые в стадии нарезки; ΔN_n - количество выемочных единиц в резерве.

Нормативы запасов по степени подготовленности к выемке в единицах времени, определяются по следующим формулам:

- готовые к выемке

$$H_z = \bar{q}_o [0.5 \cdot (N_e + N_o)] * 12 / A_z, \quad (15)$$

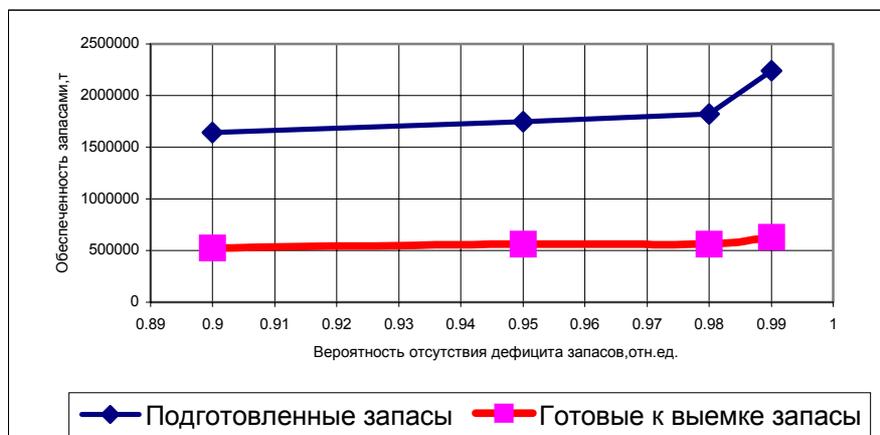


Рис. Графики зависимостей обеспеченности подготовленными и готовыми к выемке запасами от уровня надежности обеспечения отсутствия их дефицита.

- подготовленные к выемке

$$H_n = [\bar{q}_o \cdot (0.5(N_s + N_o)) + (\bar{q}_o + \bar{q}_n) \cdot (N_n + \Delta N_n)] \cdot 12 / A_z, \quad (16)$$

где A_z – годовая производительность рудника.

Методика нормирования запасов по степени подготовленности к выемке апробирована на рудниках ОАО «Апатит». Результаты расчета норм запасов в зависимости от допускаемого риска их дефицита иллюстрируются графиками на рисунке.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ХИБИНСКИХ РУД

Каменев Е.А. (АФ МГТУ; КНЦ РАН, институт экономических проблем им. Г.П. Лузина)

Аннотация. Впервые сообщаются результаты комплексных исследований по количественной и качественной оценке состава отходов апатито-нефелиновых руд (АНР), технологии их повторной переработки, экономической целесообразности и возможных экологических последствиях.

1. Введение

За период освоения хибинских месторождений (1930-2007 гг.) из недр извлечено более $1,6 \times 10^9$ т рудой массы, выработано 600×10^6 т апатитового концентрата (АК) и 60×10^6 т нефелинового концентрата (НК). Отходы основного производства частично используются для выпуска титаномагнетитового (ТК), сфенового (СК) и эгиринового (ЭК) концентратов в ограниченных объемах, диктуемых спросом.

Добытая руда перерабатывается на обогатительных фабриках АНОФ-2 и АНОФ-3. АНОФ-1 находилась в эксплуатации в 1931-85 гг., отходы обогащения сбрасывались в р. Белую непосредственно вблизи АНОФ-1 и накапливались в её дельте. Часть тонкодисперсных отходов поступала в оз. Имандра. В 1957 г. вблизи АНОФ-1 сооружено хвостохранилище. Из-за частых аварий и низкого качества очистки сточные воды сбрасывались в р. Белую. Качество очистки улучшилось после пуска в эксплуатацию хвостохранилищ на р. Жемчужной (1964 г.) и в губе р. Белой (1969 г.), отделённой от оз. Имандра дамбами. Ныне эксплуатируются хвостохранилища АНОФ-2 и АНОФ-3, введенные в действие в 1968 и 1985 гг.

В хвостохранилищах накоплено 850×10^6 т отходов обогащения, содержащих (10^6 т): апатит – 49,4; нефелин – 486,2; сфен – 24,1, титаномагнетит и ильменит – 19,2, а также полевой шпат, эгирин, другие минеральные продукты выветривания и шламы (табл. 1).

Таблица 1. Количество и состав накопленных отходов обогащения апатито-нефелиновых руд

Компоненты, минералы	Объем (млн. т) и состав отходов						Всего	
	АНОФ-1		АНОФ-2		АНОФ-3			
	млн т	%	млн т	%	млн т	%	млн т	%
Всего отходов	136,7	-	613,1	-	105,9		855,7	-
P ₂ O ₅	3,0	2,21	14,6	2,38	2,0	1,91	19,6	2,29
Al ₂ O ₃	27,8	20,35	129,2	21,07	21,4	20,24	178,4	20,85
TiO ₂	2,6	1,93	8,2	1,34	1,7	1,63	12,5	1,46
Апатит	7,4	5,41	36,3	5,92	5,4	5,13	49,1	5,74
Нефелин	76,9	56,22	350,2	57,12	58,5	55,42	485,6	56,75
Сфен	4,6	3,40	15,8	2,58	3,9	3,66	24,3	2,84
Титаномагнетит и ильменит	5,0	3,66	12,6	2,05	1,3	1,27	18,9	2,21

Ежегодно хвостохранилища пополняются на $18-20 \times 10^6$ т.

Долговременная обеспеченность разведанными запасами не стимулировала развития исследований, направленных на изыскание возможностей повторного

использования отходов обогащения, а о их влиянии на природную среду ранее никто не задумывался. В последующем исследования по этой проблеме выполнялись в два этапа, соответствующих стадиям поисковой оценки и разведки.

2. Результаты поисковой оценки

В 1981-82 гг. Хибиногорской геологоразведочной партией были впервые проведены опытные работы для выяснения принципиальной возможности переработки отходов по технологии, применяемой на действующих АНОФ, адаптации технологической схемы для достижения оптимальных показателей обогащения, получения пяти минеральных концентратов (АК, НК, СК, ТК и ЭК) и предварительной оценки экономической целесообразности освоения «лежалых хвостов» [2]. Исследования минерального и химического составов выполнялись Геологическим институтом КФ АН СССР, а испытания обогатимости проводились Горным институтом в лабораторном масштабе на материале трех проб, отобранных из отходов АНОФ за разные периоды работы:

- проба №2 составлена из материала переработки руд на АНОФ-1 в 1930-40 гг., когда добывались богатые руды (P_2O_5 - 24-28%);
- проба №3 характеризует отходы АНОФ-2 в пусковой период (1963-64 гг.), когда на фабрику поступала руда содержанием P_2O_5 17,1-17,9%, технологическое извлечение составляло 92-94%;
- проба №4 представляет отходы переработки руд на АНОФ-1 за 1957-63 гг. с содержанием P_2O_5 19-20% при извлечении P_2O_5 94-95%.

Пробы отбирались из поверхностного слоя после удаления почвенного покрова. За время хранения отходы подвергались длительному атмосферному воздействию и влиянию промышленных выбросов, что отразилось на распределении зёрен по крупности фракций и минеральному составу. Содержание мелких фракций в пробах длительного хранения ниже, а количество вторичных минералов - выше, по сравнению с пробами позднего периода. Минеральный состав проб также чётко дифференцирован по классам крупности (табл. 2). В мелких классах (< 0,2 мм) накапливаются титансодержащие минералы – сфен, титаномагнетит, ильменит, тогда как апатит, полевой шпат, нефелин и вторичные минералы – гидрослюда, натролит, содалит – преимущественно сосредоточены в классах крупностью > 0,2-0,6 мм. Эта же тенденция прослеживается и во временном аспекте: чем дольше пробы подвергались внешнему воздействию, чем контрастнее они дифференцированы по составу минералов и по крупности зёрен.

Таблица 2. Средние минеральный и фракционный составы проб

Минеральный состав, %				Фракционный состав, %			
Номера проб	2	3	4	Номера проб	2	3	4
Апатит	7,5	3,5	6,0	-0,63 + 0,4	8,6	1,0	2,5
Нефелин	40,1	45,6	56,3	- 0,4 + 0,315	9,1	1,9	4,1
Вторичные	10,0	10,1	6,8	- 0,315 + 0,2	35,2	9,3	19,5
Эгирин	20,9	15,9	14,7	- 0,2 + 0,16	19,8	12,6	13,6
Сфен	4,7	8,4	4,2	- 0,16 + 0,1	19,1	28,4	20,6
Титано-магнетит	3,7	3,3	2,8	- 0,1 + 0,071	3,0	19,0	15,0
Ильменит	1,3	2,4	0,6	- 0,071 + 0,063	3,0	4,0	1,0
Полевой шпат	9,2	10,4	7,1	- 0,063 + 0,05	1,1	8,8	5,3
Прочие минералы	2,6	0,4	1,5	- 0,05	1,1	15,0	4
Сумма	100	100	100	Сумма	100	100	100

Таблица 3. Распределение минерального и фракционного составов отходов обогащения по интервалам глубин

Минеральный состав, %					Фракционный состав, %				
Минералы	Интервалы глубин, м				Крупность, мм	Интервалы глубин, м			
	1-6	6-12	12-18	18-24		1-6	6-12	12-18	18-24
Апатит	5,5	7,5	10,2	13,0	+ 0,2	30,6	13,7	13,0	5,9
Нефелин	55,2	58,3	53,2	54,3	- 0,2 + 0,16	15,9	9,9	8,0	4,7
Эгирин	16,2	13,9	11,1	10,0	- 0,16 + 0,1	21,5	14,1	11,0	9,3
Сфен	5,3	4,2	2,9	2,4	- 0,1 + 0,071	9,2	10,7	9,0	8,4
Титано-магнетит	6,5	4,1	2,4	1,8	-0,071+0,04	11,0	15,8	14,0	16,1
Ильменит	0,7	0,4	0,3	0,2	- 0,04	11,8	35,8	45,6	55,6
Полевой шпат	5,1	4,2	4,5	4,7					
Шламы	5,5	7,6	15,4	13,6					
Сумма	100	100	100	100	Сумма	100	100	100	100

В процессе испытаний наработаны опытные партии АК, НК, СК, ТК и ЭК. По минеральному и фракционному составам пробы накопленных отходов заметно отличается от текущих «хвостов» обогащения (табл. 3).

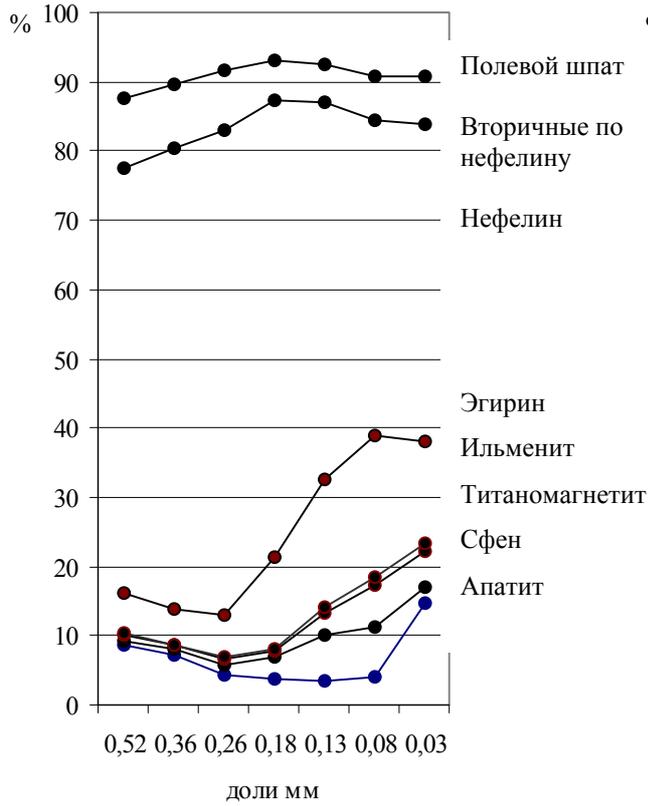
Экономическая оценка эффективности повторной переработки отходов заключалась в определении стоимостной структуры каждого из минеральных концентратов, их передела на конечные продукты: P_2O_5 – в фосфорной кислоте, Al_2O_3 – в глинозёме, TiO_2 – в пигментном диоксиде титана. Эксплуатационные затраты на трансформацию сырья от добычи до получения готовой продукции определены по операционно укрупнённым нормативам. В структуре стоимости полезных компонентов, содержащихся в концентратах, основную ценность представляет TiO_2 33-51%, на долю P_2O_5 приходится 5-25%, Al_2O_3 18-37%. Себестоимость получения АК из отходов оказалась сопоставимой с действовавшей в то время ценой, а титансодержащих минералов в два раза ниже отпускных цен на эти продукты.

На основании укрупнённых расчётов сделан вывод о необходимости определения более объективных технико-экономических показателей для положительного решения проблемы внедрения этого вида сырья в технологический процесс обогащения.

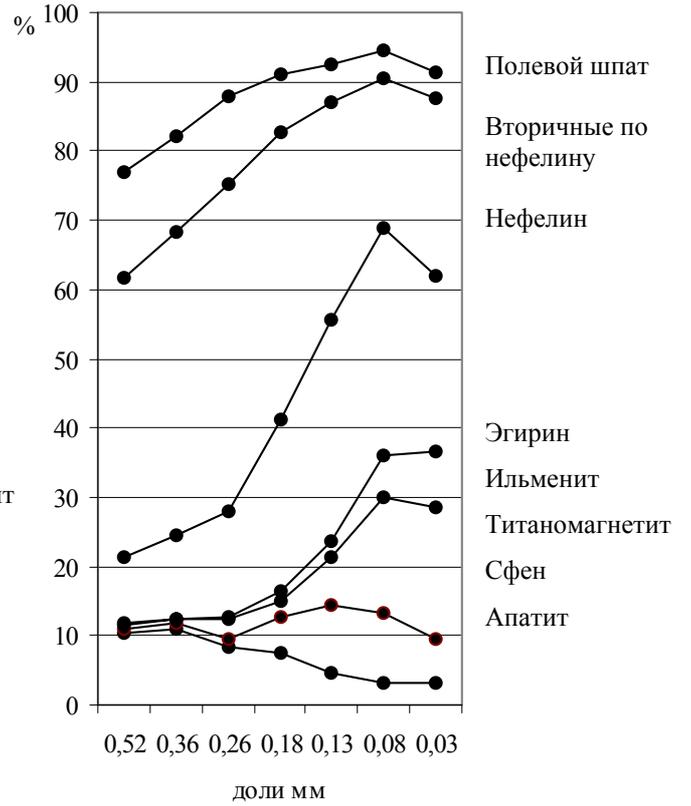
3. Результаты разведки

За время, истекшее после завершения комплексных исследований по проблеме использования накопленных отходов АНОФ, произошли необратимые сдвиги в конъюнктуре фосфатного сырья, стоимости энергоносителей и расходных материалов, многократно возросли цены на АК, НК и продукты их переработки.

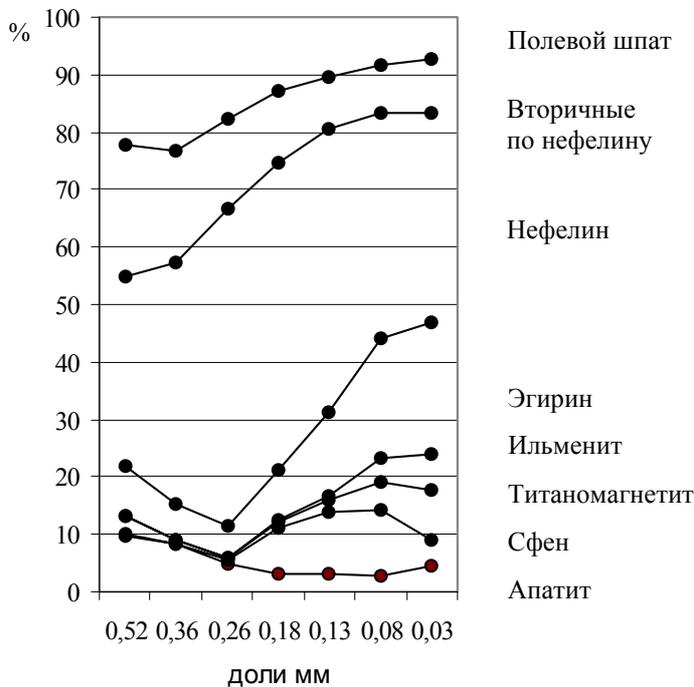
Разведочные работы по геолого-экономической оценке освоения «лежалых хвостов» выполнены в соответствии с региональной целевой программой «Геологического изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы Мурманской области». В качестве объекта исследования выбрано законсервированное хвостохранилище АНОФ-I, расположенное вблизи г. Кировска, сформированное в 1957-63 г. Цель работ – оценка технической возможности и экономической целесообразности использования отходов обогащения для получения дополнительных объёмов АК и НК на базе действующего технологического цикла АНОФ.



Проба №2



Проба №3



Проба №4

Рис. 1. Распределение минералов по фракциям крупности зерен в исследованных пробах

Таблица 4. Технологические показатели лабораторных испытаний

Концентраты, полезные компоненты	Выход, %			Содержание компонента, %			Извлечение, %		
	Номера проб								
	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Апатитовый (P ₂ O ₅)	6,8	1,6	3,8	39,58	39,55	39,93	79,6	44,6	54,6
Нефелиновый (Al ₂ O ₃)	31,4	48,7	54,9	29,20	29,71	29,38	50,4	71,2	76,4
Титано- магнетитовый TiO ₂)	2,5	2,0	1,0	16,05	16,12	15,91	10,8	6,6	5,3
Сфеновый (TiO ₂)	4,2	76,1	3,6	32,68	30,50	31,17	36,9	44,0	37,4
Эгириновый TiO ₂)	11,7	9,0	4,9	7,16	13,30	9,0	22,5	24,5	14,7

В результате выполнения обширного комплекса разведочных работ (бурение 21 скважины по сети с параметрами 200*200 м объемом 394 п.м), химико-минералогических анализов (198 проб), технологических (15 проб) исследований и экономических оценок эффективности повторной переработки отходов обогащения установлены:

- параметры техногенной залежи (площадь 0,92 кв. км, средняя мощность – 17,5 м);
- содержания полезных минералов и компонентов и размещение их в объёме толщи;
- физико-механические свойства песчаного материала;
- гидрогеологические и горнотехнические условия добычи;
- технологические показатели извлечения концентратов;
- подсчитаны запасы по трем вариантам бортовых содержаний P₂O₅ (2, 3 и 4%) и по условиям добычи (всей массы и выборочно – с исключением некондиционных прослоев);
- оценены экологические последствия освоения «лежалых хвостов».

4. Выводы

Данные вариантных расчётов экономической эффективности показали, что стоимость продукции не покрывает издержек на добычу, транспортировку и переработку техногенного сырья. Таким образом проблема повторного использования отходов отодвинулась на отдаленную перспективу. Возрождение интереса к этой проблеме возможно лишь после погашения основной части рудно-сырьевой базы. К тому времени количество накопленных отходов обогащения многократно увеличится и достигнет 2,5-3*10⁹ т.

Отрицательные выводы о возможности использования отходов в основном производстве не исключают необходимости поиска новых областей их применения (в качестве сырья для производства стройматериалов, эффективных стеновых материалов, керамики, дорожных покрытий) и способов по снижению негативных воздействий на природные условия [3].

Нефелиновые пески представляют собой техногенный субстрат, содержащий калий в доступных для растений формах, а также фосфор. Для поддержания плодородия на приемлемом уровне требуется внесение аммиачной селитры (4 ц/га) и двойного суперфосфата (2 ц/га) [4].

Перемещение больших объемов горной массы в течение длительного времени вызвало нарушение геологического равновесия в Хибинском массиве, возникновение техногенных землетрясений, горных ударов и других последствий. Создание положительных форм рельефа за счёт накопления отходов вызывает возникновение

мощных пылевых облаков [1]. На поддержание и химическое закрепление хвостохранилищ затрачиваются значительные средства.

Эти направления являются приоритетными в исследованиях Горного института, институтов химической технологии и экономических проблем им. Г.П. Лузина Кольского НЦ РАН.

Литература

1. Григорьев А.В., Шалль Э.Э. Экологические аспекты развития ОАО «Апатит» // Горный журнал. – 1999. - № 9. – С. 67-70.
2. Каменев Е.А. Перспективы использования хвостов обогащения апатито-нефелиновых руд Хибинских месторождений / Техногенные минерально-сырьевые ресурсы: /Под ред. В.В. Караганова, Б.С. Ужкенова/ - М.- Алматы; 2003.- Глава 7.3. – С. 108-117.
3. Крашенинников О.Н. Нефелиновые породы Хибинского массива и возможности их использования в строительстве. – Изд. КНЦ РАН. Апатиты. – 1995. – 64 с.
4. Крючков В.В. Рекультивация нарушенных земель на Севере // Природа. – 1985.- № 7. – С. 68-77.

КОВДОРСКОЕ ТЕХНОГЕННОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ АПАТИТ-БАДДЕЛЕИТОВЫХ РУД

Каменев Е.А. (АФ МГТУ; КНЦ РАН, институт экономических проблем им. Г.П. Лузина)

Аннотация. Выполненный по инициативе и за счёт средств Ковдорского ГОКа комплекс разведочных работ и технологических испытаний по подготовке к освоению техногенных отходов обогащения апатит-магнетитовых руд в качестве дополнительных ресурсов апатит-бадделеитового сырья для компенсации выбывающих мощностей основного производства является своевременным инженерным решением важной народнохозяйственной задачи.

1. Введение

Ковдорский ГОК функционирует с 1962 г. Рудно-сырьевая база представлена освоенными месторождениями апатит-магнетитовых руд и апатит-бадделеитовых отходов обогащения. Руды этих месторождений являются комплексным минеральным сырьём, содержащим железо (в магнетите), фосфор (в апатите) и цирконий (в бадделеите). Запасы основного металла (Fe) и сопутствующих компонентов (P_2O_5 ZrO_2) утверждены Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых.

Резервной сырьевой базой является месторождение апатит-штаффелитовых руд; намеченное для освоения в ближайшие годы.

На этапе становления предприятие специализировалось на добыче апатит-магнетитовых руд и на выпуске только железорудного концентрата. Отходы магнитной сепарации складировались в хвостохранилищах обогатительной фабрики. В 1975 г. введен в эксплуатацию апатитовый цех апатит-бадделеитовой фабрики (АБОФ) производительностью $1,8 \times 10^6$ т апатитового концентрата (АК), а через год - отделение по производству бадделеитового концентрата (БК) - технической двуокиси циркония мощностью до $4,7 \times 10^3$ т.

2. Результаты поисковой оценки

Залежь хвостов обогащения комплексных апатит-магнетитовых руд сформировалась в 1962-1981 годы и частично пополнялась в последующем при аварийных сбросах. «Хвосты» обогатительного производства представлены:

1. Отходами «сухой» магнитной сепарации железорудного производства, накопленными до пуска в эксплуатацию апатитового комплекса АБОФ в период 1963-75 годы.
2. Отходами «мокрой» магнитной сепарации, сформировавшимися в 1962-80 годы и уложенными в 1-е поле хвостохранилища в количестве около 70×10^6 т (собственно техногенное месторождение).

На поисковой стадии изучения выполнялись технологические испытания с целью предварительной оценки целесообразности использования хвостов для получения только АК. Несмотря на неутешительные показатели (содержание P_2O_5 в концентрате 35-37%, извлечение 54-55%) и снижение качества «хвостов» в связи с окислением и разложением сульфидных и карбонатных минералов, сделан вывод о принципиальной возможности использования отходов для получения АК. Запасы отходов обогащения в количестве 36,9 млн т при содержании P_2O_5 12,5% и ZrO_2 0,3% утверждены ЦКЗ Минчермета СССР (протокол № 97 от 7.10.1976 г.).

За последующий 10-летний период продолжался слив пульпы в хвостохранилище, количество отходов увеличилось на 30×10^6 т.

3. Результаты разведки (1987-91 гг.).

Техногенные отходы, накопленные в 1-м хвостохранилища (так называемые «лежалые хвосты»), размещается на двух участках: юго-восточном площадью 1,5 км² и северо-западном - 0,35 км², разобнесенных бассейном оборотной воды АБОФ. Мощность залежи варьирует от 14 до 40 м. В качестве основного вида разведки применялось шнековое бурение (99 скважин) и ударно-канатное бурение (13 скважин) общим объемом 5 тыс. пог. м по квадратной сети (100-200 м).

Качество сырья изучено на материале 1475 рядовых и 375 групповых проб для определения содержаний Fe_{общ.}, P₂O₅, CO₂, MgO, CaO, ZrO₂ (табл. 1).

Таблица 1. Минеральный и химический составы отходов магнитной сепарации

Минеральный состав			Химический состав						
Минералы	%	±	Комп.	%	±	Комп.	%	±	
Апатит	27,5	2,5	P ₂ O ₅	11,18	0,90	SiO ₂	18,42	1,30	
Магнетит	1,3	0,4	Fe ₂ O ₃	2,70	0,88	Na ₂ O	0,71	0,30	
Бадделеит	0,25	-	ZrO ₂	0,25	-	K ₂ O	0,86	0,10	
Форстерит	29,6	4,5	FeO	2,50	0,35	Al ₂ O ₃	2,25	0,11	
Кальцит	17,4	3,0	CaO	26,97	0,51	SrO	0,25	-	
Доломит	8,1	0,5	MgO	20,85	0,82	ThO ₂	0,13	0,03	
Флогопит	11,9	4,1	MnO	0,16	0,02	F	0,40	0,03	
Диопсид	1,2	0,5	TiO ₂	0,18	0,03	S	0,20	0,04	
Прочие	2,75	3,5	CO ₂	11,01	1,16	H ₂ O	1,56	0,06	
Сумма	100,0	-	Сумма			Сумма		100,58	-

Таблица 2. Гранулометрический и вещественный составы залежи по интервалам

Фракции, мм минералы, компоненты	Интервалы глубин, м				
	+ 285	285-279	279-273	273-267	267-261
	Гранулометрический состав, мм				
3,0-1,0	1,75	1,21	0,82	0,50	0,37
1,0-0,074	81,93	75,24	68,07	63,53	62,72
- 0,074	16,12	23,55	31,11	25,97	36,91
	Минеральный состав, %				
Апатит	-	25,2	28,0	29,2	30,5
Магнетит	-	1,1	1,1	1,0	1,9
Бадделеит	-	0,26	0,24	0,24	0,26
Форстерит	-	31,0	26,4	29,4	26,3
Доломит	-	7,7	8,6	8,1	8,3
Кальцит	-	20,2	19,1	16,9	14,3
Флогопит	-	10,8	14,2	11,5	15,3
Диопсид	-	1,6	1,3	1,1	1,5
Прочие	-	2,4	1,3	2,8	1,9
Сумма	-	100	100	100	100
	Химический состав, %				
Fe _{общ.}	4,02	3,45	3,48	3,80	4,24
P ₂ O ₅	8,67	10,23	10,95	11,69	12,20
ZrO ₂	0,264	0,262	0,246	0,258	0,273
CO ₂	9,29	11,61	12,06	11,23	10,07
MgO	24,15	21,29	20,17	20,08	20,30

Объёмная масса ($1,74 \text{ т/м}^3$) определена по 35 пробам. Влажность «лежалых» хвостов» (16,6 %) в зависимости от времени года и глубины отбора проб варьирует в пределах 4,3-30,8%.

Разработка месторождения осложнена сильной обводнённостью, вызванной низким коэффициентом фильтрации тонкоизмельчённых хвостов и наличием в центральной части хвостохранилища бассейна объёмом $10 \times 10^6 \text{ м}^3$ оборотных вод. Организовано осушение карьерного поля с откачкой и использованием воды в системе водооборота.

«Лежалые хвосты» представлены тонкоизмельчённым материалом крупностью 0,074-0,14 мм (95 отн.%) до 0,14-3 мм (5 отн.%). В направлении от поверхности к подошве залежи увеличивается содержание тонких фракций (менее 0,074 мм), возрастает количество апатита (P_2O_5), магнетита ($\text{Fe}_{\text{магн.}}$), доломита (MgO) и флогопита, сопровождаемое сокращением содержаний форстерита и кальцита. Содержание тонких фракций увеличивается по латерали в сторону водной акватории, а по разрезу сверху-вниз; вещественный состав техногенных отходов также дифференцирован по вертикальным слоям (табл. 2).

Технологическое изучение отходов обогащения выполнялось с целью:

- выяснения принципиальной возможности переработки техногенного сырья на рациональной экономической основе;
- выделения технологических типов и сортов сырья для отдельного или совместного обогащения с отходами текущей переработки комплексных руд;
- разработки технологических решений по возможно полному извлечению ценных компонентов и улучшению экологической обстановки.

Технологические пробы отобраны из всех пробуренных на месторождении скважин и характеризуют полезную толщину как по площади, так и по 6-метровым интервалам глубин (слоям) от поверхности до подошвы. Каждая технологическая проба массой от 2,5 до 40 т сопровождается лабораторным дубликатом (0,1-9 т). Изучен минеральный (7-10 фаз), химический (20-25 компонентов) и гранулометрический (6 фракций) составы лабораторных проб.

Испытания обогатимости выполнялись лабораториями различных организаций по согласованным программам, что также обеспечивало объективность конечных результатов. Первоначально испытания, проведённые в лабораторном и опытно-промышленном масштабах в условиях, моделирующих непрерывный процесс по схеме основной и контрольной флотации с использованием реагентов АБОФ не дали положительных результатов: извлечение P_2O_5 не превысило 50%, а содержание (34,6-35,4%) оказалось ниже кондиционного.

Однако введение операции по дофлотации промпродуктов в открытом цикле и применение собирателя флото-7,9 и вспенивателя оксаль Т-80 обеспечило повышение извлечения до 64,1% и содержания P_2O_5 в АК до 36,9%. Кроме того установлена возможность улучшения технологических показателей при повышении температуры пульпы в перемешивающих операциях до 33-35° и предварительной промывке материала проб горячей водой. Однако практическое применение этих операций нерентабельно из-за дополнительных энергозатрат.

Результаты испытаний проверены Центральной лабораторией ГОКа: применение традиционных схемы и режимов обогащения не обеспечивало требуемого качества АК, тогда как использование перспективных реагентов - соды, жидкого стекла, сульфит-спиртовой барды, сульфатного мыла, моноэталламида, собирателей и регуляторов фирмы «Сemira» дало положительные результаты.

Получение кондиционного АК из шихты «лежалых» и текущих хвостов не вызвало затруднений. В процессе испытаний выявлена пригодность низкосортного АК для выпуска трикальцийфосфата по ГОСТу 23999-80 в качестве кормовых добавок.

Запасы апатит-бадделейтовых отходов обогащения утверждены Территориальной комиссией по запасам (протокол № 9 от 24.05.1996 г.) в количестве $68,2 \times 10^6$ т с содержаниями P_2O_5 10,8% и ZrO_2 0,257%.

Ковдорское месторождение техногенных отходов обогащения, характеризующееся средними по размерам залежей (участков), неустойчивой мощностью и внутренним строением, но выдержанным качеством полезного ископаемого, отнесено ко 2-й группе.

Таблица 3. Сравнение технико-экономических показателей комплексной переработки апатит-магнетитовых руд и отходов их обогащения

Наименование показателей, един. изм.	Руда	Отходы
Переработано руды, млн т	75,5	25,5
Содержание в руде, %	P_2O_5	10,8
	ZrO_2	0,33
Производство концентратов:	АК, млн т	4,0
	БК, тыс. т	18,5
Расход на 1 т концентрата, т:	АК	6,4
	БК	1378
Товарное извлечение в концентраты, %:		
- P_2O_5 в апатитовый	63,7	60,5
- ZrO_2 в бадделейтовый	25,8	24,3
Рентабельность производства, %:	АК	8,70
	БК	55,0

Таблица 4. Динамика производства и экспорта минеральных концентратов

Наименование показателей		Временные горизонты, годы		
		1990	1995	2000
Добыто руды	карьер	19,9	12,4	11,0
	хвостохранилище	-	0,2	3,8
Производство концентратов	МК тыс. т	5785	2992	3221
	АК, тыс. т	1629	1364	1625
	БК, т	2680	5080	7275
Доля концентратов в товарной продукции, %	МК	62,3	52,5	25,8
	АК	27,3	34,1	60,7
	БК	3,6	5,2	11,2
Доля экспорта концентратов, %	МК	26,6	12,3	11,5
	АК	9,3	59,0	57,6
	БК	4,3	75,1	96,5

4. Результаты освоения

Ковдорское техногенное месторождение введено в эксплуатацию в 1996 г. За период 1991-95 годы изменилась структура спроса на выпускаемую продукцию: потребность в магнетитовом концентрате (МК) сократилась вдвое, а в апатитовом (АК) и бадделейтовом (БК) концентратах возросла. За это время добыча руды и выпуск концентратов сократились более, чем в 1,5 раза. Таким образом, если снижение объемов производства МК явилось следствием его не востребоваемости на внутреннем

и мировом рынках, то сокращение выпуска АК и БК оказалось вынужденным, т.к. питание цикла апатитовой флотации служат отходы магнитной сепарации.

Технико-экономические расчёты свидетельствуют о высокой рентабельности и экономической предпочтительности промышленного производства АК и БК из «лежалых хвостов» обогащения по сравнению с технико-экономическими показателями получения аналогичной продукции из основных руд Ковдорского месторождения (табл. 3) Вовлечение в освоение отходов обогащения позволило переориентировать производство на выпуск высоколиквидных продуктов (табл. 4).

Переработка руд, добываемых в карьере, и «лежалых хвостов» организована по отдельным схемам: ежемесячно в течение двух декад производственного времени на фабрику поступает руда из основного карьера для наработки трёх концентратов с учётом выпуска запланированного объёма железорудного концентрата; в третью декаду подаются на обогащение отходы для получения двух концентратов - АК и БК. Следует подчеркнуть, что процесс добычи и обогащения техногенного сырья формируется в рамках действующих мощностей, техники, инфраструктуры и трудовых ресурсов с необходимыми корректировками без привлечения дополнительных материальных затрат. Применение отдельной технологии добычи и переработки руд из карьера и отходов из хвостохранилища позволило стабилизировать оптимальную структуру производства и не только предотвратить сокращение выпуска АК, но и более чем удвоить производство БК, пользующегося неограниченным спросом на внешнем рынке.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ AR-AR И K-AR ИЗОТОПНЫХ СИСТЕМ В АМФИБОЛАХ РАННЕДОКЕМБРИЙСКИХ ПОРОД КОЛЬСКОГО РЕГИОНА (СЕВЕРО-ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА)

Пожиленко В.И. (АФ МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых; Геологический институт Кольского научного центра РАН; e-mail: pozhil@geoksc.apatity.ru),

Беляев О.А. (Геологический институт Кольского научного центра РАН; e-mail: belyaev@geoksc.apatity.ru)

Abstract. Ar-Ar isotopic systems in amphiboles of the Neoproterozoic metamorphic rocks of the Kola region closed nonsimultaneously, i.e. about 2.5 Ga in amphiboles of the Murmansk block; 2.45-2.62 Ga and 2.0-5.7 Ga in those of the Kola block and Kolmozero-Voron'ja – Ura-Guba, respectively, and these values do not provide geological implication; about 1.87 Ga in the northern part of the Belomorian block; while when approaching the Palaeoproterozoic Imandra-Varzuga structure from the direction of the Kola block the values of the isotopic system closing-age fall from 2.3 Ga down to 1.75 Ga.

Исследования преследовали несколько целей: выявление на уровне эрозионного среза среди раннедокембрийских пород Кольского региона неоднородности и разновозрастности термальных воздействий на Ar-Ar изотопную систему в разных минералах; определение времени закрытия и нарушений изотопных систем; определение скорости выведения комплексов пород на уровень эрозионного среза, неоднородности и возраста этих движений. Была отобрана большая коллекция минералов из разных пород (рис. 1), но, к сожалению, проанализирована была лишь незначительная часть из них.

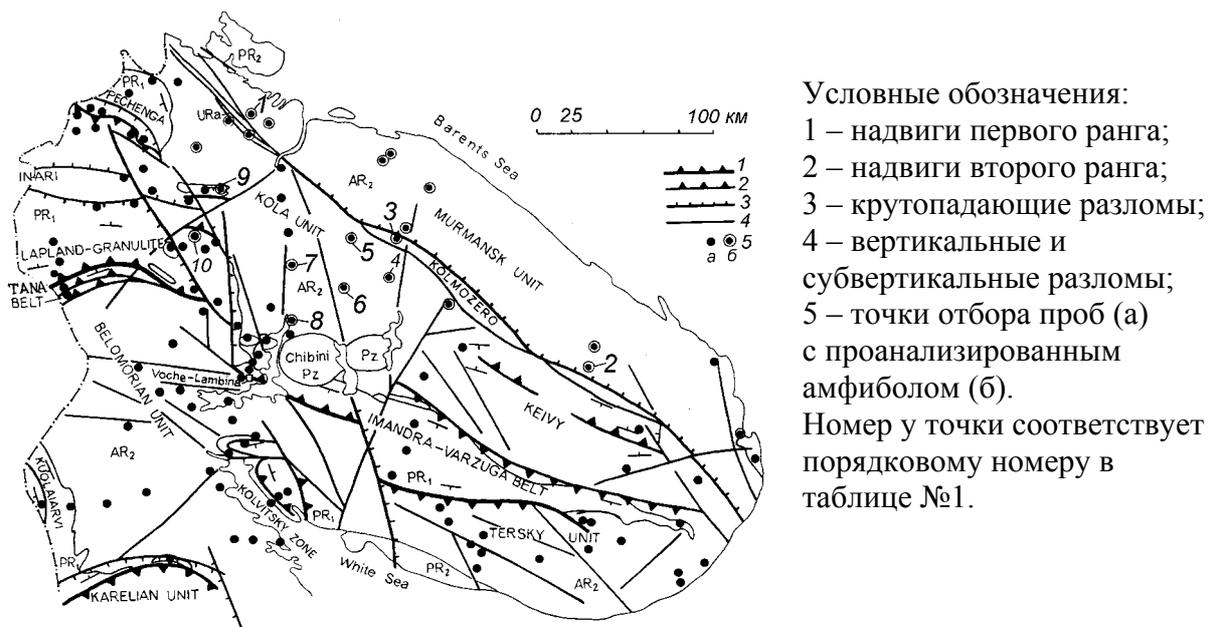


Рис. 1 Схема расположения предназначавшихся для исследования Ar-Ar и K-Ar изотопных систем в амфиболах и слюдах метаморфических и магматических пород раннего докембрия Кольского полуострова

Были исследованы образцы разных по составу пород Мурманского, Кольского и Беломорского террейнов, отобранные по меридиональному профилю вдоль автотрассы Мурманск-С-Петербург, а также минералы из коллекций О.А. Беляева и В.И. Пожиленко (рис. 1). Исследования минералов производили де Янг К. и Рэкс Д.Ч. (университет, г. Лидс, Англия).

Наиболее общие выводы опубликованы в коллективной работе [De Jong et al, 1995; De Jong et al, 1999]. Здесь же изложены только результаты по исследованию 14 минералов из коллекций О.А. Беляева и В.И. Пожиленко (табл. 1).

В этих тезисах изложена часть результатов работ по исследованию Ar-Ar и K-Ar систем в минералах Кольского региона – результаты исследований 14 минералов.

Наиболее общие выводы по результатам Ar-Ar датирования амфиболов в целом подтверждают ранее полученные результаты [Пушкарев и др., 1978] - породы Кольского региона в разных структурах подверглись термальному воздействию в раннем протерозое неравномерно: наиболее интенсивно в шовных зонах, в пределах развития раннепротерозойских пород и структур, и в *Беломорском террейне*.

Спектры возрастов по роговым обманкам из *Мурманского террейна* характеризуются частичными термальными нарушениями и видимые датировки достигают максимального значения - 2.65 млрд. лет, фиксируя позднелопийский возраст закрытия изотопной системы.

По направлению к шовной зоне Колмозеро-Воронья, где достаточно интенсивно проявились раннепротерозойские процессы, в целом возрастает нарушение лопийской изотопной системы и время закрытия Ar-Ar изотопных систем в роговых обманках становятся более молодым.

Амфиболы из амфиболитов *зоны Колмозеро-Воронья* имеют большие содержания избыточного аргона, низкое содержание калия. Поэтому отношения $^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ повышенные. Дискордантные видимые возраста этих амфиболов геологического смысла не имеют.

В возрастных Ar-Ar спектрах роговых обманок из *Центрально-Кольского блока Кольского террейна* картина более разнообразна, что является результатом более неравномерного раннепротерозойского термального воздействия. Часть спектров сохраняет датировки в интервале 2.6-2.5 млрд. лет, что может указывать на их позднелопийский возраст, т.е. на позднелопийское время охлаждения комплексов пород и закрытие изотопной системы. Амфиболы с возрастом 2.2-2.3 млрд. лет с частично нарушенной изотопной системой, с возрастом 1.87 млрд. лет - с полностью нарушенной изотопной системой. А возраст плато роговой обманки 1.77 млрд. лет из амфиболита вблизи южного края Центрально-Кольского блока датирует охлаждение, которое происходило после раннепротерозойского орогенеза.

Аналогичные возраста амфиболов из пород Беломорского террейна также указывают на полное нарушение изотопных систем в раннем протерозое и на калевийское время охлаждения и закрытия их [de Jong et al., 1995; de Jong et al., 1999].

Возраста 1.77 млрд. лет и 1.70 млрд. лет, соответственно для роговых обманок и мусковитов позволяют предположить, что скорость остывания *Беломорско - Лапландско-Кольского раннепротерозойского орогена* была около двух градусов на один миллион лет, т.е. очень низкой для тектонических областей с покровной тектоникой альпийского типа, которая была связана с коллизией плит [de Jong et al., 1995]. Скорость остывания будет значительно выше ($\approx 12^\circ$ на 1 млн. лет), если вести расчет от возраста гранулитового метаморфизма (1.95 млрд. лет) и возраста амфибола (1.75 млрд. лет) из пород Умбинского блока. U-Pb-возраст метаморфического циркона из эндербита Умбинского комплекса, рассланцованного в условиях гранулитовой фации, равен 1912 ± 8 млн. лет, тогда как в отдельных зернах $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ возраста ядер,

сложенных магматическим цирконом, составляют 1949 и 1966 млн. лет [Alekseev et al, 1977]. Ar-Ar-возраст амфибола и Rb-Sr-возраст из Умбинского гранита равны соответственно 1889+/-8 и 1882+/-15 млн. лет [Cliff et al, 1997].

Таблица 1. Время закрытия (млн. лет назад) Ar-Ar-изотопных систем в амфиболах из амфиболитов и привязка точек опробования.

№ п/п	Номер пробы. Название породы пробы, ассоциирующие с ней породы, место отбора пробы.	Возраст (млн. лет)
1	В-3296. Биотитсодержащие амфиболиты из толщи переслаивания их с гранат-биотитовыми и силлиманит-гранат-биотитовыми гнейсами (часто с графитом) и прослоями гранатитов и гранат-куммингтонитовыми породами. Река Ура в 10 км на Ю-ЮВ от пос.Ура-губа.	2772±17
2	В-2028. Амфиболиты из реликтовых линз теневого мигматитов среди гранито-гнейсов (трондьемитов). Левый берег р.Йоканьги, Мурманский террейн.	2042±8
3а	В-3513а. Прослой гранатовых амфиболитов из полмостундровской свиты, содержащей железистые кварциты. Зона Колмозеро-Воронья, в р-не г.Лешая и оз.Пельявр	3336±17
3б	В-3509. Амфиболиты с текстурами пиллоу-лав. В 160 м к югу от т.В-3513а. Зона Колмозеро-Воронья.	5702±99
3в	В-3512. Полевошпатовые амфиболиты. В 100 м от точки В-3513а. Зона Колмозеро-Воронья.	5692±35
4	В-3241. Амфиболиты. Прослой между тоналито- гнейсами и биотит-гранатовыми гнейсами. Центрально-Кольский блок, р-н реки Чудзьёк.	2526±9
5	В-3325. Амфиболиты среди кристаллосланцев с гнейсами и железистыми кварцитами. Центрально-Кольский блок, р-н оз.Пинкельявр.	2624±9
6	В-3555. Двупироксен-амфиболовый сланец среди глиноземистых гнейсов. Центрально-Кольский блок, западный берег оз.Чудзьявр.	2443±9
7	3576. Биотит-роговообманково-кварц-полевошпатовый гнейс из центральной части Центрально-Кольского блока.	2510±8
8а	В-7194. Пачка амфиболитов среди гнейсов с железистыми кварцитами. Центрально-Кольский блок, р-н Печ-губы оз.Имандра.	2325±9
8б	В-7108. Пачка амфиболитов среди гнейсов с железистыми кварцитами. Центрально-Кольский блок, р-н Печ-губы в 105 м к северу от т. В-7194.	1890±185
8в	В-7190. Пачка амфиболитов среди гнейсов с железистыми кварцитами. Центрально-Кольский блок, р-н Печ-губы в 80 м к северу от т В-7194	2233±8
9	1350. Титанит-скаполит-диопсид-роговообманковый амфиболит из толщи сланцеватых амфиболитов свиты кеулик-кенирим. Центрально-Кольский блок Кольского террейна, р. Шовна.	1748±9
10	1379. Гранат-биотитовый амфиболит из толщи гранатовых амфиболитов. Нотозерский блок Беломорского террейна.	1877±7

И одним из важных выводов является то, что территории Мурманского террейна и Кольского террейна уже с позднелопийского времени являются областью высокого стояния и относительно стабильными на протяжении раннепротерозойского времени. Об этом свидетельствуют также результаты термоионного датирования цирконов и лопийский возраст недеформированных даек Оленегорского района Центрально-Кольского блока (Егоров, Баянова, 1996).

Постановка и проведение исследований по изучению Ar-Ar и K-Ar систем в минералах (амфиболах, слюдах и др.) раннедокембрийских метаморфических и магматических пород Кольского региона была проведена в рамках программы международного проекта SVEKALAPKO группой исследователей, в которую кроме автора входили М. Тиммерман и С. Дейли (Ирландия), де Янг К. и Д. Рэкс (Англия).

Литература

1. Егоров Д.Г., Баянова Т.Б. Возраст дайкового комплекса Кольской железорудной формации // Корреляция геологических комплексов Фенноскандии: Тез. докл. Междунар. конф. Санкт-Петербург, 8-11 сентября, 1996 г. - СПб., 1996. - С. 24.
2. De Jong K., Rex D.C., Guise P.G., Cliff R.A., Dali J.S., Timmerman M.J., Balaganski V.V., Pozhilenko V.I. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ mineral step-heating ages along a transect through the Lapland- Kola orogen and their implications for the Paleoproterozoic structuration of the Kola Peninsula. // Abstracts. «Precambrian of Europe: Stratigraphy, Structure, Evolution and Mineralization», 9th Meeting of the AEGS, 4-15 Sept. 1995, St-Peterburg. - SPb, 1995. P. 28-29.
3. De Jong, K, MJ Timmerman, PG Guise, D Rex, RA Cliff, JS Dali, VV.Balagansky, and V Pozhilenko. 1.7 Ga thermal resetting related to post-tectonic magmatism shown by $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ mineral dating in the Paleoproterozoic Lapland-Kola Orogen (Russia). // "SVEKALAPKO an EUROPROBE project», 4-th Workshop, Lammi, Finland, 1999. P. 19.

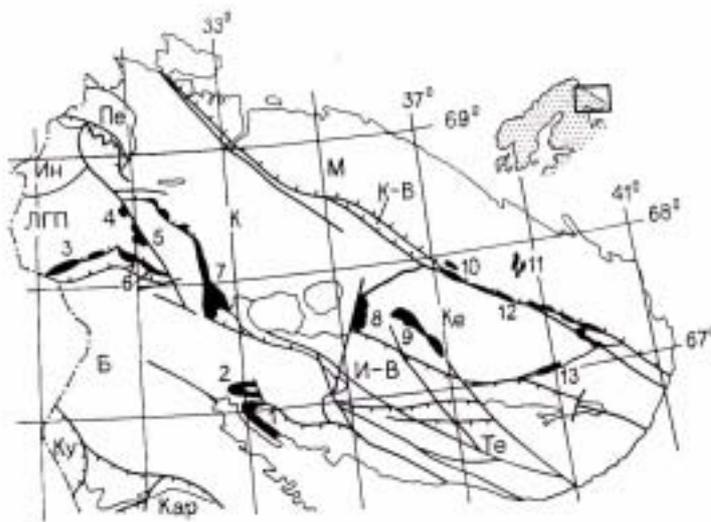
ГЕОХИМИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (РЗЭ) В ПОРОДАХ МАССИВОВ ГАББРО-ЛАБРАДОРИТОВОЙ ФОРМАЦИИ КОЛЬСКОГО РЕГИОНА

Пожиленко В.И., Радченко М.К. (АФ МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых; Геологический институт Кольского научного центра РАН; e-mail: pozhil@geoksc.apatity.ru)

Abstract. The rocks studied of the gabbro-labradorite Fm massifs are characterized by relatively low total REE content. The least enriched in REE are leucogabbro and gabbro-labradorite of the Tsaga massif, and the most enriched are the rocks of the Medvezh'je Ozero complex. The leucocratic rocks are characterized by the predominance of light REE over heavy ones, and by a clearly positive *Eu* anomaly.

Интрузивные тела габбро-лабрадоритов развиты исключительно в восточной части полуострова, преимущественно в пределах Кейвской зоны (рис. 1). Это массивы Цагинский, Пачинский, Медвежье-Щучьеозерского и Ачинского комплексов. Габбро-лабрадоритами сложены также небольшие тела, расположенные в пределах Мурманского блока – в р-не оз.Погерьявр и горы Патчемварака. По результатам U-Pb и Pb-Pb геохронологии получается, что все датированные массивы были сформированы в позднем архее. Возраст массивов: Цагинского - 2659 ± 3 , Медвежье-Щучьеозерского – 2663 ± 7 , Ачинского – 2678 ± 16 млн лет (Баянова и др., 2002; Митрофанов и др., 2005), т.е. сближенный, тогда как для массива Патчемварака - 2925 ± 6 млн лет (Кудряшов и др., 1999). Эти данные позволяют считать их самыми древними из всех датированных на территории России анортозитов автономного типа.

Первые данные по геохимии редкоземельных элементов (РЗЭ) были получены для Цагинского и Ачинского массивов и Медвежьеозерского комплекса (рис. 2, 3, 4). Исследованные объекты характеризуются сравнительно невысоким общим содержанием РЗЭ. Наименее обогащены РЗЭ лейкогаббро и габбро-лабрадориты Цагинского массива (рис. 2), а наиболее - Медвежьеозерского комплекса (рис. 3) Для всех лейкократовых пород установлено преобладание легких РЗЭ над тяжелыми и отчетливо проявленная положительная *Eu*-аномалия.



Массивы: 1 – Колвицкий, 2 – Кандалакшский, 3 – Яврозерский, 4 – Вулвара, 5 – Пыршин, 6 – группы Вуим-Элгорас, 7 – Главного хребта, 8 – Цагинский, 9 – Щучье-Медвежьеозерского комплекса, 10 – Потчемварака, 11 – Погерьяврского и Северо-Кейвского комплексов, 12 – Ачинский, 13 – Пачинский. *Блоки:* М – Мурманский, ЦК – Центрально-Кольский, Б – Беломорский, Кар – Карельский, Ин – Инари, ЛГП – Лапландский гранулитовый пояс, И-В – Имандра-Варзуга, Пе – Печенга.

Рис. 1. Схема размещения массивов габбро-анортозитов (1-7) и габбро-лабрадоритов (8-13)

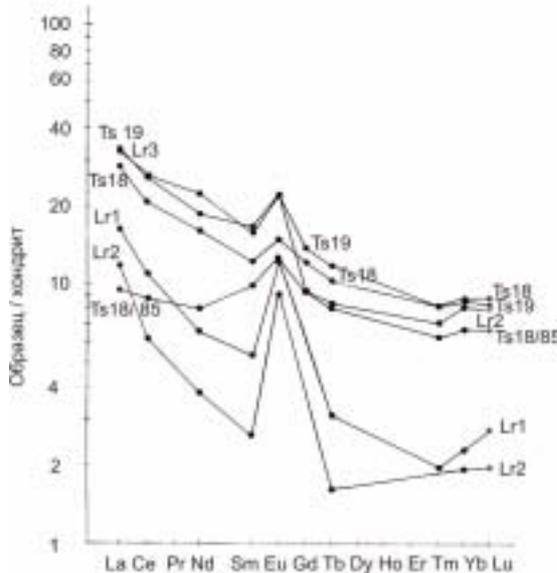


Рис. 2. Распределение редкоземельных элементов в породах Цагинского массива. Породы верхней зоны: LR₁, Ts18, Ts19 – лейкогаббро и LR₂ – габбро-лабрадорит. LR₃ – габбронорит из нижней зоны.

габброноритах нижней зоны (проба LR-3). Необычным для этих пород является и уровень содержания тяжелых РЗЭ, который ниже, чем в габбро-лабрадоритах (проба TS-18). В габбронорите плагиоклаз является кумулятивной фазой, что, возможно, и объясняет положительную *Eu*-аномалию.

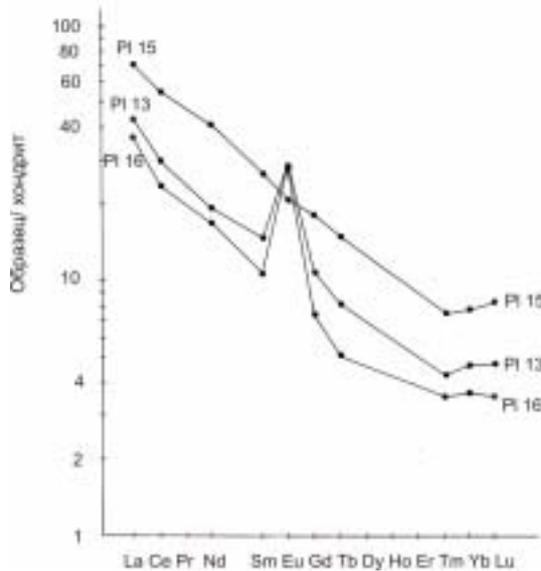


Рис. 3. Распределение РЗЭ в породах Щучьеозерского уч-ка Медвежьеозерского комплекса PL13, PL16 – габбро-лабрадориты, PL15 – метагаббронорит из дайки (не из комплекса габбро-лабрадоритов) в северо-западном обрамлении Медвежьеозерского пояса.

В Ачинском массиве график распределения РЗЭ носит более пологий характер. Пластовое тело метагаббро-лабрадоритов (пробы А-4 и А-5) и дайки, служившие для них подводными каналами (пробы А-7 и А-8), имеют близкие содержания РЗЭ и сходный характер их распределения (рис. 4), но в дайках несколько ниже содержание легких лантаноидов. В нижней части пластового тела содержание тяжелых элементов выше, чем в верхней. Обратные соотношения характерны для легких лантаноидов.

Лейкократовые породы Цагинского массива заметно отличаются от своих аналогов в Медвежьеозерском комплексе и Ачинском массиве большими вариациями в содержании РЗЭ и характером распределения легких лантаноидов и тяжелых РЗЭ. Обращает внимание положительная *Eu*-аномалия в

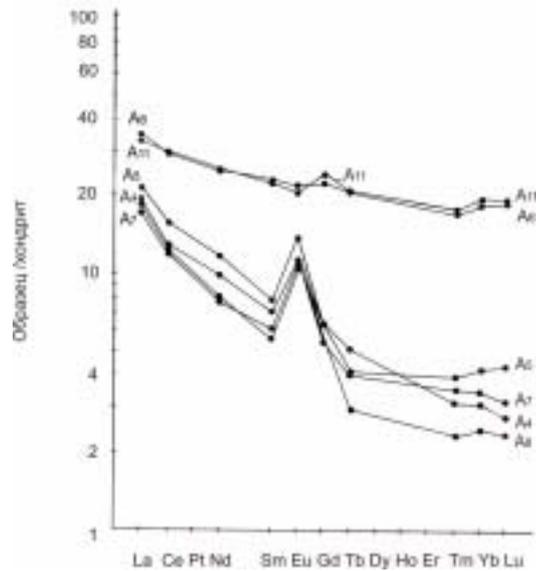


Рис. 4. Распределение редкоземельных элементов в породах Ачинского массива Метагаббро-лабрадориты из пластового тела: А-4 – из нижней и А-5 – из верхней части разреза. Породы из дайковых тел (подводящих каналов ?) комплекса «дайка в дайке»: А-6 – мезомеланократовый метабазит (плагио-амфиболовый сланец); А-7, А-8 – метагаббро-лабрадориты. А-11 – метабазит из пластового тела среди гнейсов синклинория Б.Кейв, р-н г.Выглай.

Для мезо-меланократовых метабазитов (пробы А-6 и А-11) характерны повышенные по сравнению с лейкогаббро содержания РЗЭ, меньшее Ce/Yb отношение и отрицательная Eu -аномалия.

При сопоставлении Кейвских габбро-лабрадоритов с разновозрастными анортозитами других массивов обнаруживается ряд общих признаков: сходство с анортозитами массивов Главного хребта и Геранского по уровню содержания и характеру распределения РЗЭ; породы Цагинского массива в этом отношении наиболее близки к Каларскому и Адирондакскому массивам (Суханов и др., 1990).

Литература

1. Баянова Т.Б., Пожиленко В.И., Смолькин В.Ф., Кудряшов Н.М., Каулина Т.В., Ветрин В.Р. Каталог геохронологических данных по северо-восточной части Балтийского щита (Приложение №3 к монографии «Геология рудных районов Мурманской области»). – Апатиты: изд. Кольского научного центра РАН, 2002. – 53 с.
2. Кудряшов Н.М., Гавриленко Б.В., Апанасевич Е.А. Возраст пород архейского зеленокаменного пояса Колмозеро-Воронья: новые U-Pb данные // Геология и полезные ископаемые Северо-Запада России. - Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1999. - С.66-70.
3. Митрофанов Ф.П., Пожиленко В.И., Баянова Т.Б., Нерович Л.И., Кудряшов Н.М. Анортозиты северо-восточной части Балтийского щита. // Эволюция петрогенеза и дифференциации вещества Земли (Материалы X всероссийского петрографического совещания «Петрография XXI века».) Том 1. – Апатиты: изд. КНЦ РАН, 2005. – С. 149-153.
4. Суханов М.К., Богданова Н.Г., Ляпунов С.М., Ермолаев Б.В. Геохимия редкоземельных элементов формаций автономных анортозитов // Геохимия, №2, 1990.

ПРОБЛЕМА СТРАТИСФЕРЫ ЗЕМЛИ: КОГДА НАЧАЛАСЬ СОБСТВЕННО ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ ПЛАНЕТЫ

Предовский А.А., Чикирёв И.В. (АФ МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых, Геологический институт КНЦ РАН, e-mail: igor@afmgtu.apatity.ru)

Abstract. Previous und resent data allow to state that stratisphere of the Earth occupies significant part of the Earth's crust und includes all stratified supracrustal sequences from the oldest Early-Archean to the Quaternary ones. In this article the stratisphere is considered as interrelation of approaches of geology, isotopic geochronology and geophysics.

Если двадцатый век – время интенсивного ветвления наук о Земле, то наступивший двадцать первый знаменуется переходом к их взаимодействию и взаимопроникновению. Недаром на этом этапе развития знаний оформилась и набирает силу синергетика. Одним из примеров взаимодействия разных научных направлений является современное состояние проблемы *стратисферы Земли*, которая решается на стыке геологии, планетологии, геохимии и геофизики.

Драматическая ситуация в геологии, точнее – в геологии докембрия, сложилась в середине девятнадцатого – начале двадцатого столетий, когда скандинавскими геологами Я. Седерхольмом и др. (Sederholm, 1927, 1930) была создана одна из первых схем стратиграфического расчленения докембрия Балтийского щита. В этой схеме, которая базировалась на принципе актуализма, в качестве древнейших супракрустальных толщ были выделены гнейсы и кристаллические сланцы, отнесенные тогда к свионию (архей), для которых авторами схемы подчеркивалось, что *основание их неизвестно* (Sederholm, 1930). Такое парадоксальное суждение появилось в связи с тем, что взятый на вооружение авторами схемы актуалистический подход предусматривал определенную последовательность событий в развитии подвижных зон, заимствованную из фанерозойской геологии. Согласно этой последовательности, слоистые толщи прогибов подвижных зон прорываются ранними гранитоидами. За эти гранитоиды (граниты первой группы в схеме стратиграфии архея Скандинавии) был принят комплекс плагиогнейсов, диоритов-плагиогранитов, породы которого располагались стратиграфически ниже супракрустальных толщ свионийского комплекса и обнажались на участках сводовых и купольных антиклинальных структур. Де-факто этот диорит-плагиогранитоидный комплекс, подобный «серым гнейсам» или «тоналитовым гнейсам» многих докембрийских регионов мира и является основанием или фундаментом древнейших супракрустальных толщ Скандинавии. Но это становится окончательно ясным лишь теперь.

Схема скандинавских геологов, упомянутая выше, была воспринята А.А. Полкановым, который при своих исследованиях 1911-1935 г.г. распространил ее на территорию Северо-Запада СССР (Полканов, 1935), а гнейсы свиония параллелизовал с комплексом кольских гнейсов, а позднее – и беломорских.

Несколько забегаая вперед отметим, что ошибочная ситуация, выраженная в представлении об отсутствия основания, на котором первично отлагались супракрустальные толщи свионийского, кольского и беломорского комплексов, возникла потому, что к неактуалистическому образованию – древнейшему комплексу «серых гнейсов», диоритов-плагиогранитоидов был неоправданно применен актуалистический подход по аналогии с подвижными областями фанерозоя. Сказанное здесь найдет объяснение в последующем тексте.

Догадки о сложности и неправомерности рассмотренной ситуации постепенно накапливались. К середине двадцатого века ряд исследователей и в их числе П. Эскола, Д. Престон, Н. Судовиков, Н. Магнуссон на примере карельского, готского и даже каледонского комплексов отмечает признаки явной активизации и реомобилизации пород фундаментов этих комплексов по отношению к перекрывающим супракрустальным толщам. Вплоть до того, что по образному выражению Д. Престона «... граниты могут внедряться в собственную дресву». Подобные явления получили геохронологическое подтверждение в работах О. Коуво, А.А. Полканова, Э.К. Герлинга и позднее.

Первым автором, поставившим в отечественной литературе вопрос о существовании древнейшего сиалического фундамента начальных супракрустальных толщ архея, как нам известно, был Л.Я Харитонов, один из крупнейших знатоков докембрия Балтийского щита, геолог-съемщик и исследователь. Эта идея была намечена им в 1960 году в публикации к XXI сессии Международного геологического конгресса и позднее рассмотрена в его последней работе (Харитонов, 1966). К сторонникам этой концепции принадлежит А.А. Предовский (Предовский, 1969, 1970, Предовский и др., 1987), И.В. Бельков и др. (1971), В.Г. Загородный и др. (1970), М.А. Гилярова (1974), К.О. Кратц и Ф.П. Митрофанов (1980), А.Н. Виноградов и Г.В. Виноградова (1981).

Таким образом, на основе геологических материалов по Балтийскому щиту в середине прошлого века сформировалось *представление о древнейшем фундаменте докембрия, который изначально слагался диорит-плагиогранитоидным веществом и являлся сиалической протокорой доархейского возраста. Сиалическая протокора в своем происхождении предположительно связана с догеологическим этапом с вероятным возрастом 4.2-4.5 млрд лет. Она не содержит пород с признаками супракрустального происхождения и отличается исключительно низким содержанием органического углерода, в среднем около 0.009 мас. %* (Предовский и др., 1987).

Сходные выводы были получены и для ряда других регионов. Так В.Л. Дук и В.И. Кицул выделили в Южной Якутии инфракрустальный комплекс основания архея Алдана, К.Е. Есинчук и Н. П. Щербак – протокоровые породы Украинского щита, И.Л. Жуланова – протокоровые толщи в Омолонско-Тайгоносском регионе Северо-Востока Азии. Подобные соотношения древнейших супракрустальных толщ и их диорит-плагиогранитоидного основания описаны и в работах по разным регионам мира.

Факт существования сиалической протокоры континентов явно не стыкуется с распространенным умозрительным представлением о якобы существовавшей базитовой (или базальтовой) коре Земли, которое, впрочем не имеет фактического обоснования. Все имеющиеся наблюдения указывают на то, что древнейшие супракрустальные толщи планеты формировались только на сиалической протокоре.

Объяснения возможного механизма возникновения сиалической протокоры Земли могут быть почерпнуты из гипотез планетологического и астрономического направления.

Предположения о происхождении сиалической протокоры были высказаны исследователями в связи с разработкой концепции полихронно-гетерогенной аккреции Земли. В качестве основного механизма принимается массовая метеоритная бомбардировка только что возникшей Земли (Рудник, Соботович, 1984, Барсуков, 1985), которая вызвала интенсивную дифференциацию внешней части мантийной оболочки с появлением расплавов и пород вначале диоритового и анортозитового состава с последующей эволюцией до плагиогранитоидов. Новейшие эксперименты и расчеты (Яковлев и др., 2000) указывают на возможность эффективной

дифференциации мантийного вещества не только в состоянии расплавов, но и по схеме ударно-испарительного процесса. Последний приводит к накоплению кремнезема в конечном продукте, т.е. в формирующейся протокоре.

В самые последние годы появился новый серьезный повод для оживления интереса к старой проблеме сиалической протокоры Земли. Этот повод нам дает геохимия в лице изотопной геохронологии. Публикации ряда авторов (Балашов, 2007, Wyche et al., 2004, Peck et al., 2001) сообщают о распространении в метаосадочных породах архея Западной Австралии детритовых цирконов с возрастом от 3.9 до 4.4 млрд лет. Тип цирконов соответствует их возможному происхождению за счет размыва или иного разрушения вещества сиалической протокоры. Вместе с данными по подобному модельному возрасту протолитов архея разных регионов (Пушкарев, Никитина, 2005, Глебовицкий и др., 2007) **это дало возможность выделения особого, доархейского этапа развития Земли – хадея, который предшествовал раннему архею, проходил в пределах времени от 4.5 до 4.0-3.9 млрд лет назад и, вероятнее всего завершал полихронно-гетерогенную аккрецию планеты, которая уверенно приходит на смену гипотезе гомогенной аккреции, предшествуя началу собственно геологической истории Земли.** Последнюю логично начать с появления первых супракрустальных толщ.

Остается рассмотреть соотношение геологического (геоисторического) и геофизического подходов к проблеме сиалической протокоры и расчленению в целом земной коры на «слои». Прежде всего, по-видимому, необходимо окончательно отказаться от применения обычно используемого понятия об «осадочном слое», как верхнем слое земной коры. Хотя это и делается геофизиками на основе скоростей распространения сейсмических волн в коре, это вносит путаницу в существо дела. Целесообразно говорить не об «осадочном слое», а о **супракрустальных слоистых образованиях коры, которые в ее внешних частях могут быть представлены и вулканитами, например, базальтами, как это имеет место в океанических областях.**

Здесь стоит вспомнить классической ошибке С. Уеды (Yeda, 1980), который из-за рассматриваемого недоразумения параллелизует «базальтовый слой» океанов, относящийся к верхам стратисферы Земли и «базальтовый слой» континентов, располагающийся в низах коры, ниже так называемого «гранитно-метаморфического слоя». Эта ошибка воспроизводится и другими неомобилистами, несмотря на принципиальное геоисторическое различие сопоставляемых «базальтовых слоев».

Назрела необходимость четкого определения стратисферы Земли, которая составляет внешнюю часть земной коры и объединяет в своем составе все супракрустальные стратифицированные толщи (осадочные, вулканические и смешанные осадочно-вулканические), образовавшиеся за всю геологическую историю планеты в субэральных и субаквальных условиях. Естественно, что в объем стратисферы входят и все внедрившиеся в нее плутонические магматические породы разных этапов развития континентов и океанов.

Нижняя граница стратисферы маркируется ее контактом с подстилающей сиалической протокорой, которая с геофизической точки зрения относится к низам «гранитно-метаморфического слоя».

Из всего сказанного выше следует, что важнейшей геоисторической границей в земной коре является не поверхность Мохоровичича, которая в силу ее определения как границы фазового перехода, может смещаться, а контакт нижней части стратисферы с сиалической протокорой. Этот контакт знаменует окончания хадея, как этапа завершения аккреции Земли и начало геологической ее истории, которая начинается с накопления первых

супракрустальных толщ. Контакт диорит-гранитоидных образований хадея и низов стратисферы может объективно устанавливаться, т.к. для образований хадея признаков супракрустальных толщ, выявленных геолого-петрогеохимическими методами нет (Предовский и др., 1970, 1987).

Вероятно имеет смысл выделить нижнюю стратисферу, объединяющую супракрустальные толщи раннего докембрия и сопровождающие их плутонические магматиты, и верхнюю стратисферу, объединяющую образования позднего докембрия и фанерозоя. Условной границей между нижней и верхней стратисферой может быть возрастная граница супракрустальных толщ на уровне 1.65 - 1.5 млрд лет назад.

Авторы благодарят проф. Ю.А. Балашова за обсуждение отдельных вопросов и консультации.

Литература

1. **Балашов Ю.А.** Влияние ранней дифференциации Земли на мантийные и коровые процессы архея-фанерозоя // Геология и минерагения Кольского региона. Тр. Всероссийской конференции и IV Ферсмановской научной сессии к 90-летию рождения А.В. Сидоренко и И.В. Белькова. Апатиты, 2007. С. 207-210.
2. **Барсуков В.Л.** Сравнительная планетология и ранняя история Земли // Земля и вселенная. 1985. № 3. С. 8-16.
3. **Бельков И.В., Загородный В.Г., Предовский А.А. и др.** Опыт разработки сводной схемы стратиграфии докембрия Кольского полуострова // Стратиграфическое расчленение и корреляция докембрия Северо-Восточной части Балтийского щита. Л.: Наука. 1971. С. 141-150.
4. **Виноградов А.Н., Виноградова Г.В.** О геохимическом типе первичнокоровых гранитов // Древнейшие гранитоиды СССР: комплекс серых гнейсов. Л.: Наука. 1981. С. 49-57.
5. **Гилярова М.А.** Стратиграфия, структура и магматизм докембрия восточной части Балтийского щита. Л.: Недра. 1974. 223 с.
6. **Глебовицкий В.А., Никитина Л.П. и др.** Термическая и химическая неоднородность верхней мантии Байкало-Монгольского региона // Петрология. Т. 15. №1. 2007. С. 61-92.
7. **Горлов Н.В.** Структура беломорид. Л.: Наука. 1967. 110 с.
8. **Загородный В.Г., Беляев О.А., Петров В.П.** Схема метаморфической зональности докембрия Кольского полуострова // Материалы по геологии и металлогении Кольского полуострова. Апатиты: КФАН СССР. 1970. Вып. 1. С. 12-19.
9. **Кратц К.О., Митрофанов Ф.П.** О докембрийской земной коре материков (древних щитов), ее становления и тектонической эволюции // Проблемы тектонического развития раннего докембрия. Л.: Наука. 1980. С. 20-30.
10. **Полканов А.А.** Геолого-петрологический очерк северо-западной части Кольского полуострова. Л.-М.: АН СССР. 1935. 564 с.
11. **Предовский А.А.** Особенности строения и развития среднепротерозойских зон на примере Печенги и Северного Приладожья // Природа и хозяйство Севера. Вып. 1. Апатиты. 1971. С. 18-26.
12. **Предовский А.А.** Проблемы районирования древнейшего фундамента докембрия Кольского п-ова и ее палеогеографическое значение // Природа и хозяйство Севера. Вып. 2. Ч. 2. Апатиты. 1971. С. 4 - 18.
13. **Предовский А.А.** Геохимическая реконструкция первичного состава метаморфизованных вулканогенно-осадочных образований докембрия. Апатиты: КФАН СССР. 1970. 115 с.

14. **Предовский А.А., Мележик В.А. и др.** Вулканизм и седиментогенез докембрия северо-востока Балтийского щита. Л.: Наука. 1987. 185 с.
15. **Пушкарев Ю.Д., Никитина Л.П., Скиба В.И.** Ксенолиты примитивной мантии как вещество источников MORB: идентификация, оценка величины Sm/Nd и Rb/Sr // Проблемы источников глубинного магматизма и плюмы. Петропавловск-Камчатский- Иркутск. 2005. С. 98-115.
16. **Рудник В.А., Соботович Э.В.** Ранняя история Земли. М.: Недра. 1984. 349 с.
17. **Уеда С.** Новый взгляд на Землю. М.: Мир. 1980. 213 с.
18. **Харитонов Л.Я.** Структура и стратиграфия карелид восточной части Балтийского щита. М.: Недра. 1966. 360 с.
19. **Яковлев О.И., Диков Ю.П., Герасимов М.В.** Роль ударно-испарительной дифференциации на стадии аккреции Земли // Геохимия. 2000. № 10. С. 1027-1046.
20. **Peck W.A., Valley J.W., Wilde S.A., Graham C.M.** Oxygen isotope ratios and rare earth elements in 3.3 to 4.4 GA zircons: Yon microprobe evidence for high $\delta^{18}\text{O}$ continental crust and oceans in the early Archean // Geochim. Cosmochim. Acta. 2001. V. 65. N 22. P. 1215-1229.
21. **Wyche E., Nelson D.R., Riganti A.** 4350-3130 MA detrital zircons in the Southern Cross granitic-greenstone terrane, Western Australia: implications for the early evolution of the yilgarn Craton // Austral. Journ. Earth Sci. 2004. V. 51. P 31-45.
22. **Sederholm J.** Pre-Cambrian of Fennoscandia with special reference to Finland. Bull. Geol. Soc. of America. V. 38. N 4. 1927.
23. **Sederholm J.** Pre-Quaternary rocks of Finland. Explanatory text to gener. geol. map of Finland. Bull. Com. Geol. de Finl. N 91. 1930.

КОМАТИИТЫ ПОЗДНЕГО АРХЕЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ

Сорохтин Н.О., Козлов Н.Е., Козлова Н.Е., Мартынов Е.В. (АФ МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых, kozlov@afmgtu.apatity.ru)

Abstract. The model of late Achaean developments of a mantle of the Earth which proves to be true and at studying a chemical compound is offered. It is established, that komatiites, generated in conditions more strongly hot mantle, are characterized by reduction of contents Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , CaO and SiO_2 and increase of contents ΣFeO , TiO_2 and MgO and also Ni, Cr, Mg, Co, Au, PGE, that has provided formation of the large deposits of these elements.

Позднеархейский коматиитовый магматизм является прямым индикатором эволюции температурного режима мантии в период, когда началось формирование первого в истории Земли суперконтинента. Наиболее важным представляется факт пространственной неоднородности его проявления, что указывает на различную степень разогрева мантии и влечет за собой целый ряд металлогенических закономерностей.

Параметры высоких температур формирования коматиитов [1] совпадают, видимо, с величинами их содержания (объемами) в разрезах зеленокаменных поясов того времени. При этом в недрах Земли существовала тепловая конвекция, реализовавшаяся по принципу ячей Бенара, над нисходящими потоками которой формировались ядра будущих континентов. Предлагаемая нами модель позднеархейского развития мантии Земли предполагает существование неоднородностей перегрева мантии при глубинной тектоно-магматической эрозии первичного вещества по бортам активного пояса конвектирующими мантийными расплавами, которая достигала 400-450°C [2].

По этой модели в северной и южной высокоширотных областях, коматиитовые ассоциации должны были формироваться при меньших температурах, нежели в приэкваториальной области. И действительно, из работы К. Конди [3] намечается, что в некоторых щитах южного полушария, приближенных к экватору, в разрезах зеленокаменных поясов преобладают ультраосновные и основные существенно магнезиальные породы, тогда как в удаленных от экватора современных щитах и в Антарктиде преобладают основные породы толеитового ряда.

Данная закономерность подтверждается при изучении химического состава пород. Проведенное нами сравнение более 400 полных силикатных анализов коматиитов зеленокаменных поясов Балтийского, Алданского и Канадского щитов, Африки, Австралии и Антарктиды [4-9 и др.], сгруппированных с учетом их объемов в разрезах по признаку формирования в условиях менее и более перегретой мантии того времени показывает, что при переходе от первых ко вторым наблюдается значимое уменьшение совокупного содержания Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , CaO и SiO_2 и увеличение совокупного содержания ΣFeO , TiO_2 и MgO . Эти закономерности описываются трендом, представленным линейной функцией $F=0,002*SiO_2-0,072*TiO_2+0,779*Al_2O_3-0,609*\Sigma FeO-0,013*MgO+0,043*CaO+0,096*Na_2O+0,074*K_2O$, имеющей значимо большие по критерию Пури-Сена-Тамуры [10] средние значения (при уровне значимости $\alpha=0.01$) в породах, сформированных в условиях менее перегретой мантии (табл.1).

Таблица 1. Значение фактора F2 для коматиитов и коматиитовых базальтов, связанных с различной мантией

Коматииты и коматиитовые базальты	Значение фактора F2
связанные с менее перегретой мантией	+28,88
связанные с более перегретой мантией	-16,99

Величина статистика Пури-Сена-Тамуры ($X_{2a,m}$) для оценки значимости отличий F2, приведенных в таблице, равна 25,57. Для 95% вероятности отличий значение $X_{2a,m}$ – более 3,84, для 99 % - 6,64, для 99,9% - 10,83

Такие тенденции объяснимы различием в мощности литосферных плит того времени, а также неодинаковой степенью зрелости континентальной коры и региональными изменениями в химическом составе мантии, продуцирующими коматиитовые выплавки вулканитов.

Можно также предполагать, что более разогретые области должны быть обогащены элементами протокристаллизации, стоящими в начале ряда элементов, наиболее характерных для ультраосновных магм и обеднены элементами, располагающимися ближе к его концу (это «ряд мантийности» по А.И.Перельману [11]): Ni > Cr > Mg > Co > Fe > Mn > Au > (O, Si, Ge, Se, Ag, Te) > (C, Sc, V) > Cd > Cu > (N, Cl, As) > (Na, S, Ca, Br) > (P, Zr, Mo, Sn, Sb) > F > Hg > Bi > (Ti, Ga) > > (B, W) > (Be, Al, Nb, In) > Sr > Cs > I > Li > (K, Rb) > Tl > Ta > Pb > (Ba, U) > Th. Данных по ЭПГ в работе [11] не приведено, но с учетом их химических свойств и современных данных об их распределении в основных и основных породах можно полагать, что они занимают место в начале этого ряда, близко к таким элементам, как Fe, Au, Ag.

Для проверки этого предположения было проведено сопоставление содержаний ряда малых элементов в коматиитах и коматиитовых базальтах, для которых удалось создать представительные выборки. Для сравнения были использованы порядка 2000 элементопределений [4-11] Результаты сопоставления подтверждают высказанное выше предположение (табл.2).

Таблица 2. Сравнение среднего содержания некоторых малых элементов* (в г/т) в коматиитах и коматиитовых базальтах, генетически связанных с более (1) или менее (2) перегретой мантией.

	Ni	Cr	V	Cu	Zr	Zn	Nb	Sr	Y	Rb	Ba
n**	54	55	55/	26	63	26	42	63	63	63	63
	182	185	182	79	185	52	164	79	185	79	56
1	979***	2010	189	58	27	60	1	40	11	4	20
2	643	1022	235	25	61	64	8	80	231	21	98

*элементы в таблице приведены в последовательности, соответствующей их положению в ряду мантийности.

** верхняя строка - число анализов в первой группе, нижняя - во второй.

*** жирным выделено большее содержание в паре 1-2.

Отчетливо видно, что коматиитовые серии, связанные с более перегретым мантийным источником, действительно обогащены в сравнении с аналогичными образованиями, связанными с менее перегретой мантией, элементами начала названного выше «ряда мантийности» – никелем, хромом, медью и обеднены элементами середины и конца ряда. Такая геохимия может определять большое количество и широкое генетическое разнообразие типов месторождений элементов

начала данного ряда в коматиитовых сериях, связанных с более горячими мантийными источниками.

Известно, что значительная часть экономически важных проявлений коренного золота на щитах приурочена к позднеархейским зеленокаменным поясам. Во всех таких проявлениях золоторудной минерализации важную роль играли его повышенные кларковые содержания в «материнских» породах. Часто золото здесь связывается с сингенетической сульфидной минерализацией в коматиитах и высокомагнезиальных базальтах. Именно этот тип минерализации установлен в зеленокаменных поясах кратона Каапвааль, в Родезии, западной Австралии и южной Америки [12,13]. В них золото связано преимущественно с коматиитами и полосчатой железистой формацией (BIF).

В Канаде, на Балтийском щите, на Алдане и в ряде других областей мира золоторудная минерализация связана в основном с наложенными процессами метасоматоза и магматизма. Она чаще всего приурочена к гранитоидным интрузиям и их жильным фазам. Таким образом, здесь большинство золоторудных месторождений имеет эпигенетический характер [14]. Так, данные по Канаде показывают, что проявления золота здесь связаны с кислыми вулканитами, осадками и интрузиями гранитоидов. Ассоциация золота с осадочными образованиями и кислыми вулканитами определенно указывает на процесс рециклинга, в результате которого золото не только переходило из материнских мантийных пород в коровые, а затем и в осадочные, но и постоянно обогащалось, приводя к образованию промышленных скоплений.

Результаты наших исследований хорошо согласуются с выводами Ф.П.Митрофанова, отмечавшего более «симатическую» природу в целом зеленокаменных поясов южных кратонов, большее количество в них коматиитов и обогащение «металлами халькофильного ряда, дающими крупные месторождения никеля, меди, платиноидов, золота» [15].

Выводы

1. Исследования показали, что современное деление континентов на две условные группы – Гондвана и Лавразия - отражает историю литосферных плит в фанерозое, тогда как в позднем архее расположение протоцитов было более сложным. Можно выделить три основные группы протоконтинентов – протоэкваториальную, протосеверную и протосеверную, где две последних формировались в условиях относительно меньшего перегрева мантии.

2. 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 (до 60-70 %), в то время как для второго более типичны ассоциации толеитовых базальтов, андезитов и риолитов при незначительной роли или полном отсутствии коматиитов. Эта разница что связывается нами с формированием первых в условиях большего перегрева позднеархейской мантии.

3. Коматиитовые магмы зеленокаменных поясов позднего архея, сформированные в условиях большего перегрева мантии Земли, были обогащены элементами, стоящими в начале «ряда мантийности» (по А.И.Перельману), а именно – Ni, Cr, Mg, Co, Au, ЭПГ, что обеспечило формирование связанных с ними крупных месторождений золота, никеля и платиноидов.

В заключение следует отметить, что данные исследования носят предварительный характер и требуют существенной детализации в дальнейшем.

Работа выполнена по гранту ОНЗ РАН «Эволюция геологических формаций континентальной коры Гондваны и Лавразии в докембрии и их металлогения». 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.

Литература

1. Светов С. А. Магматические системы зоны перехода океан-континент в архее восточной части Фенноскандинавского щита // Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2005, 230 с.
2. Козлов Н.Е., Сорохтин Н.О., Глазнев В.Н., Козлова Н.Е., Иванов А.А., Кудряшов Н.М., Мартынов Е.В., Тюремнов В.А., Матюшкин А.В., Осипенко Л.Г.. Геология архея Балтийского щита. – СПб.: Наука, 2006, 329 с.
3. Конди К. Архейские зеленокаменные пояса. М.: Мир, 1983, 390 с.
5. Смолькин В.Ф. Коматиитовый и пикритовый магматизм раннего докембрия Балтийского щита // СПб.: Наука, 1992, 272 с.
6. Manikyamba S. et al. Precambrian Res., 2004, v. 134, p. 21–39.
7. Maarten J. de Wit et al. The Jamestown. Journal of African Earth Sci. Lett., 1987, v. 6, N. 5, p. 681-730.
8. Borming Jahn et al., Contrib Mineral. Petrol., 1982, v. 80, p. 25-40
9. Puchtel I.S. et al. Precambrian Res., 1993, v. 62. p. 399-417
10. Polat A., Kerrich R., Wyman D.A. Precambrian Res., 1999. v. 94, p. 139-173.
11. Справочник по математическим методам в геологии, М.: «Недра», 1987, 76-77 с.
12. Перельман А.И. Геохимия, М.: Высшая шк., 1989, 423 с.
13. Meyer M., Saager R. Min. Deposits, 1985, v. 20, p. 284-289.
14. Foster R.P., Piper D.P. Ore Geol. Rew., 1993, v. 8, p. 303-347.
15. Weihed P. et al. Ore Geol. Rew., 2005, v. 27, p. 273-322.
16. Митрофанов Ф.П. Литосфера, 2001, № 1, с. 5-14.

СЕКЦИЯ
«ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
В АРКТИКЕ»

Секция «Геофизические процессы в Арктике»

ДОРОНИНА Е.Н., НАМГАЛАДЗЕ А.А. Исследование влияния различных механизмов нагрева и охлаждения на экваториальные минимумы температуры и плотности нейтрального газа в термосфере Земли	214
ЗУБОВА Ю.В., НАМГАЛАДЗЕ А.А., ГОНЧАРЕНКО Л.П. Влияние продольных токов зоны 2 на поведение F2-слоя ионосферы над Миллстоун Хиллом 16 апреля 2002 года	218
КНЯЗЕВА М.А., НАМГАЛАДЗЕ А.А. Влияние меридионального ветра на широтное положение областей повышенной электронной концентрации в ночной F2-области ионосферы	223
КОРАБЛЕВА И.В., НАМГАЛАДЗЕ А.А. Корректировка задания авроральных высыпаний в теоретической модели UAM на основе радиотомографических реконструкций электронной концентрации для бури 26 октября – 01 ноября 2003 года	227
ЗОЛОТОВ О.В., НАМГАЛАДЗЕ А.А., ЗАХАРЕНКОВА И.Е., МАРТЫНЕНКО О.В., ШАГИМУРАТОВ И.И. Исследование воздействия сейсмогенного электрического поля на среднеширотную ионосферу	232
ЗОЛОТОВ О.В., ПРОХОРОВ Б.Е. Графический пакет визуализации геофизических данных модели UAM: первые шаги – цели и программы	238
ЗОЛОТОВ О.В., КНЯЗЕВА М.А. Web-портал модели UAM: к вопросу о распространении модельных данных численного эксперимента	242
МАРТЫНЕНКО О.В. Функциональная структура Рамочной модели атмосферы (FrAM).....	246
ВОЛКОВ М.А., РОМАНОВА Н.Ю. Электрические токи во время диполизации магнитных силовых линий Земли	249
ЧЕРНОУС П.А., БАРАШЕВ Н.В. Экспериментальные исследования прочности снега на сдвиг и возможности использования этого параметра при оценке устойчивости снега на склоне.....	252
АСМИНГ В.Э., ВИНОГРАДОВ Ю.А., ЕВТЮГИНА З.А. Эксперимент по ассоциации фаз и локации акустических событий.....	256
РОЖКОВ А.С. Расчет гравитационного поля для двумерных тел	260
БУДОВЫЙ В.И., ХОРОЗОВ С.В., МЕДВЕДЕВ В.А., БЕЛОГОЛОВ В.С. Глобальное потепление как предвестник очередного глобального похолодания	262
БЕЛОГОЛОВ В.С. К вопросу об изменении доступной потенциальной энергии и общего содержания озона при циклогенезе	267

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ НАГРЕВА И ОХЛАЖДЕНИЯ НА ЭКВАТОРИАЛЬНЫЕ МИНИМУМЫ ТЕМПЕРАТУРЫ И ПЛОТНОСТИ НЕЙТРАЛЬНОГО ГАЗА В ТЕРМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

Доронина Е.Н., Намгаладзе А.А. (МГТУ, кафедра физики)

Abstract. Using the theoretical upper atmosphere model (UAM) the numerical experiments have been conducted to understand the reasons of the equatorial thermospheric temperature and density minimum formation. It has been found that this minimum is a feature of the tidal structure generated by the solar ionizing radiation and the rotation of the Earth.

Введение

В настоящей работе продолжено исследование методом математического моделирования причин формирования экваториальных минимумов температуры и плотности нейтрального газа. По данным измерений спутника CHAMP (1), этот минимум наблюдается в глобальном распределении плотности нейтрального газа в приэкваториальной области на дневной стороне на высоте порядка 400 км.

Ранее нами было показано, что результаты расчетов плотности по теоретической модели верхней атмосферы Земли UAM (2, 3) лучше согласуются с экспериментальными данными этого спутника (4), чем результаты расчетов по эмпирической модели термосферы Земли NRLMSISE00 (5). Расчеты выявили также аналогичный минимум и в глобальном распределении температуры нейтрального газа.

Известно, что плотность нейтрального газа в атмосфере подчиняется барометрическому закону, а, следовательно, зависит от температуры. В модели UAM температура нейтрального газа рассчитывается из уравнения теплового баланса, в котором учитываются такие источники тепла, как нагрев солнечным ультрафиолетовым излучением (диссоциирующим и ионизирующим), токами и дрейфами плазмы (Джоулев нагрев – через ион-нейтральное трение), высыпавшимися из магнитосферы энергичными частицами и теплом химических реакций. Потери тепла нейтрального газа происходят за счет инфракрасного излучения молекул CO₂, NO и атомов O.

Была поставлена задача: выяснить, какую роль в формировании экваториальных минимумов температуры и плотности играют различные источники нагрева и охлаждения нейтрального газа. Для этого из уравнения теплового баланса последовательно исключались члены, отвечающие за нагрев и охлаждение.

Численные эксперименты

Для изучения влияния низко- и высокоширотных электрических полей, а также высыпавшихся из магнитосферы энергичных частиц с помощью модели UAM были проведены численные эксперименты, в ходе которых были просчитаны с постоянными условиями по 10 суток для 21 марта 2002 года (день весеннего равноденствия, и Солнце находится точно над географическим экватором) в трех различных вариантах:

- 1) в течение всех суток задавалась постоянная разность потенциалов поперек полярной шапки, равная 30 кВ;
- 2) было отключено электрическое поле в приэкваториальной области (ниже 30° в обоих полушариях);
- 3) повсеместно были отключены электрическое поле и высыпавшиеся из магнитосферы энергичные частицы.

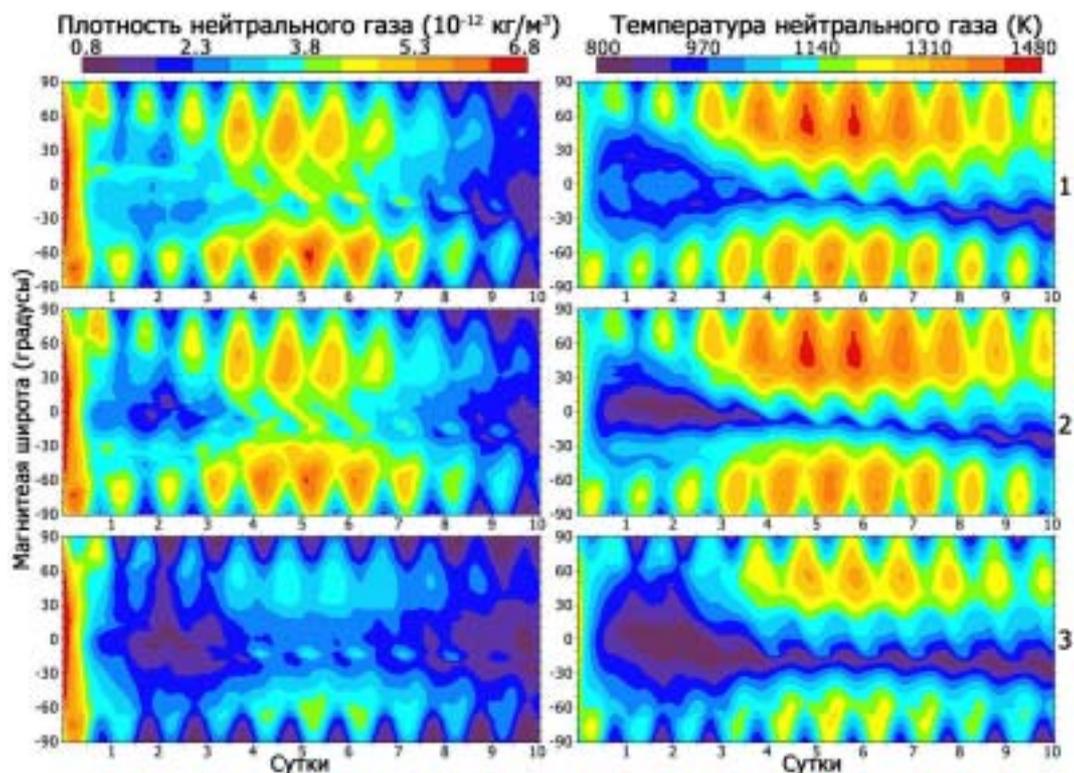


Рис.1. Временные вариации плотности и температуры нейтрального газа на высоте 410 км на геомагнитном меридиане, соответствующем 1530 MLT:

- 1) стандартный вариант расчетов;
- 2) вариант расчетов с отключенным низкоширотным электрическим полем;
- 3) вариант расчета с отключенным глобально электрическим полем и высыпавшимися из магнитосферы энергичными частицами.

По результатам проведенных численных экспериментов, представленных на рис.1, можно сделать вывод, что минимумы температуры и плотности нейтрального газа на дневной стороне не связаны с экваториальной аномалией, так как картины распределения после отключения поля на широтах ниже 30° (вариант 2) принципиально не изменились.

Глобальное отключение электрического поля и высыпавшихся из магнитосферы энергичных частиц (вариант 3) 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 высыпавшимися из магнитосферы энергичными частицами.

Т.к. на тепловой режим термосферы оказывают влияние и другие факторы, помимо высокоширотных, в ходе следующих численных экспериментов мы проверили, какое действие они оказывают на экваториальные минимумы температуры и плотности нейтрального газа.

На рис. 2 представлены карты глобальных распределений температуры (левая колонка) и плотности (правая колонка) нейтрального газа на высоте 400 км для 1200 UT четвертых суток расчетов 21 марта 2002 года с осями магнитная широта – MLT, построенные по результатам расчетов с моделью UAM в четырех вариантах:

- 4) в уравнении теплового баланса для нейтрального газа учтена только скорость нагрева диссоциирующим солнечным излучением;
- 5) учтены скорости нагрева диссоциирующим и ионизирующим солнечным излучениями;

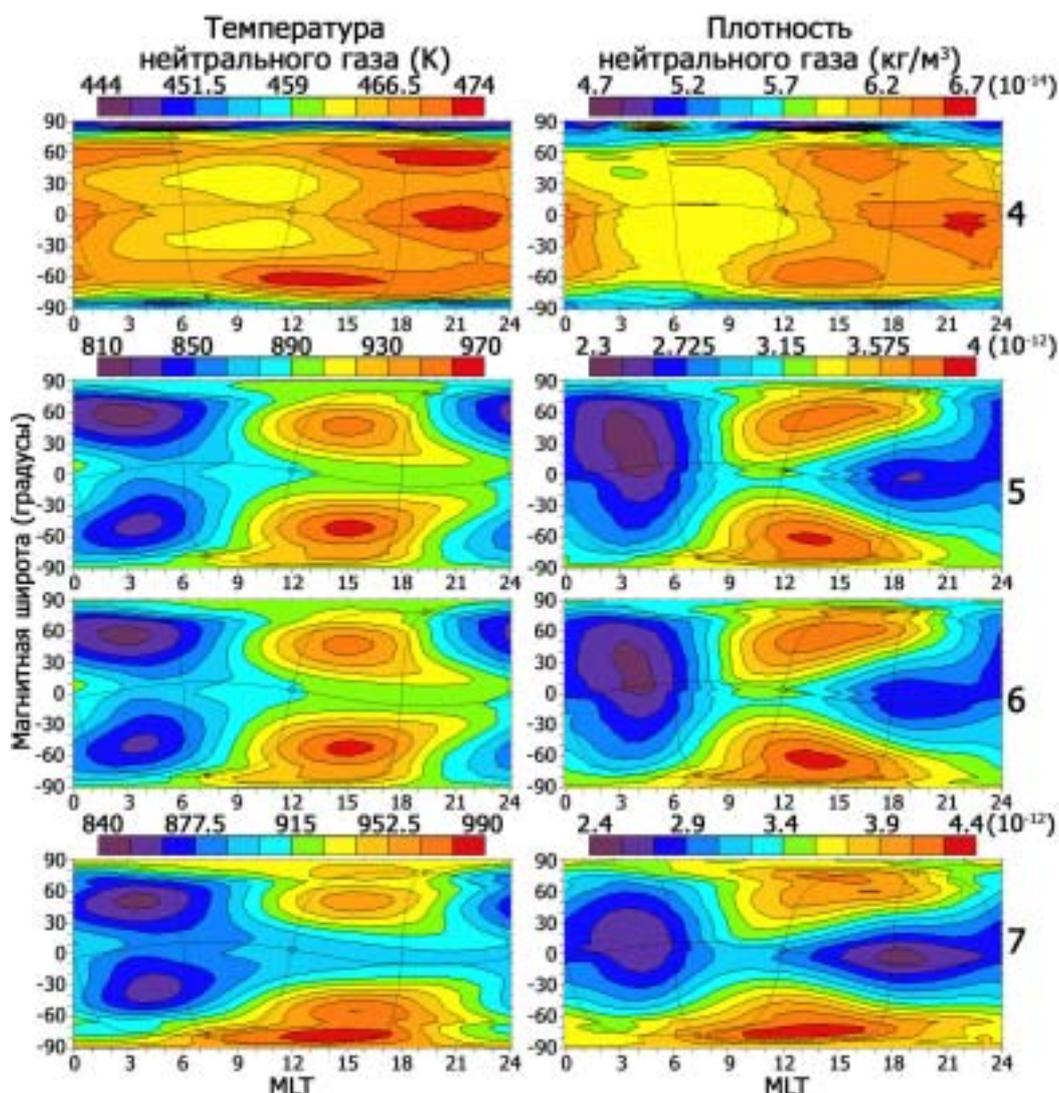


Рис. 2. Карты глобальных распределений температуры и плотности нейтрального газа на высоте 400 км для 1200UT 21 марта 2002 года, четвертые сутки расчетов по модели UAM, с учетом нагрева нейтрального газа:

- 4) солнечным диссоциирующим излучением;
 - 5) солнечным диссоциирующим и ионизирующим излучениями;
 - 6) солнечным диссоциирующим и ионизирующим излучениями и теплом химических реакций;
 - 7) солнечным диссоциирующим и ионизирующим излучениями, теплом химических реакций и Джоулевым нагревом.
- 6) учтены скорости нагрева диссоциирующим и ионизирующим солнечным излучениями и тепла химических реакций;
 - 7) учтены скорости нагрева диссоциирующим и ионизирующим солнечным излучениями, тепла химических реакций и Джоулева нагрева (без электрических полей).

Из рис. 2 видно, что в варианте 4 в распределениях температуры и плотности нейтрального газа практически отсутствуют суточные вариации. Поскольку диссоциирующее излучение поглощается главным образом в нижней термосфере, где процессы установления идут гораздо медленнее, чем на больших высотах, решение, полученное после четырех суток расчета, не является установившимся, что, по-видимому, не позволяет его физически интерпретировать.

С подключением солнечного ионизирующего излучения (вариант 5), являющегося главным источником энергии для верхней термосферы, характер распределения температуры и плотности существенно изменяется. Температура нейтрального газа увеличивается в среднем в два раза, а плотность – на два порядка. Стали четко прослеживаться суточные вариации в температуре и плотности, и, что самое важное, сформировались минимумы температуры и плотности на дневной стороне вблизи экватора с максимумами в средних широтах по обе стороны от него.

Вариант расчета 6, где учтены скорости нагрева солнечным диссоциирующим и ионизирующим излучениями и тепло химических реакций практически не отличается от варианта 5 по форме изолиний. Учет тепла химических реакций в уравнении теплового баланса для нейтрального газа привел только к увеличению температуры и плотности по всему глобусу.

Как видно из рис. 2, учет Джоулева нагрева (вариант 7) привел не только к глобальному увеличению температуры и плотности нейтрального газа по глобусу, но и к изменению форм изолиний. Максимумы температуры и плотности сместились из средних широт в высокие, а минимумы вблизи экватора стали глубже.

Выводы

Таким образом, формирующую роль в образовании приэкваториального минимума температуры и плотности нейтрального газа на дневной стороне играет солнечное ионизирующее излучение и вращение Земли, генерирующее приливную структуру с минимумом на экваторе.

Численные эксперименты по изучению влияния стоков тепла на минимумы температуры и плотности вблизи экватора показали: несмотря на то, что стоки тепла за счет инфракрасного излучения CO₂, NO и O по-разному воздействуют на тепловой режим и плотность нейтральной атмосферы на высоте 400 км, от них зависят только абсолютные значения основных термосферных параметров, но они не влияют на формирование минимумов температуры и плотности нейтрального газа вблизи экватора.

Литература

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. Намгаладзе А.А., Кореньков Ю.Н., Клименко В.В., Карпов И.В., Бессараб Ф.С., Суроткин В.А., Глущенко Т.А., Наумова Н.М. Глобальная численная модель термосферы, ионосферы и протоносферы Земли// Геомагнетизм и аэронавигация, т.30, №.4, с.612-619, 1990.
3. Namgaladze A.A., Martynenko O.V., Namgaladze A.N. Global model of the upper atmosphere with variable latitudinal integration step// Geomagnetism and Aeronomy International, V.1, No.1, p.53-58, 1998.
4. Doronina E.N., Namgaladze A.A., Förster M., A model Interpretation of the CHAMP Neutral Mass Density Measurements //Proceedings of the 6th International Conference "Problems of Geocosmos", p. 58-61, 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. 107 (A12), doi: 10.1029/2002JA009430, 2002.

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЬНЫХ ТОКОВ ЗОНЫ 2 НА ПОВЕДЕНИЕ F2-СЛОЯ ИОНОСФЕРЫ НАД МИЛЛСТОУН ХИЛЛОМ 16 АПРЕЛЯ 2002 ГОДА

Зубова Ю.В. (МГТУ, кафедра ВМ и ПО ЭВМ, *y-zubova@yandex.ru*),
Намгаладзе А.А. (МГТУ, кафедра физики), **Гончаренко Л.П.**
(*Massachusetts Institute of Technology, Haystack Observatory, Westford, USA*)

Abstract We investigated the reason of the disagreement of the UAM results with the observation data for the night hours of April 16 over the Millstone Hill observatory when the numerical model strongly underestimated the incoherent scatter radar (ISR) electron density (Ne). We found that this disagreement was produced by the difference in the electric field variations over Millstone Hill and thus with the difference of the plasma drift velocities. The plasma flow corresponded to the UAM electric field was diverging thus decreasing Ne whereas the plasma flow caused by the field observed over Millstone Hill was converging therefore increasing Ne at the night hours of April 16.

Введение

В предыдущих работах (*Namgaladze et al.*, 2005, *Zubova et al.*, 2007) обсуждались результаты сопоставлений параметров F2-области ионосферы, рассчитанных с помощью глобальной численной модели верхней атмосферы Земли UAM (*Namgaladze et al.*, 1998) для периода магнитных бурь апреля 2002 года, с результатами эмпирической модели ионосферы IRI-2001 (*Bilitza et al.*, 2004) и данными семи радаров некогерентного рассеяния (*Goncharenko et al.*, 2005). Наихудшее согласие с данными наблюдений имело место для значений электронной концентрации (Ne) над Миллстоун Хиллом, рассчитанных для ночных и утренних часов 16 апреля моделью UAM, которые оказались до 2 и более раз ниже измеренных значений Ne.

Основными факторами, определяющими поведение F-области ионосферы на широте Миллстоун Хилла, являются вариации состава термосферы и ветровое увлечение плазмы горизонтальным нейтральным ветром. Кроме того, в периоды геомагнитных возмущений до Миллстоун Хилла с высоких широт могут опускаться области продольных токов зоны 2 и выпадений энергичных частиц. Поэтому поведение ионосферы над Миллстоун Хиллом в значительной степени определяется также вариациями электрического поля, и, следовательно, вариациями скорости электромагнитного дрейфа плазмы под действием этого поля.

Численные эксперименты показали, что возможную неточность расчёта состава и температуры термосферы в модели UAM можно исключить из списка причин расхождения модельных и наблюдаемых значений Ne в ночные и утренние часы 16 апреля над Миллстоун Хиллом (*Namgaladze et al.*, 2005).

В работе *Zubova et al.*, 2007 показано, что включение в модель UAM эмпирической модели HWM-93 (*Hedin et al.*, 1996) для расчёта скорости термосферного ветра лишь частично улучшает согласие теоретических значений электронной концентрации с наблюдениями над Миллстоун Хиллом в ночные и утренние часы 16 апреля 2002 года.

Третьей возможной причиной расхождения модельных результатов с наблюдениями, обсуждаемой в настоящей работе, выступает расхождение модельного и наблюдаемого электрического поля и, как следствие, вариаций скорости $\vec{E} \times \vec{B}$ дрейфа.

Модельные расчёты

Распределение потенциала электрического поля в каждый момент времени рассчитывается в модели UAM путём решения уравнения для потенциала с входным параметром - разностью потенциалов поперёк полярной шапки (ПШ), описывающим подводимое от Солнца электрическое напряжение. В модели на полярной границе аврорального овала итерационно подбираются такие продольные токи зоны 1, которые отвечают заданной разности потенциалов, полученной путём аппроксимации данных спутников DMSP. Продольные токи зоны 2 задаются на экваториальной границе овала высыпаний из условия, что их амплитуда составляет 0,7 от амплитуды токов зоны 1, что примерно соответствует результатам, описанным в работе *Maltsev and Ostapenko, 2004*. Отметим, что границы аврорального овала также являются входными параметрами модели и задаются с помощью аппроксимаций данных DMSP.

Для исследования влияния электромагнитных дрейфов на результаты модельных расчётов электронной концентрации над Миллстоун Хиллом был проведён следующий численный эксперимент. При расчётах ионосферных параметров версией модели UAM с теоретическими составом и температурой термосферы (обозначена как UAM(TM)) разность потенциалов поперёк полярной шапки ($\Delta\phi$) задавалась как постоянная величина, равная 10 кВ.

На Рис. 1 изображены временные вариации электронной концентрации на высоте 345 км и меридионального (положительного в направлении на север) и зонального (положительное направление - на восток) электрического поля 15-16 апреля 2002 года, рассчитанных для Миллстоун Хилла версией модели UAM с «теоретической термосферой» с двумя вариантами задания разности потенциалов поперёк ПШ (переменной по DMSP и постоянной, равной 10 кВ), в сравнении с данными радара некогерентного рассеяния.

Обсуждение результатов

Из Рис. 1 видно, что практически для всего периода наблюдений модель UAM даёт меридиональное электрическое поле, противоположное по знаку измеренным значениям. При этом модельное зональное поле большей частью совпадает по знаку с наблюдениями. Особенно важен тот факт, что в ночь с 15 на 16 апреля наблюдения показывали рост меридиональной компоненты поля с отрицательных до положительных значений, в то время как UAM даёт противоположную картину: падение этой компоненты до отрицательных значений. Отметим, что меридиональная компонента поля отвечает за зональный дрейф плазмы: северному электрическому полю соответствует дрейф плазмы на запад.

Расчёт с разностью потенциалов поперёк ПШ, равной 10 кВ, даёт значения меридионального электрического поля в целом того же знака, но примерно в 2 раза меньше по величине, чем в версии с разностью потенциалов по DMSP.

Также Рис. 1 показывает, что задание $\Delta\phi = 10$ кВ даёт примерно в 2 раза меньшее падение электронной концентрации над Миллстоун Хиллом в ночные часы 16 апреля и, как следствие, лучше воспроизводит наблюдения. Это говорит о том, что поведение электронной концентрации над Миллстоун Хиллом в рассматриваемый период определяется преимущественно вариациями электрического поля.

Если представить картину конвекции, то получается, что по модели UAM Миллстоун Хилл, двигаясь вместе с вращающейся Землёй, перешёл из области с западным дрейфом через точку растекания плазмы – точку провала Ne - в область восточного дрейфа.

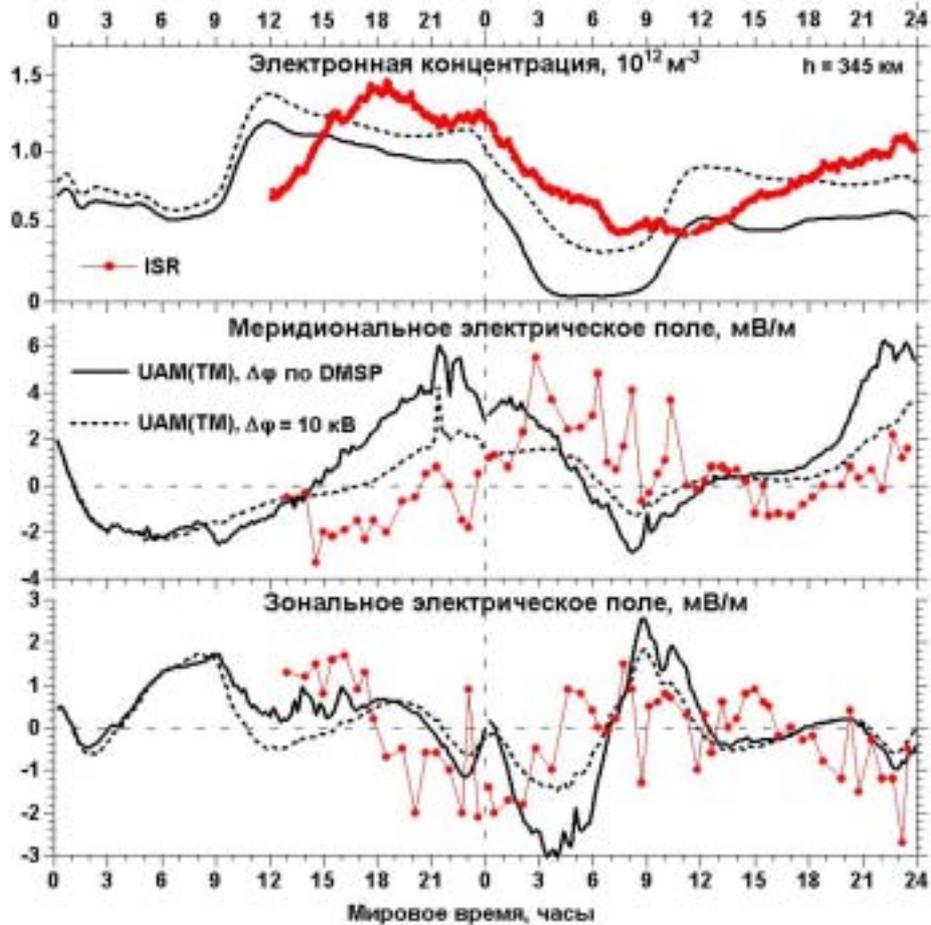


Рис. 1. Временные вариации электронной концентрации на высоте 345 км (вверху), северного (в центре) и восточного (внизу) электрического поля над Миллстоун Хиллом, рассчитанных UAM(TM) с двумя вариантами задания разности потенциалов поперёк полярной шапки (по DMSP и равной 10 кВ) для 15-16 апреля 2002 года, в сравнении с данными некогерентного рассеяния (обозначены как ISR).

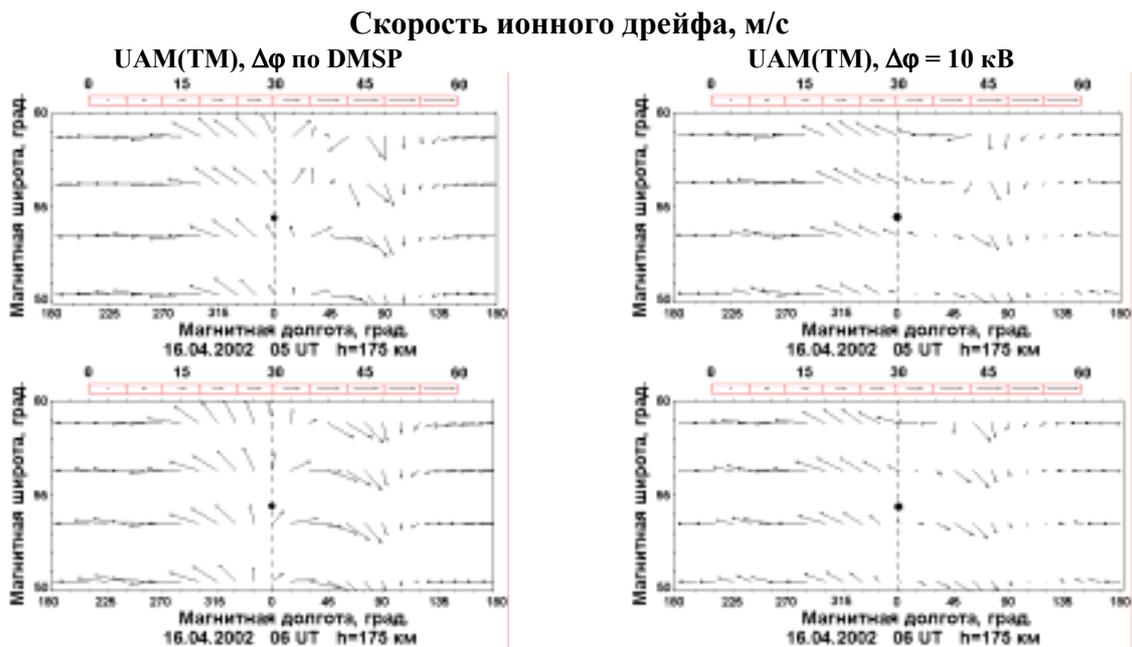


Рис. 2. Скорость ионного дрейфа (м/с) над Миллстоун Хиллом, рассчитанная UAM(TM) для 16 апреля 2002 года вариантом UAM(TM) с двумя вариантами задания разности потенциалов поперёк полярной шапки (по DMSP и равной 10 кВ)

Наблюдения говорят о переходе Миллстоун Хилла из области восточного дрейфа в область западного дрейфа через точку стекания плазмы, что соответствует «аномальной» картине конвекции. К такой «аномальной» картине конвекции может привести усиление продольных токов зоны 2 и опускание их до широты Миллстоун Хилла.

На рисунке 2 представлены векторы скорости дрейфа плазмы на геомагнитных широтах 50°-60° Северного полушария в 05 и 06 UT 16 апреля 2002 года, рассчитанные UAM(TM) с двумя вариантами задания разности потенциалов поперёк ПШ.

Как видно из рисунка 2, в расчёте с разностью потенциалов по DMSP Миллстоун Хилл при вращении вместе с Землёй попал в область растекания плазмы между 05 и 06 UT. Это согласуется с модельными значениями меридионального электрического поля, которые примерно в 5:30 UT поменяли знак с «+» на «-», и с вариацией электронной концентрации, минимум которой приходится примерно на 6 UT. В модельном расчёте с постоянной разностью потенциалов 10 кВ над Миллстоун Хиллом примерно в 06 UT находилась область растекания плазмы, но с меньшими скоростями дрейфа, чем моделируется расчётом с разностью потенциалов по DMSP.

Выводы

Данные наблюдений за электрическим полем над Миллстоун Хиллом говорят о том, что в ночные и утренние часы 16 апреля 2002 года продольные токи зоны 2 спустились до широты Миллстоун Хилла и усилились настолько, что не только смогли экранировать токи зоны 1, не дав последним распространиться на более низкие широты, но и привели к перестройке картины конвекции. При возникшей «аномальной» картине конвекции плазма под действием электромагнитного дрейфа стекалась к Миллстоун Хиллу, поддерживая ночной F2-слой.

В модельных расчётах токи зоны 2, амплитуда которых является входным параметром модели, не могли препятствовать распространению токов зоны 1 на более низкие широты, однако при этом немного ослабили их. Поэтому модель UAM для ночных и утренних часов 16 апреля даёт классическую картину конвекции. Такой модельной картине конвекции соответствует прохождение Миллстоун Хилла через область растекания плазмы, что ведёт к резкому падению послезаходных значений электронной концентрации F2-слоя.

Литература

1. Bilitza D. et.al., Path Toward Improved Ionosphere Specification and Forecast Models, *Advances in Space Research*, V. 33, Number 6, 2004.
2. Goncharenko L.P. et.al., Observations of the April 2002 geomagnetic storm by the global network of incoherent scatter radars, *Ann. Geophys.*, 23, 163-181, 2005.
3. Hedin A.E. et.al., Empirical Wind Model for the Upper, Middle, and Lower Atmosphere, *J. Atmos. Terr. Phys.*, 58, 1421-1447, 1996.
4. Maltsev, Yu. P., and A.A. Ostapenko, Field-aligned currents in the ionosphere and magnetosphere, Auroral phenomena and solar-terrestrial relations, *Proceedings of the conference in memory of Yuri Galperin*, eds: L. M. Zelenyi, M. A. Geller, J. H. Allen, CAWSES Handbook-001, p.147, 2004.
5. Namgaladze A.A. et al., High-latitude version of the global numeric model of the Earth's upper atmosphere // *Proceedings of MSTU*. – 1998. – V.1, N 2, p.23-84.
6. Namgaladze A.A. et. al., Modeling of the ionosphere/thermosphere behaviour during the April 2002 magnetic storms: A comparison of the UAM results with the ISR and

- NRLMSISE-00 data // *Advances in Space Research*: doi:10.1016/j.asr. 2005.04.013, 2005.-8с.
7. Picone J.M. et. al., NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues, *J. Geophys. Res.*, 107, 1468, doi: 10.1029/2002JA009430, 2002.
 8. Zubova Yu.V. et.al., A model study of the wind influence on the ionospheric F2-layer behaviour during the April 2002 magnetic storms, "*Physics of Auroral Phenomena*", *Proc. XXX Annual Seminar*, Apatity, pp. 202 – 204, 2007.

ВЛИЯНИЕ МЕРИДИОНАЛЬНОГО ВЕТРА НА ШИРОТНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЛАСТЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ В НОЧНОЙ F2-ОБЛАСТИ ИОНОСФЕРЫ

Князева М.А., Намгаладзе А.А. (МГТУ, кафедра физики, e-mail: mariknyazeva@yandex.ru)

Abstract The influence of the northward neutral wind on the latitudinal location of the enhanced electron density regions (EEDR's) in the night-time ionospheric F2-layer have been modeled by using the global Upper Atmosphere Model (UAM). It has been shown that the EEDR's take place at the lower latitudes than maximum of the vertical ion velocity induced by the meridional wind. It has been explained by horizontal transfer of the plasma by neutral wind.

Введение

В суточных вариациях критических частот (f_oF2) и концентрации электронов в максимуме F2-области ионосферы ($NmF2$) в ночные часы проявляются среднеширотные области повышенной электронной концентрации (ОПЭК) (1), простирающиеся по силовым линиям геомагнитного поля вверх до высот плазмосферы, как было показано в работе (2).

Главной причиной возникновения ОПЭК является термосферный ветер в совокупности с диффузионным опусканием плазмы из плазмосферы в ионосферу в ночные часы (2). Ветер, направленный на ночной стороне к экватору, поднимает за счет ион-нейтральных столкновений плазму из F2-слоя вверх, где скорости потерь ионов меньше, и способствует накоплению в области максимума F2-слоя плазмы, поступающей из плазмосферы в ионосферу за счет диффузионных потоков.

Вертикальная составляющая скорости ветрового увлечения ионов в пренебрежении эффектами склонения (различием между географическими и геомагнитными координатами) будет (рис. 1):

$$V_{iz} \sim V_{i\parallel} \sin I \sim V_{nx} \cos I \sin I, \quad (1)$$

где I – наклонение геомагнитного поля \vec{B} , \vec{V}_{nx} – вектор меридиональной горизонтальной скорости ионов, полученный ими при столкновении с нейтралами, $\vec{V}_{i\parallel}$ – проекция вектора скорости ионов \vec{V}_{ix} на силовую линию магнитного поля (продольная ионная скорость, полученная при столкновении с нейтралами), \vec{V}_{iz} – проекция вектора скорости $\vec{V}_{i\parallel}$ ионов на вертикальное направление (ось z).

Из выражения (1) видно, что вертикальная составляющая скорости ветрового увлечения ионов обусловлена меридиональной составляющей скорости горизонтального движения нейтрального газа. При $\vec{V}_{nx} = const$ максимум вертикальной составляющей скорости ветрового увлечения ионов будет приходиться на геомагнитные широты, где $\cos I \sin I$ максимально, т.е. угол наклона геомагнитного поля равен 45° .

Зависимость $\cos I \sin I$ от геомагнитной широты имеет следующий вид:

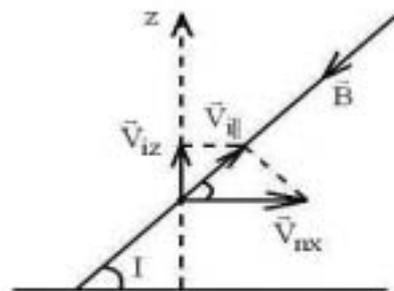


Рис. 1. Сообщение ионам вертикальной составляющей скорости при столкновении с нейтральными компонентами.

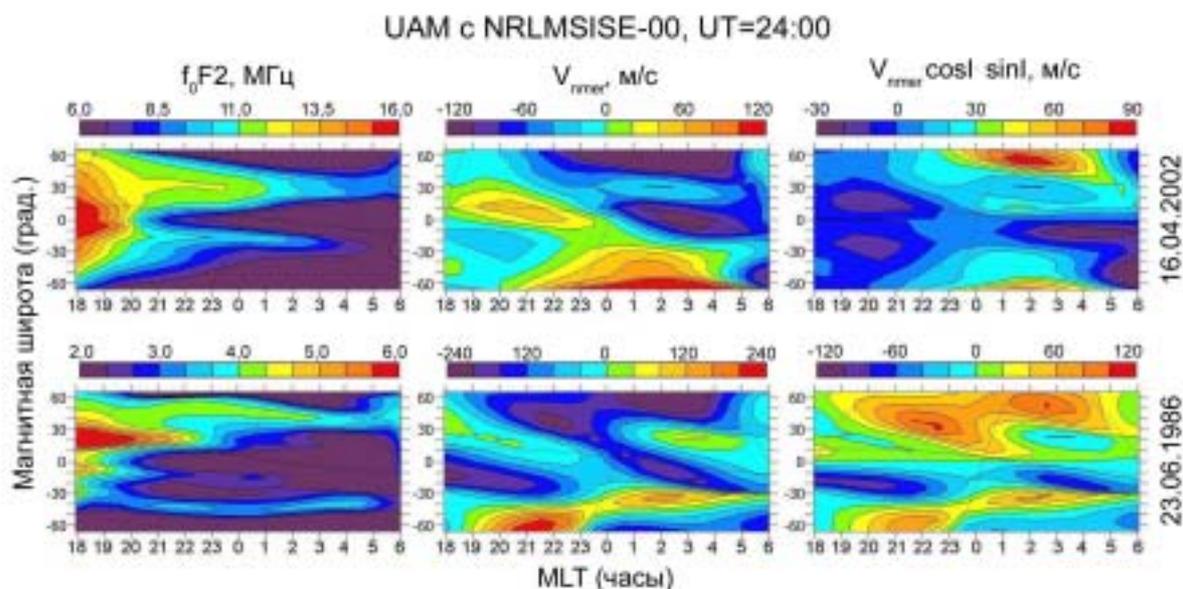


Рис. 2. Результаты расчетов с помощью модели UAM совместно с NRLMSISE-00 для 16.04.2002 (верхний ряд) и 23.06.1986 (нижний ряд) для момента времени UT=24:00 и для ночного долготного сектора (18:00-06:00 MLT). Геомагнитные условия – спокойные. Левый столбец – широтно-долготные распределения критических частот F2-области ионосферы (f_0F2 , МГц); средний столбец – широтно-долготные распределения скорости меридионального ветра (V_{nmer} , м/с) на высоте 300 км (положительные значения соответствуют ветру, направленному на север); правый столбец – широтно-долготные распределения произведения $V_{nmer} \cdot \cos I \cdot \sin I$ (м/с) на высоте 300 км (положительные значения соответствуют направлению вверх вертикальной составляющей скорости ветрового увлечения ионов).

$$\sin I \cdot \cos I = \frac{\sin 2\varphi}{1 + 3 \cdot \sin^2 \varphi}, \quad (2)$$

где φ – геомагнитная широта. Следовательно, максимум вертикальной составляющей скорости ветрового увлечения ионов проецируется на геомагнитные широты порядка 27° .

В данной работе исследовалась зависимость широтного положения ОПЭК от значений \vec{V}_{nx} при условии непостоянной скорости меридионального ветра. В этом случае ОПЭК должны проецироваться на геомагнитные широты, где имеет максимальное значение выражение (1).

Модельные расчеты

Исследование проводилось с помощью глобальной трехмерной нестационарной численной модели верхней атмосферы Земли (UAM – Upper Atmosphere Model) (3). Параметры термосферы, в том числе и горизонтальная скорость нейтрального ветра, рассчитывались с помощью эмпирической модели термосферы NRLMSISE-00 (4).

На рис. 2 представлены результаты модельных расчетов широтно-долготных распределений f_0F2 (левый ряд), скорость меридионального ветра V_{nmer} на высоте 300 км (средний ряд: положительные значения скорости соответствуют меридиональному ветру, направленному на север) и произведения $V_{nmer} \cdot \cos I \cdot \sin I$ (правый ряд: положительные значения произведения соответствуют движению плазмы вверх) на высоте 300 км. Расчеты относятся к спокойным геомагнитным условиям (даты: 16.04.2002 и 23.06.1986) для момента времени 24:00 UT и ночного долготного сектора (18:00-06:00 MLT).

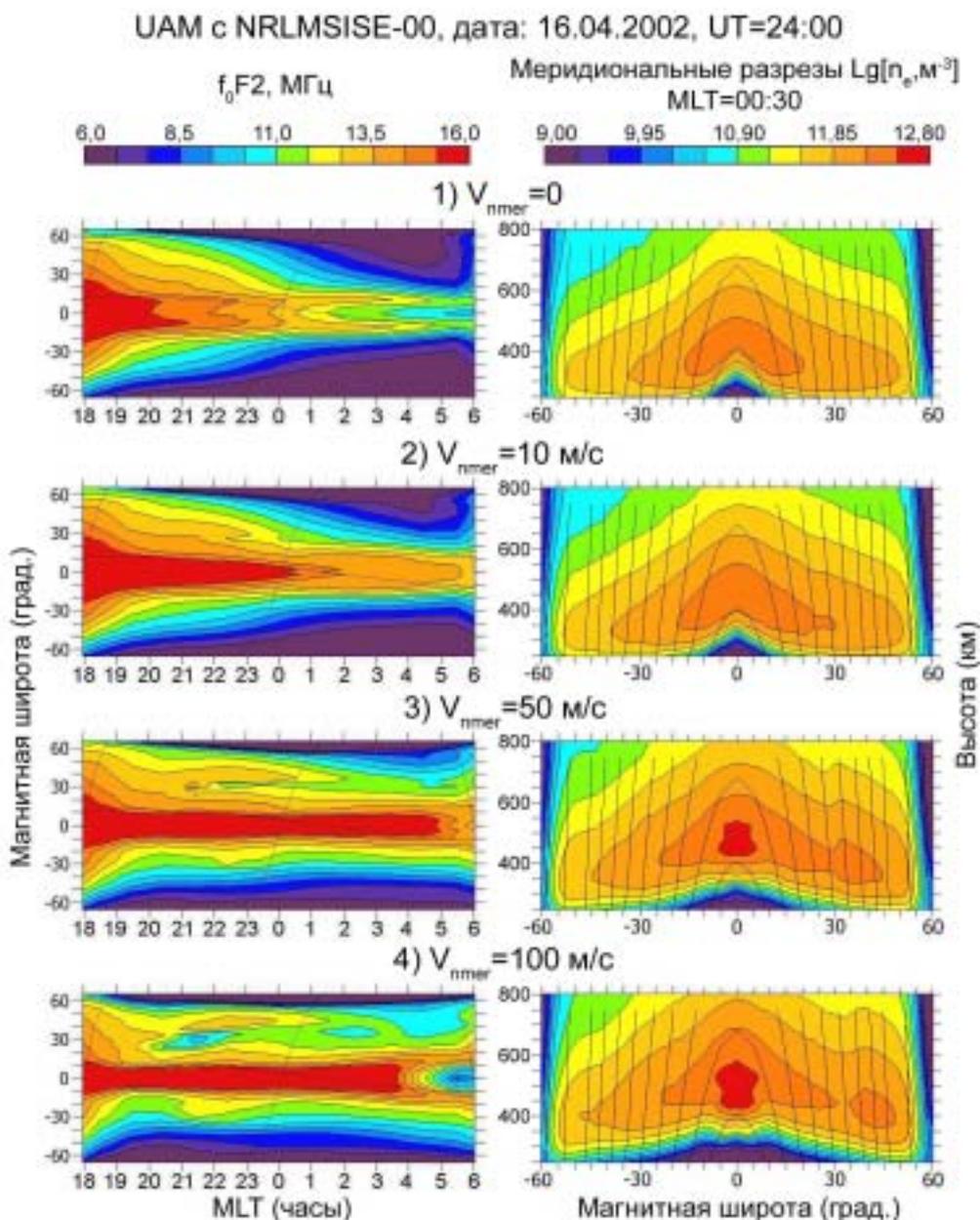


Рис. 3. Результаты расчетов с помощью модели UAM совместно с NRLMSISE-00 для 16.04.2002 для момента времени UT=24:00 и для ночного долготного сектора (18:00-06:00 MLT). Левый столбец – широтно-долготные распределения критических частот F2-области ионосферы (f_0F2 , МГц); правый столбец – широтно-высотные распределения $Lg[n_e, \text{м}^{-3}]$. Варианты расчета сверху-вниз: 1) $V_{nmer}=0$; 2) $V_{nmer}=10$ м/с; 3) $V_{nmer}=50$ м/с; 4) $V_{nmer}=100$ м/с.

На картах распределения f_0F2 ОПЭК хорошо видны в северном полушарии (для 23.06.1986 – ОПЭК видны и в южном), но их широтное положение различно: для 16.04.2002 ОПЭК проецируются на 30° геомагнитной широты, для 23.06.1986 – на 45° - 50° . Соответствующие им распределения скорости меридионального ветра показывают, что в том широтно-долготном секторе, где видны ОПЭК, ветер направлен преимущественно к экватору с максимумом в предполюсной области. Распределения вертикальной составляющей скорости ионов, получаемой ими при столкновениях с нейтральными частицами, показывают, что ОПЭК смещены относительно положения

максимума на более низкие широты. Следовательно, широтные положения ОПЭК и максимума выражения (1) не совпадают.

Для уточнения механизма формирования ОПЭК посредством термосферного ветра были проведены модельные расчеты глобальных распределений f_0F2 при постоянных значениях меридиональной составляющей скорости термосферного ветра, т.е. в ночном секторе (18:00-06:00 MLT) ветер предполагается направленным к экватору и постоянным по величине. Расчеты проводились для значений $V_{mer} = 0, 10, 50$ и 100 м/с. Полученные результаты модельных расчетов широтно-долготных распределений f_0F2 и широтно-высотных распределений $Lg[n_e, м^{-3}]$ для момента MLT=00:30 представлены на рис. 3.

На картах f_0F2 (рис.3, левый столбец) видно, что ОПЭК отсутствуют, если $V_{mer} = 0$. При значении $V_{mer} = 10$ м/с ОПЭК начинают формироваться на широтах порядка 30° , как и предсказывает теория при $\vec{V}_{nx} = const$. С увеличением V_{mer} ОПЭК смещаются на более высокие широты. Аналогичный процесс виден на меридиональных разрезах $Lg[n_e, м^{-3}]$ (рис.3, правый столбец).

Выводы

Таким образом, проведенные модельные расчеты подтверждают ранее установленное влияние термосферного ветра на ОПЭК, как формирующего фактора, и показывают, что широтное положение этих областей не совпадает с положением максимума выражения (1). Этот факт объясняется тем, что на геомагнитных широтах порядка 30° становится значительным не только перенос плазмы по вертикали, но и ее горизонтальный перенос посредством ветрового увлечения. За счет того, что передаваемый ионам в столкновениях с нейтральными частицами импульс имеет также и горизонтальную составляющую, плазма выносится на более низкие широты, что, в свою очередь, приводит к формированию ОПЭК, проецирующихся на более высокие геомагнитные широты.

Литература

1. Mikhailov A.V., Leschinskaya T.Yu., Förster M. Morphology of NmF2 nighttime increases in the Eurasian sector. *Annales Geophysicae*, v.18, p.618, 2000.
2. 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*, т.8, №1, с.144-155, 2005.
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, N 2, p.23-84, 1998.
4. Picone J.M., Hedin A.E., Drob D.P., Aikin A.C., NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues, *JGR*, v. 107, No. A12, 1468, doi:10.1029/2002JA009430, 2002.

КОРРЕКТИРОВКА ЗАДАНИЯ АВРОРАЛЬНЫХ ВЫСЫПАНИЙ В ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ UAM НА ОСНОВЕ РАДИОТОМОГРАФИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ДЛЯ БУРИ 26 ОКТЯБРЯ – 01 НОЯБРЯ 2003 ГОДА

Кораблева И.В. (Полярный геофизический институт, irinakorab@pgi.ru),
Намгаладзе А.А. (МГТУ, кафедра физики, namgaladze@mstu.edu.ru)

Abstract. The complex analysis of the input parameters used for setting auroral precipitation in the global numerical upper atmosphere model (UAM) has been done. Input model values of mean energy and energy flux of the precipitating auroral electrons have been compared with the data produced by Vorobjev, Roble, Spiro and Hardy. The radio tomography reconstructions of the high-latitude electron density have been analyzed and new functional dependences of the polar and equatorial boundaries of the auroral electron precipitation zone have been obtained. Numerical model results with the new variant of the auroral electron precipitation input have been compared with the radio tomography reconstructions and a better agreement between them have been achieved.

Введение

Данная работа является продолжением исследования возможностей количественного описания поведения электронной плотности в субавроральной и высокоширотной ионосферной F-области с помощью теоретической модели верхней атмосферы Земли UAM (1, 2), которое было выполнено в работе (3) для бури 26 октября – 01 ноября 2003 г. В этой работе было найдено, что модель UAM адекватно воспроизводит динамику главного ионосферного провала, в частности, положение его экваториальной стенки. Расхождения имели место в областях повышенной электронной плотности к полюсу от провала. Для устранения такого рода расхождений была предложена коррекция задаваемых в модели UAM входных распределений потоков высыпающихся электронов с энергией ~ 0.5 кэВ, т.е. решена обратная задача по восстановлению характеристик высыпающихся из магнитосферы энергичных электронов для условий экстремально сильных геомагнитных возмущений.

В настоящей работе представлены результаты дальнейшей корректировки входных параметров потоков мягких (энергия ~ 0.5 кэВ) высыпающихся электронов на базе данных для возмущенных условий октября - ноября 2003 г. Значения средних энергий и потоков энергий, используемых в модели UAM, сопоставлены с данными шести эмпирических моделей авроральных высыпаний. Рассмотрено более 50 радиотомографических реконструкций электронной концентрации (4). Проанализированы снятые с них границы области высыпаний и выведены новые функциональные зависимости экваториальных и полярных границ на дневной и ночной стороне.

Энергетические характеристики

Пространственное распределение потоков высыпающихся электронов на верхней границе термосферы (порядка 500 км) задается в UAM в виде зависимости интенсивности потока от широты, долготы и энергии высыпающихся частиц:

$$I(\Phi, \Lambda, E) = I_m(E) \cdot \exp \left[- \left(\frac{\Phi - \Phi_m(E)}{\Delta\Phi(E)} \right)^2 - \left(\frac{\Lambda(E) - \Lambda_m(E)}{\Delta\Lambda(E)} \right)^2 \right], \quad \Phi_m = \frac{\Phi_{md} + \Phi_{mn}}{2} + \frac{\Phi_{md} - \Phi_{mn}}{2} \cdot \cos\Lambda,$$

где Φ – магнитная широта; Λ – магнитная долгота, отсчитываемая от полуденного магнитного меридиана; $I_m(E)$ – максимальная интенсивность потока высыпавшихся электронов; E – их характеристическая энергия; $\Lambda_m(E)$ – магнитная долгота максимума интенсивности; $\Delta\Lambda(E)$ – полуширина этого максимума по долготе; Φ_{md} и Φ_{mn} – магнитные широты максимума интенсивности на полуденном и полуночном магнитном меридиане, соответственно; $\Delta\Phi(E)$ – полуширина этого максимума по широте.

Значения используемых в UAM средних энергий E (эВ) и максимальных потоков энергии F (эВ см⁻² с⁻¹) мы сравнили с данными, представленными в работах (5 - 10) (см. рис. 1). Значения энергии, используемые в UAM, не противоречат эмпирическим данным и попадают в диапазон разброса значений данных Воробьева (5, 6), Roble (7, 8), Spiro (9) и Hardy (10).

Модельные потоки энергий для спокойных условий ($Kp < 2$) также попадают в диапазон представленных в (5 - 10) значений. Расхождение в значениях потоков энергий в возмущенных условиях объясняется тем, что в работах (5 - 10) не рассматривались нестандартные условия сильных бурь, когда Kp превышал значение 8.

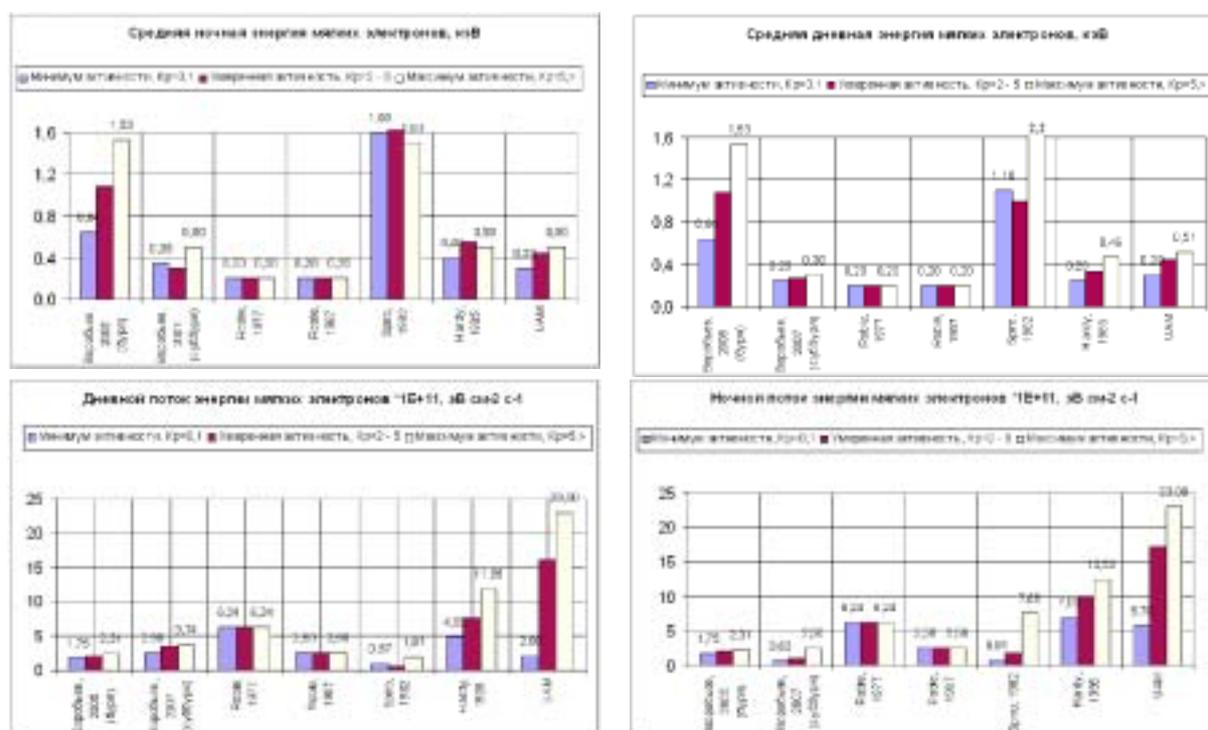


Рис. 1 Сравнение параметров (средняя энергия и поток энергии) высыпаний потока мягких электронов, используемых в теоретической модели UAM, с эмпирическими данными.

Пространственные характеристики

Область авроральных высыпаний задается в UAM через функциональные зависимости ее экваториальных и полярных границ на дневной и ночной стороне от индекса Kp . Формулы для границ, полученные в работе (11) для бури 2002 г. и используемые в модели, давали широтную протяженность области высыпаний меньше наблюдаемой по данным ионосферной томографии, поэтому мы решили вывести новые функциональные зависимости. Для этого было обработано 58 радиотомографических реконструкций электронной плотности, полученных для октябрьской бури 2003 г. Были сняты значения дневных и ночных положений экваториальной и полярной границ зоны высыпаний (см. рис. 2). С помощью метода наименьших квадратов мы получили четыре полинома третьей степени, определяющие эти границы.

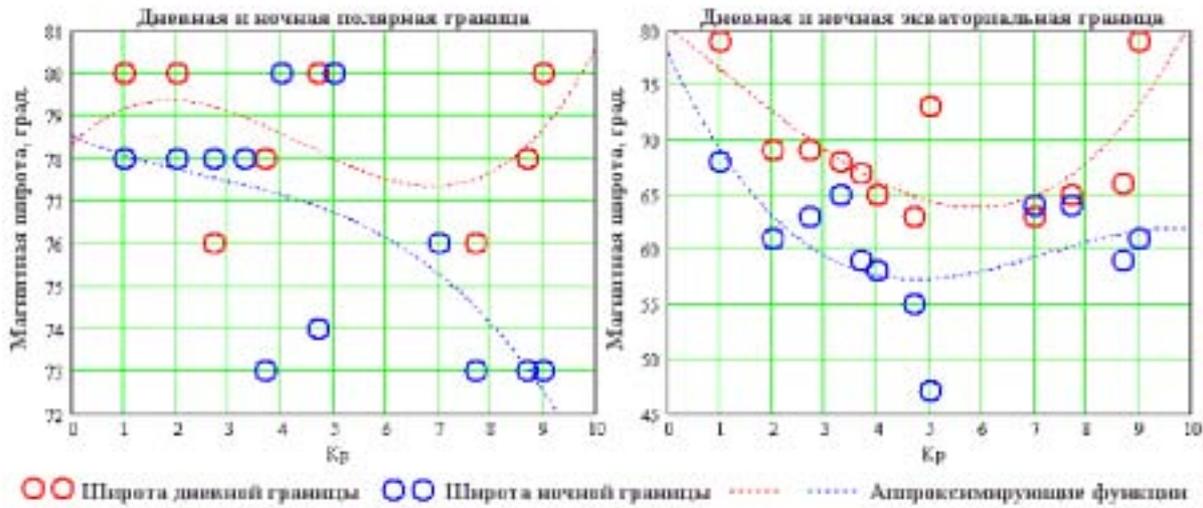


Рис. 2 Аппроксимация полярных и экваториальных границ зон авроральных высыпаний с помощью МНК.

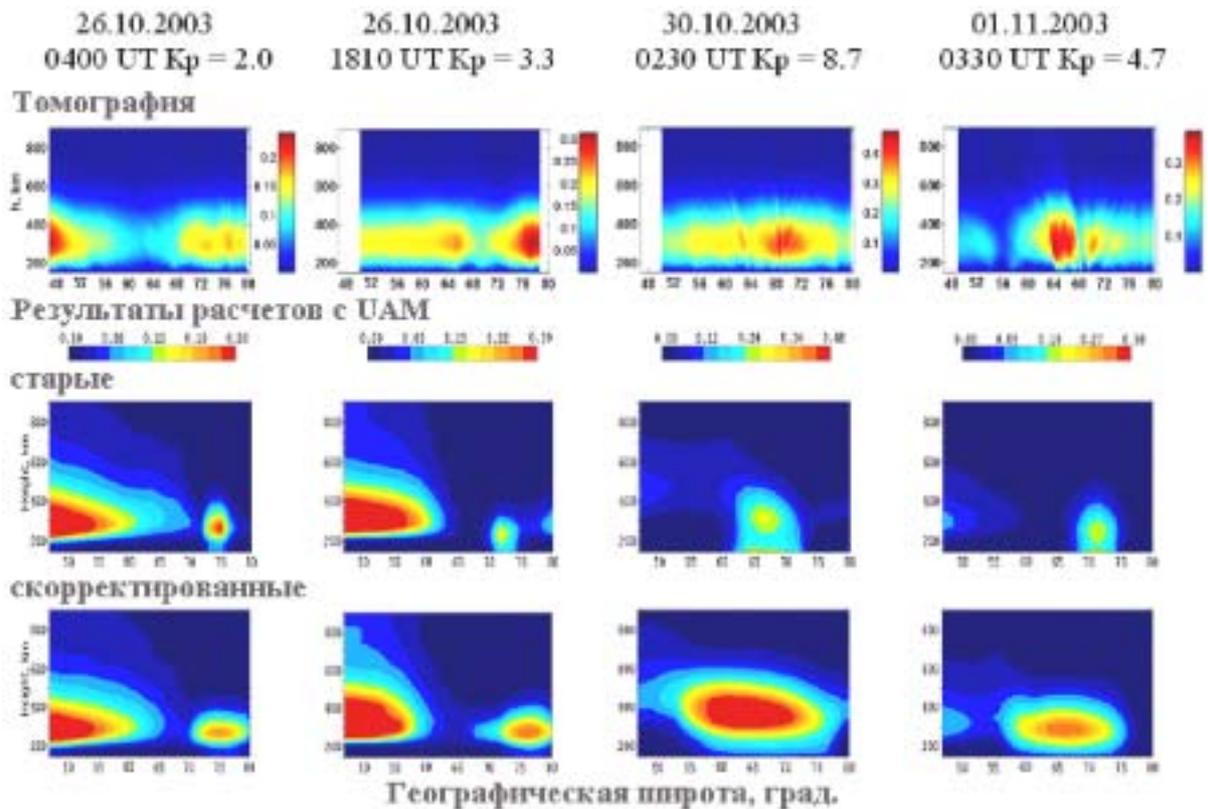


Рис. 3 Сравнение электронной концентрации N_e (10^{12} м^{-3}), полученной после коррекции параметров авроральных высыпаний (нижняя панель), с радиотомографическими данными (верхняя панель) и старыми модельными расчетами (вторая панель).

Результаты корректировки

На рис. 3 представлены высотно-широтные распределения электронной плотности N_e в плоскости магнитного меридиана $\Lambda=125^\circ$, полученные по результатам спутниковой радиотомографии и в расчетах теоретической модели UAM со старыми и новыми функциональными зависимостями входных параметров авроральных высыпаний.

Как видно из рисунка, результаты новых расчетов лучше согласуются с радиотомографическими данными не только по уровню концентрации на 300 – 350 км, но и по широтной протяженности области авроральных высыпаний.

Выводы

Проведенное исследование показало, что значение средней энергии для мягких авроральных электронов ~ 0.5 кэВ, используемое в модели UAM, правомерно, поскольку оно попадает в диапазон разброса эмпирических данных.

Модельные значения потока энергии мягких высыпаний в 2 – 10 раз выше, чем показывают эмпирические модели (5 - 10), но эти значения наиболее точно воспроизводят данные ионосферной радиотомографии. Заметим при этом, что буря октября - ноября 2003 г. была экстремально сильной ($K_p > 7$, достигая 9), а такие условия не рассматривались в работах (5 - 10).

В функциональных зависимостях используемых ранее в UAM, протяженность области высыпаний по широте не достигала значений, наблюдаемых по данным ионосферной томографии. Полученные путем обработки радиотомографических реконструкций электронной концентрации новые формулы задания экваториальных и полярных границ в большинстве случаев лучше описывают наблюдения, но расхождения все же остаются. Для решения этой проблемы необходимо рассмотреть радиотомографические данные для других бурь, чтобы получить более точные функциональные зависимости для положения границ авроральной зоны высыпаний.

Литература

1. 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 App. Geophys. V. 127.№ 2/3. P. 219-254. 1988.
2. Namgaladze A.A., Martynenko O.V., Namgaladze A.N. Global model of the upper atmosphere with variable latitudinal integration step // Geomag. and Aeronomy Intern. V. 1. № 1. P. 53-58. 1998.
3. Кораблева И.В., Намгаладзе А.Н., Терещенко Е.Д., Худукон Б.З. Влияние учета высыпаний мягких электронов на воспроизведение результатов томографических реконструкций электронной концентрации в теоретических модельных расчетах // Материалы Международной научно-технической конференции "Наука и образование-2007", Мурманск, 4 – 13 апреля 2007. С.346-350.
4. Kunitsyn V. and Tereshchenko E. Ionospheric Tomography // Berlin: Springer-Verlag, 260 p. 2003.
5. Воробьев В.Г., Ягодкина О.И. Влияние магнитной активности на глобальное распределение зон авроральных вторжений // Геомагнетизм и Аэрномия. Т. 45. № 4. С. 467-473. 2005
6. Воробьев В.Г., Ягодкина О.И., Старков Г.В., Фельдштейн Я.И. Особенности планетарного распределения характеристик авроральных высыпаний в периоды суббурь // Геомагнетизм и Аэрномия. Т. 47. № 2. С. 206-218. 2007.
7. Roble R.G., Rees M.H. Time-Dependent studies of the aurora: effects of particle precipitation on the dynamic morphology of ionospheric and atmospheric properties // Planet Space Sci. V. 25. P. 991-1010. 1977.
8. Roble R.G., Ridley E.C. An auroral model for the NCAR thermospheric general circulation model (TGCM) // Annales Geophys. V. 5. № 6. P. 369-382. 1987.

9. Spiro R.W., Reiff P.H., Maher L. J. Jr. Precipitation electron energy flux and auroral zone conductances – an empirical model // J. Geophys. Res. V. 87. 1982.
10. Hardy D.A., Gussenhoven M.S., Holeman E. A Statistical Model of Auroral Electron Precipitation // J. Geophys. Res. V. 90. № 5. P. 4229-4248. 1985.
11. Zubova Yu.V., Stakhov K.A., Dolmatova E.S., Martynenko O.V., Namgaladze A.A. The precipitating electron fluxes as input parameters for the April 15-25, 2002 magnetic storms modeling // Proceedings of the XXVI Annual Apatity Seminar "Physics of Auroral Phenomena", Preprint PGI. P. 98-101. 2003.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СЕЙСМОГЕННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА СРЕДНЕШИРОТНУЮ ИОНОСФЕРУ

Золотов О.В.¹, Намгаладзе А.А.¹, Захаренкова И.Е.², Мартыненко О.В.¹, Шагимурагов И.И.²

¹МГТУ, кафедра физики; e-mail: NamgaladzeAA@mstu.edu.ru ; ZolotovO@gmail.com

²Западное отделение ИЗМИРАН, Калининград, Россия; e-mail: Zakharenkova@mail.ru

Abstract. The paper presents the investigation of disturbances in the mid-latitude ionosphere generated by additional electric field sources presumably of seismic origin. We simulated the ionospheric disturbances from these sources of different type (dipole and monopole) and geometric configurations by means of the numerical first-principle Upper Atmosphere Model of the Earth (UAM). It has been shown that additional electric field sources of the dipole kind agree better with the observational data.

Согласно данным GPS (Global Positioning System) мониторинга ионосферных параметров, присутствует сильная корреляция между аномальными возмущениями полного электронного содержания (ПЭС) ионосферы и сильными сейсмическими событиями (землетрясениями магнитудой M5 и более) (1-2). Указанные аномалии проявляются в виде повышенных/пониженных значений параметра по сравнению с невозмущенным состоянием (рис. 1) и наблюдаются в течение от нескольких суток до нескольких часов до, во время и после сейсмического события. Данные возмущения чаще всего ассоциируются с дополнительными сейсмогенными источниками электрического поля (3-4).

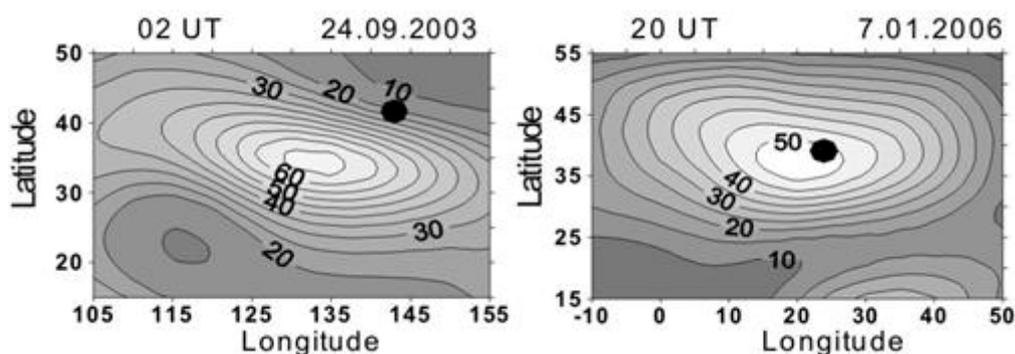


Рис. 1. Отклонения ПЭС (%) за день до землетрясения: в Японии (M=3.8), 25 сентября 2003 г. (слева); в Греции (M=6.8), 8 января 2006 г. (справа)

В настоящей работе исследуются вариации ПЭС в зависимости от геометрических конфигураций и типов (дипольных или монополярных) дополнительных среднеширотных источников электрического поля сейсмического происхождения методом математического моделирования при помощи трёхмерной глобальной нестационарной численной модели верхней атмосферы Земли (UAM) (5-7). Модельный эксперимент проводился путем задания дополнительных электрических потенциалов величиной в $\pm 10\text{kV}$ в соответствующие узлы численной сетки. Уравнение для электрического потенциала с дополнительными источниками решалось совместно со всеми остальными уравнениями модели UAM (непрерывности, движения, теплового баланса). Конфигурация задававшихся источников с учётом расположения узлов применённой в работе пространственной сетки представлена на рис. 2. В расчётах

применялась численная сетка с равномерным шагом по долготе и неравномерным – сгущающимся к экватору – по широте.

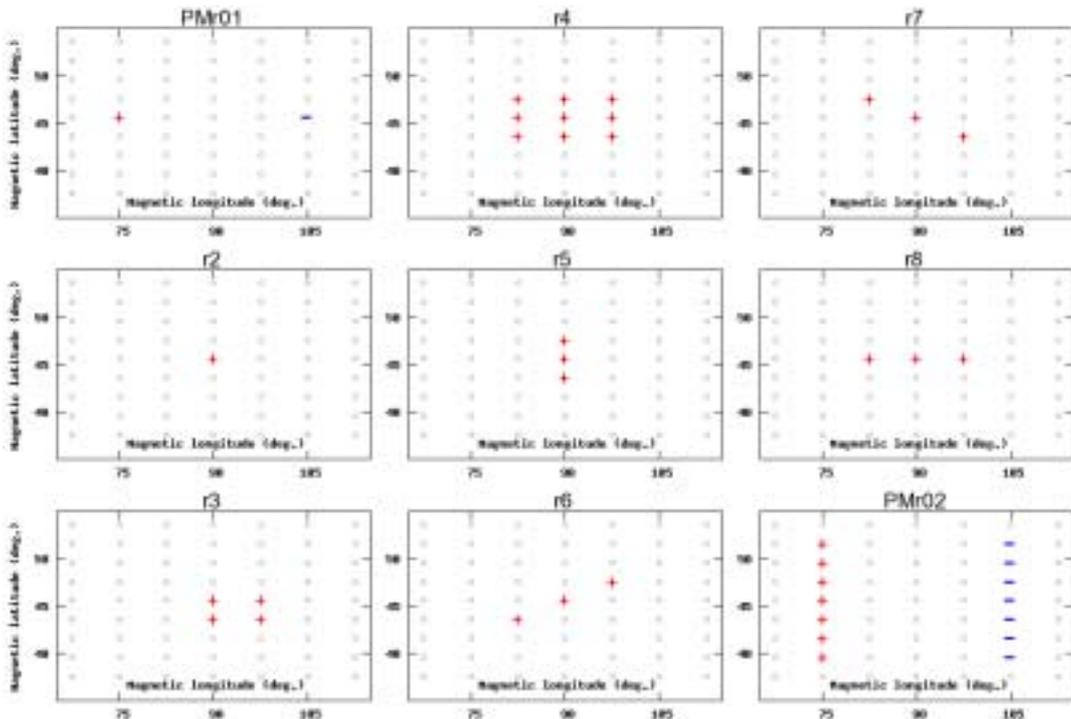


Рис. 2. Численная сетка модельного эксперимента и узлы с дополнительными источниками электрического потенциала: красный (знак "+") – положительный, синий (знак "-") – отрицательный, серый – без дополнительных источников

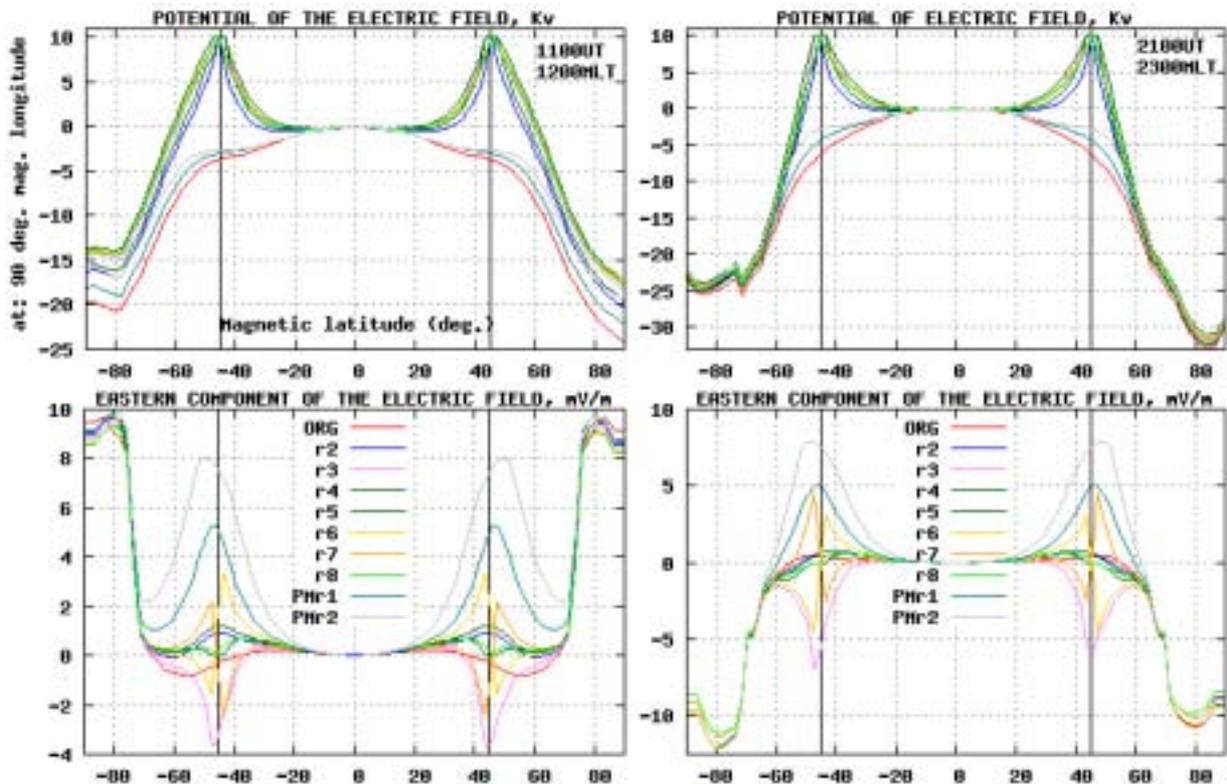


Рис. 3. Широтный ход электрического потенциала (сверху) и восточной компоненты электрического поля (снизу) для утреннего (слева) и вечернего (справа) времени (1200MLT и 2345MLT)

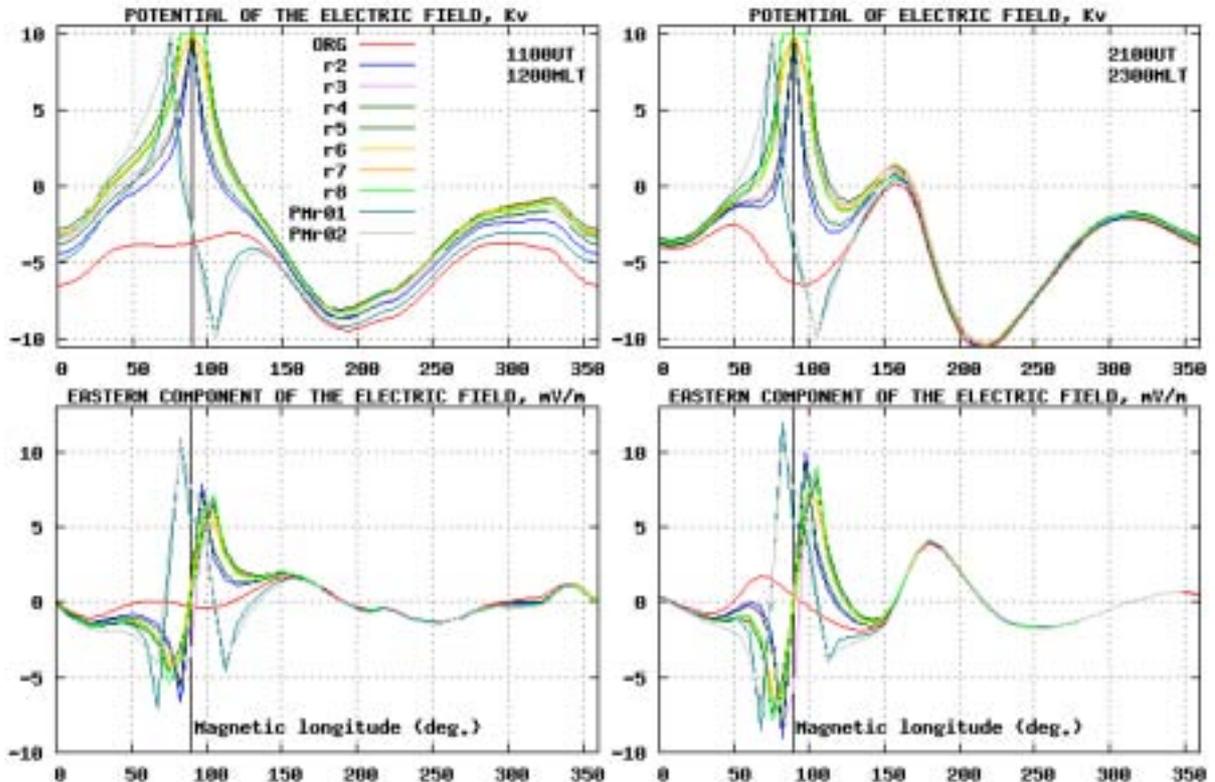


Рис. 4. Долготный ход электрического потенциала (сверху) и восточной компоненты электрического поля (снизу) для утреннего (слева) и вечернего (справа) времени на широте источника (45 градусов магнитной широты)

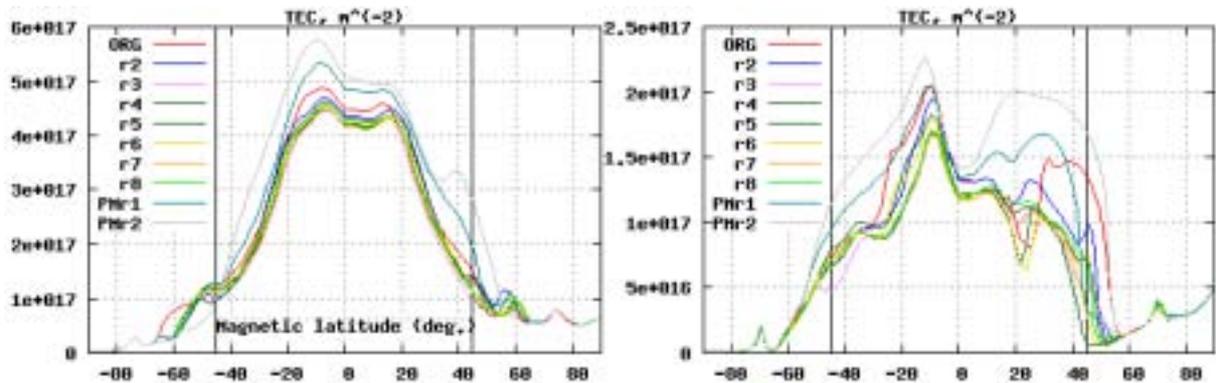


Рис. 5. Широтная вариация ПЭС для утреннего и вечернего моментов времени, 1200MLT (слева) и 2245MLT (справа), соответственно

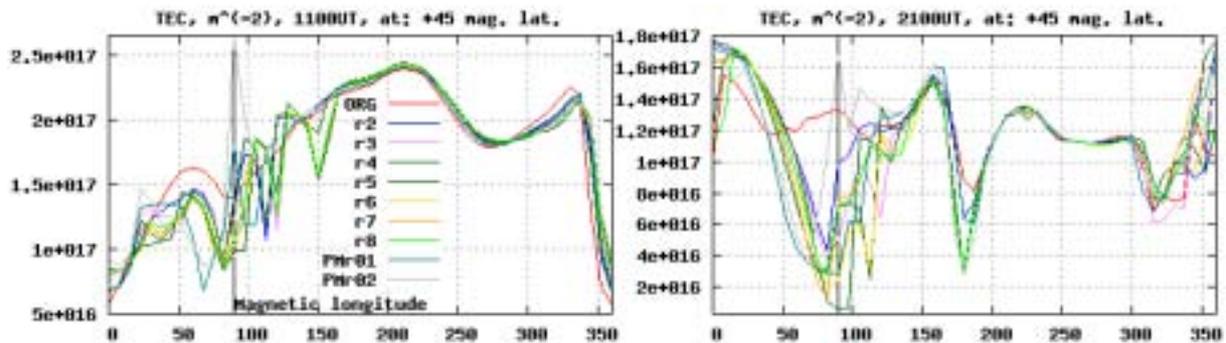


Рис. 6. Долготная вариация ПЭС для утреннего и вечернего моментов времени на широте источника (лето), 1200MLT (слева) и 2245MLT (справа), соответственно

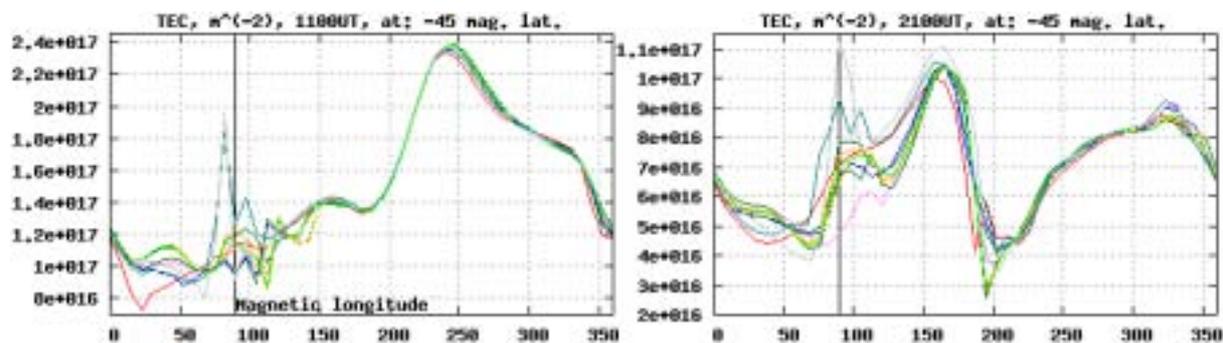


Рис. 7. Долготная вариация ПЭС для утренних и вечерних моментов времени на широте магнитосопряжённого источника (зима), 1200MLT (слева) и 2245MLT (справа)

Расчёт проводился для условий солнцестояния. Дополнительные источники размещались вблизи или симметрично относительно эпицентра предполагаемого землетрясения с координатами 90 градусов магнитной долготы и 45 градусов магнитной широты, “включались” в 0000UT, принимались как неизменные и действовали в течение одних модельных суток.

Порождённые указанными источниками электрические потенциалы и поля (восточная компонента) (рис. 3-4), вариации ПЭС представлены графически в форме широтного хода (рис. 5) и долготных ходов на широте источника (рис. 6) (или магнитосопряжённого источника (рис. 7)). Силовые линии магнитного поля в модели UAM считаются эквипотенциальными, поэтому электрические поля, которые рассчитываются как градиент потенциала, в обоих полушариях (т.е. в зоне исходного источника и в зоне магнитосопряжённого источника) одинаковы.

В нашей предыдущей работе (8) исследовалась дипольная конфигурация источника (рис. 1PMr01) для случая дополнительного потенциала в 5kV; было установлено хорошее согласие модельных данных и GPS (Global Positioning System)-данных наблюдений ПЭС.

Отметим, что рассмотренные в настоящей работе два класса источников характерно различаются, что наглядно представлено на рис. 3-7. Графики каждого типа источника (точнее, возмущений параметров под действием источника) существенно лучше повторяют поведение графиков своего класса (дипольные – дипольных, монополярные – монополярных). Изменения в конфигурации и числе узлов положительных источников влияют, в основном, на величину отклонения ПЭС от невозмущённого состояния, которая (магнитуда) в указанных экспериментах остаётся в ~30% интервале (само число узлов при этом увеличивалось в 9 раз), и не меняют качественно особенности графиков. Отклик (двухточечного) дипольного источника сравним с откликами положительных (любого из представленных) источников; в то же время изменение линейных геометрических размеров в меридиональном направлении (добавление 2хбти узлов) существенно (до ~3х раз) усиливает отклик, особенно в зоне исходного источника.

В широтном ходе ПЭС (рис. 5) дипольные источники преимущественно вызывают увеличение магнитуды ПЭС по сравнению с невозмущённым состоянием, а положительные – уменьшение.

В долготном ходе ПЭС (рис. 7-8) такого характерно выраженного увеличения/уменьшения магнитуды в зависимости от типов источников не наблюдается; эффекты, предположительно порождённые дополнительными источниками электрического поля сейсмического происхождения, после 180 градусов (т.е. на расстоянии более 90 градусов от эпицентра землетрясения) магнитной долготы практически отсутствуют. Обнаружено некоторое смещение положений экстремумов

(вариаций исследуемых параметров ионосферы), что хорошо согласуется с особенностями в геометрических конфигурациях (положениях узлов с дополнительным электрическим потенциалом) источников. С учётом сказанного, предыдущий анализ для широтного хода ПЭС в полной мере остается верным и для долготного хода ПЭС.

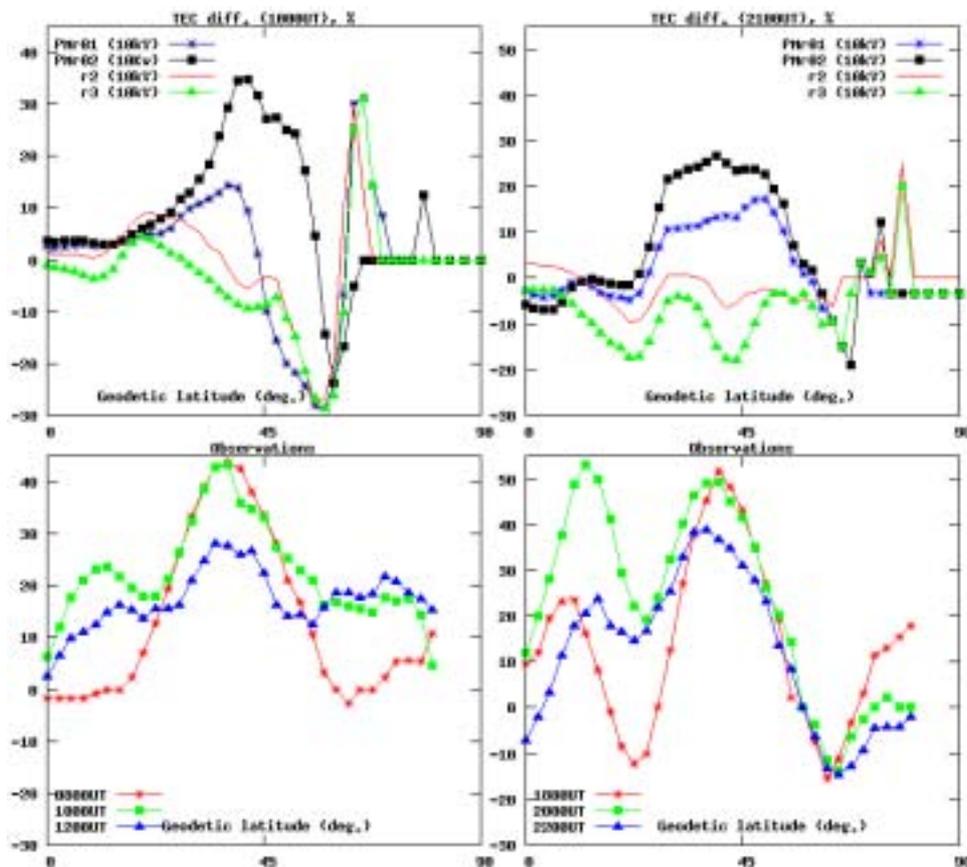


Рис. 8. Широтная вариация ПЭС (%): модельные данные (сверху) и данные GPS-наблюдений (снизу) для моментов времени 1000UT (слева) и 2100UT (справа)

Сравнение результатов моделирования с реально наблюдавшимися данными для землетрясения в Греции 8 января 2006 г. представлено на рис. 8-9. Из них видно, что рассмотренные конфигурации монополярных – положительных – источников порождают систематические меньшие (по сравнению с реальными данными) по амплитуде (систематически недооценивают) отклонения ПЭС (%) от невозмущённого состояния, кроме того, хуже воспроизводят характерные особенности в данных GPS-наблюдений, а также имеют ряд нехарактерных для экспериментальных данных специфических черт.

В случае дипольных источников дополнительного электрического потенциала недооценка амплитуды вариаций ПЭС (%) существенно меньше (что ставит вопрос улучшения согласия путём введения в рассмотрение новых геометрических конфигураций и / или величин дополнительных источников). Кроме того, источники данного типа лучше воспроизводят отличительные свойства данных эксперимента и практически не имеют несогласующихся с наблюдениями черт.

Таким образом, с учётом данных эксперимента можно утверждать, что для исследованных геометрических конфигураций дополнительных источников электрического поля источники дипольного типа лучше других воспроизводят поведение данных наблюдений; при этом имеет место качественное согласие.

Настоящая работа поддержана грантом РФФИ № 08-05-98830-р_север_a.

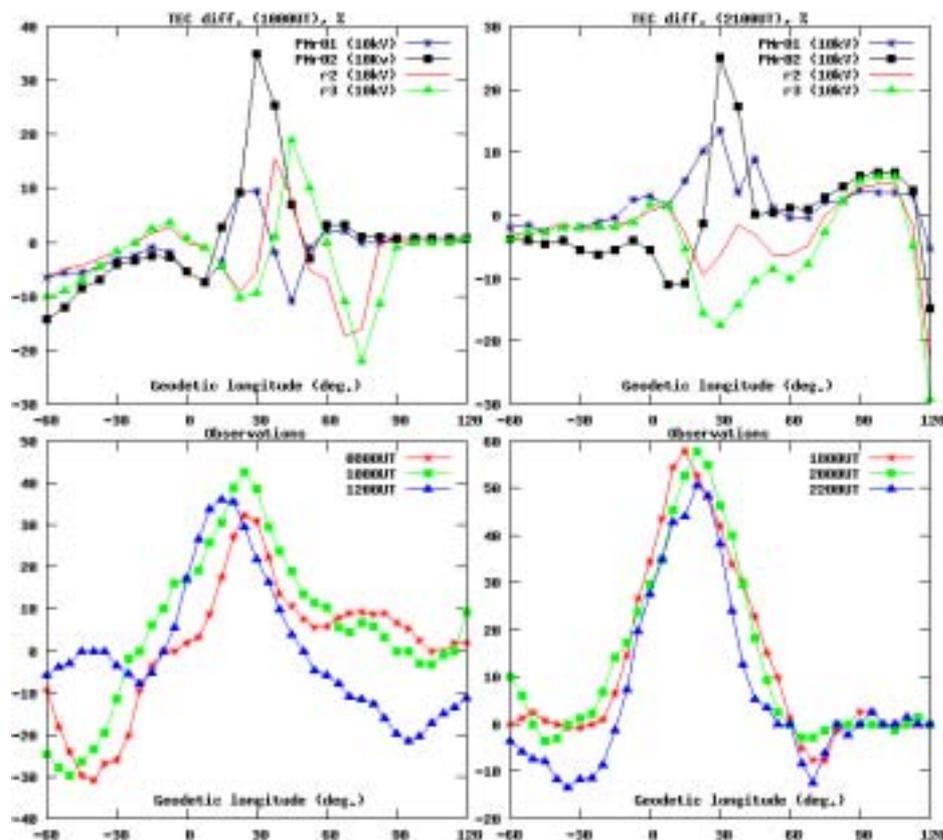


Рис. 9. Долготная вариация ПЭС (%): модельные данные (сверху) и данные GPS-наблюдений (снизу) для моментов времени 1000UT (слева) и 2100UT (справа)

Литература

1. Pulinet 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., Pulinet S.A. and Yu S.B. Pre-earthquake ionospheric anomalies monitored by GPS TEC // Annales Geophysicae, 22, pp. 1585-1593, 2004
3. Pulinet S.A. Seismic activity as a source of the ionospheric variability // Adv. Space Res., V.22, N.6, pp. 903-906, 1998
4. Pulinet 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. 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
6. 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
7. Namgaladze A.A., Martynenko O.V., Namgaladze A.N. Global model of the upper atmosphere with variable latitudinal integration step // Geomagnetism and Aeronomy International, V. 1, No. 1, pp. 53-58, 1998
8. Namgaladze A.A., Shagimuratov I.I., Zakharenkova I.E., Zolotov O.V. and Martynenko O.V. Possible mechanism of the TEC enhancements observed before earthquakes // XXIV IUGG General Assembly, Perugia, Italy, 02-13 July 2007

ГРАФИЧЕСКИЙ ПАКЕТ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ МОДЕЛИ UAM: ПЕРВЫЕ ШАГИ – ЦЕЛИ И ПРОГРАММЫ

Золотов О.В., Прохоров Б.Е. (МГТУ, кафедра физики)

Abstract. Further development of the UAM model and its community grows highlighted the “bottleneck” in the user intercommunication and support infrastructure. To harmonize users’ needs with the available and wanted services especial remote and local visualization services for the modeled data two software tools that we present in this paper as a part (and starting point) of the UAM’s graphical pack extension were created.

Численная математическая модель верхней атмосферы Земли (UAM) [1-2] известна в международном научном сообществе, применяется для исследования фундаментальных физических проблем, интерпретации результатов экспериментов (в том числе спутниковых наблюдений). Опыт сотрудничества и совместного решения поставленных задач привел к модификации модели, её логической и программной архитектуры, внес коррективы в планы развития [3], обозначил вопросы эффективного представления/хранения данных [4-7], сопряжения с внешними моделями [8], управления расчетом [9-10] и, наконец, перехода к архитектуре метамодели со встроенным физическим ядром [11]. Эти модификации практически не затрагивали вопросов графического представления данных модельных экспериментов, полностью оставляя данный вопрос во власти пользователя – рамочная структура позволяет получить данные в “сыром” виде и использовать их любым образом. Предоставление необработанных данных обеспечивает исключительную гибкость и подстройку под нужды конкретного пользователя, но предъявляет дополнительные требования к его квалификации, кроме того, оказалось, что зачастую полезно предоставлять некоторые пусть простые, но готовые “из коробки” средства визуализации.

Необходимо отметить, что модель UAM имеет комплекс вспомогательных программных средств [12] для извлечения, базовой обработки и визуализации данных. Причём первые практически удовлетворяют всем потребностям пользователя, предоставляя, тем не менее, только интерфейс командной строки, что, несомненно, удобно при пакетной обработке данных, но не привычно для типичного современного пользователя, привыкшего к оконному интерфейсу, и требует некоторой графической надстройки. Указанные особенности не являются определяющими с учетом перехода к рамочной структуре; обеспечивают обратную совместимость, прямую работу с файлами данных модели и служат ядром для преднастроенных конфигураций системы “из коробки”. Имеющийся комплекс средств визуализации оказался более критичным с точки зрения начинающего пользователя к указанным особенностям, кроме того, требует расширения для построения новых типов графиков (временных разверток, карт). Выяснилось, что унаследованная архитектура (и унаследованный программный код) хотя и прекрасно работала на прежних версиях DOS и Windows (Win9X), то последующее развитие OS семейства MS Windows породило дополнительные ограничения (невозможность получения графических образов экрана, работа только в полноэкранном режиме). Указанные ограничения появились, например, в Millennium или семействах NT4/5, Vista из-за изменений в структуре ядра, а именно - изменениях в режиме доступа к видеопамати (программы визуализации dm и pm используют VGA-режим и прямой доступ к видеопамати). Всё это послужило хорошей причиной для модификации и расширения существующего вспомогательного программного комплекса визуализации.

В данной статье представляется одна отдельная относительно независимая часть формируемого графического пакета. Авторы учли тенденцию и практику отделения управляющего модуля от непосредственного ядра (механизма) визуализации, что позволяет сравнительно легко заменять последнее, поддерживать сразу несколько графических сред и оставлять пользователя в привычном окружении. Представляемые здесь программы используют в качестве исполнительного механизма пакет Mathematica. С одной стороны, это открывает модель UAM (результаты численных экспериментов) для большого сообщества пользователей этого программного продукта, что важно с учетом широкого его распространения не только в научных, но и в учебных сферах. К отрицательным эффектам такого подхода следует отнести требования к наличию необходимых лицензий на программное обеспечение. Следует отметить, развитие графического пакета предполагает поддержку других внешних программ визуализации (в том числе свободного ПО), а также постепенное покрытие всех функций современного комплекса.

Представленные в данной статье программы обеспечивают новую функциональность и на текущем этапе не могут заменить унаследованный пакет. При проектировании архитектуры нового пакета было принято решение отделить пользовательский интерфейс от исполнительного механизма. Причем интерфейс в большей мере является конфигуратором, что позволяет минимизировать лицензионные отчисления, конфигурировать визуализацию на одном ПК, а само построение запускать на другом, более мощном (т.к. сам процесс конфигурации существенно менее требователен к ресурсам).

Графический интерфейс Script-визуализатора геофизических данных (авторское свидетельство № 2007614233) реализует оконный интерфейс (Рис. 1, Рис. 2) для обеспечения интуитивно-понятного метода взаимодействия с пользователями модели UAM (Upper Atmosphere Model); может использоваться при построении графического материала по данным модели и реализует следующую функциональность:

- определение целевых параметров (верхней атмосферы Земли) для визуализации, требуемых временных и пространственных интервалов (координат) для указанного параметра, шага извлечения и обработки данных;
- задание временных развёрток карт распределений;
- задание свойств графических изображений, включая разрешение, размер холста, палитру, параметры векторного представления, построение положения солнца, изолиний, карт распределений в различных координатах (географические, MLT);
- определение (задание) сводных графиков (из допустимых типов) для разных серий данных модельного (вычислительного) эксперимента;
- конфигурацию расположения исходных (источников) данных и целевой директории;
- конфигурирование визуализации с учетом предыдущих пунктов.

После этапа конфигурирования Script-визуализатор геофизических данных (авторское свидетельство № 2007614232) производит визуализацию и обработку путём передачи потока управления комплексной среде инженерных и научных расчётов Mathematica, причем этот этап обычно не требует вмешательства пользователя и может быть запущен в пакетном режиме. При этом обеспечивается нанесение требуемой дополнительной информации, такой как положение солнца, изолинии, перестроение в требуемую систему координат, на формируемые графические материалы.

Выработанные на основе реальных практически решаемых задач концепции и разработанные программы послужат основой дальнейшего развития комплекса ПО.

Настоящая работа поддержана грантом РФФИ № 08-05-98830-р_север_a.

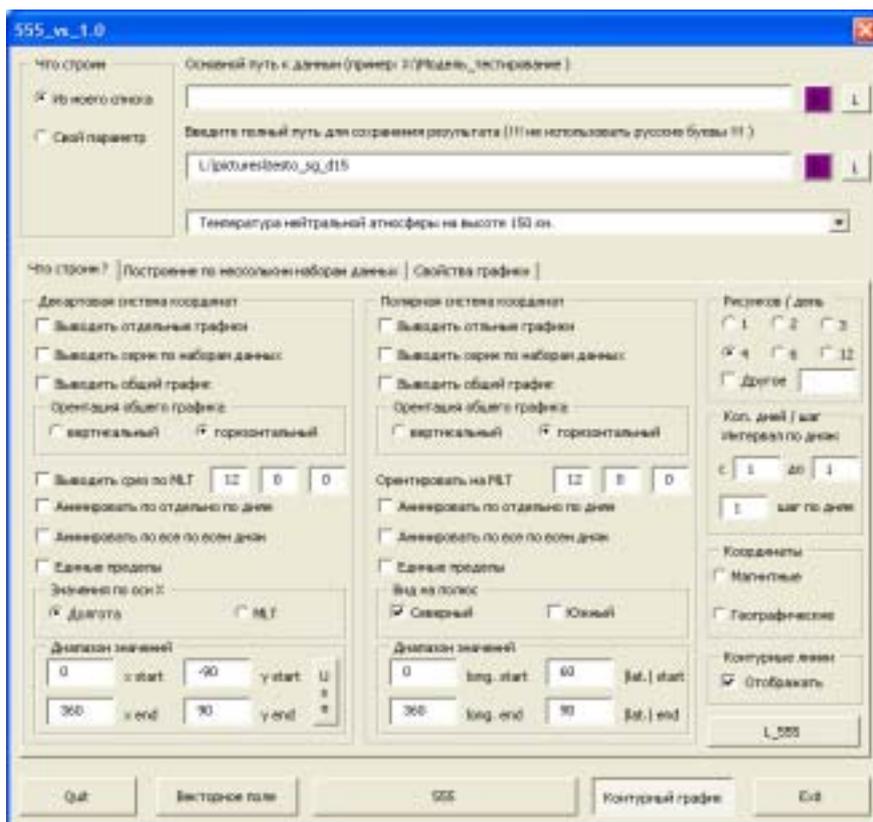


Рис. 1. GUI Script-визуализатора: выбор параметров для построения

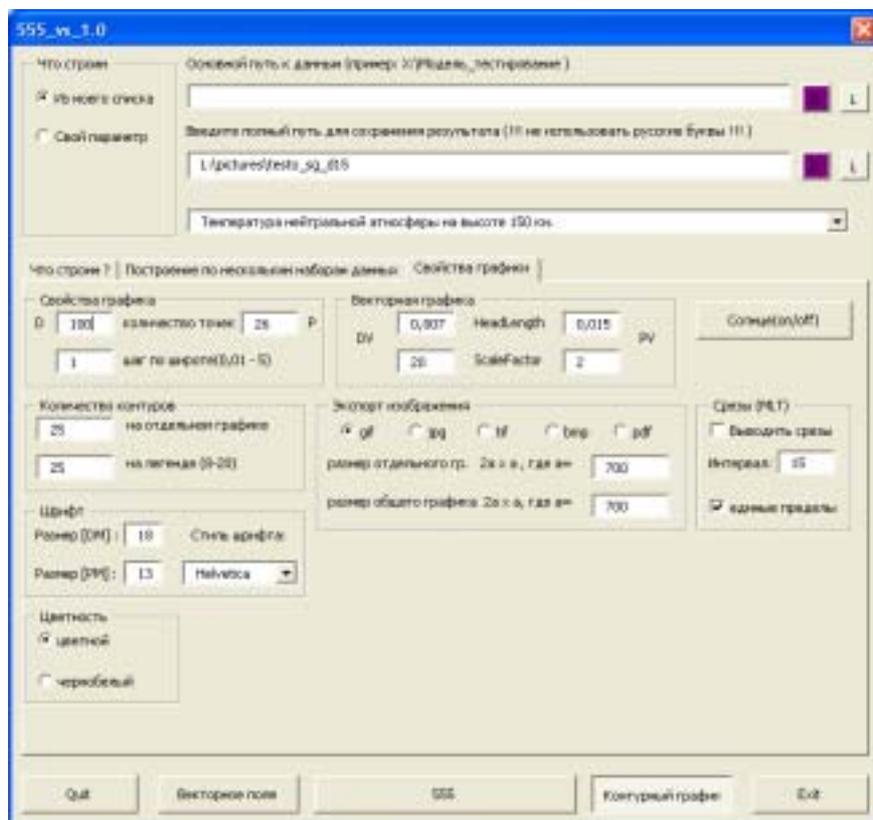


Рис. 2. GUI Script-визуализатора: задание свойств графики

Литература

1. A.A. Namgaladze, 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
2. Namgaladze A.A., Yu.N. Korenkov, V.V. Klimenko, I.V. Karpov, F.S. Bessarab, V.A. Surotkin, T.A. Glushchenko, N.M. Naumova. Global model of the thermosphere-ionosphere-protonosphere system // Pure and Applied Geophysics, V. 27, No. 2/3, pp. 219-254, 1988
3. A.A. Namgaladze, O.V. Martynenko, E.N. Doronina, M.A. Knyazeva, Yu.V. Zubova. The global Upper Atmosphere Model: the present state and future perspectives // IUGG XXIV General Assembly. Session ASIII022. Perugia, Italy, July 2-13, 2007
4. O.V. Martynenko, M.M. Gladkikh, I.V. Artamonov, D.V. Sobolev. On usage of the object oriented data structure for geophysical data storage and processing // Physics of Auroral Phenomena: Proceedings of 30th Annual Seminar – Apatity, 2007. – pp. 171-173
5. O.V. Martynenko, M.M. Gladkikh, I.V. Artomonov. Object oriented hierarchical data structure for framework atmosphere model // 3th IAGA/OCMA, Workshop on Vertical coupling in the atmosphere/ionosphere System September. 18-22, 2006, Varna, Bulgaria. Book of Abstracts, pp 48-49
6. Martynenko O.V., M.M. Gladkikh, I.V. Artamonov. Application of the object-oriented approach in upper atmosphere modeling // Physics of Auroral Phenomena: Proceedings of 29th Annual Seminar – Apatity, 2006. – pp. 234-237
7. Мартыненко О.В., Гладких М.М. Структура объектно-ориентированного хранилища данных для моделирования верхней атмосферы // Наука и образование – 2006 [Электронный ресурс] : материалы межд. науч.-техн. конф. (г. Мурманск, 4-12 апреля, 2006г.). - Мурманск: МГТУ, 2006. с.186-189 - [НТЦ «Информрегистр» № 0320501517, 28.11.05г. (CD-ROM)]
8. Мартыненко О.В., Князева М.А. Развитие модели UAM посредством подключения к ней ряда эмпирических моделей по технологии метамодели // Наука и образование – 2007 [Электронный ресурс] : материалы межд. науч.-техн. конф. (г. Мурманск, 4-13 апреля, 2007г.). - Мурманск: МГТУ, 2007. с. 351-353 - [НТЦ "Информрегистр" № 0320700491, 05.03.07г. (CD-ROM)]
9. Артамонов И.В., Мартыненко О.В. Разработка языка управления расчетом для глобальной численной модели верхней атмосферы Земли UAM. Постановка задачи // Наука и образование – 2005: материалы Междунар. науч.-техн. конф. (Мурманск, 6-14 апреля 2005г.): в 7 ч. – Мурманск: МГТУ, 2005. – Ч. IV. – 306 с. – (Мурманский государственный технический университет), с. 150-151
10. Артамонов И.В., Мартыненко О.В. Модификация системы управления расчётом глобальной численной модели верхней атмосферы Земли UAM // Наука и образование – 2005: материалы Междунар. науч.-техн. конф. (Мурманск, 6-14 апреля 2005 г.): в 7 ч. – Мурманск: МГТУ, 2005. – Ч. V. – 320 с. – (Мурманский государственный технический университет), с. 34-35
11. O.V. Martynenko, A.A. Namgaladze, M.M. Gladkikh, I.V. Artamonov. Framework atmosphere model – modeling environment with already adjusted system of physical interrelations // IUGG XXIV General Assembly. Session ASIII022. Perugia, Italy, July 2-13, 2007
12. 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

WEB-ПОРТАЛ МОДЕЛИ UAM: К ВОПРОСУ О РАСПРОСТРАНЕНИИ МОДЕЛЬНЫХ ДАННЫХ ЧИСЛЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Золотов О.В., Князева М.А. (МГТУ, кафедра физики)

Abstract. The paper describes current state and future view on the task of the simulated data dissemination by means of the Upper Atmosphere Model (UAM) WEB-portal. New extensions of the portal in form of the patterns for the data representation, navigation and searching are presented. An applied paradigm for spreading out modeled data is discussed.

В рамках пилотного проекта, представленного в работе [1], был заложен фундамент, разработаны основные принципы и расширяемая архитектура для обеспечения задач по проектам глобальной трехмерной нестационарной квазигидродинамической численной модели верхней атмосферы Земли (UAM) [2-5]. Технически представляемое и анализируемое здесь решение представляет собой WEB-портал.

Создание данного портала – существенный шаг по распространению результатов моделирования, а также подготовке молодых специалистов для научного сообщества путём привлечения студентов и аспирантов к научной деятельности на раннем этапе (и, по возможности, поддержке непрерывного цикла обучения).

Необходимым условием успешной исследовательской и научной деятельности является доступность требуемых данных для проведения исследований, сравнительного анализа и др., что изначально учитывалось при создании портала. Данная статья посвящена методам решения указанного вопроса в рамках портала модели UAM с учётом возможностей и технических средств, имеющихся в распоряжении команды разработчиков.

При выборе оптимального решения учитывались следующие факторы:

1. доступное разработчикам дисковое пространство (~500Mb) WEB-сервера;
2. полоса пропускания канала;
3. толерантность к задержкам получения необходимых данных;
4. толерантность к надежности канала связи;
5. объём различных модельных параметров (один “моментальный снимок” всех параметров занимает ~10Mb, с учётом компрессии – ~7Mb);
6. востребованность параметра.

Разумеется, указанные характеристики не являются постоянными (в долгосрочном понимании) и изменятся в будущем с учетом потребностей пользователей, однако, для организации сейчас приемлемого уровня сервисов их (факторы) необходимо учитывать.

При построении решения анализировался мировой опыт по распространению данных (в основном, данных наблюдений)[6]. Наиболее успешными проектами используется перечисленные далее методы. Предоставление ftp-доступа (или через web-интерфейс) к данным, осреднённым за некоторый интервал, например, данные ТЕС. При этом сами данные занимают относительно немного дискового пространства (в смысле единичного предоставляемого пакета). Часто, если “единичный пакет” существенного объема или серия данных занимает существенное место, данные предоставляются за некоторый период (например, несколько месяцев), а более старые перемещаются в архив и доступны после специального запроса. Также возможно (хотя этот метод является вспомогательным) получение данных на электронных носителях.

В результате было принято решение разместить на портале модели UAM характерные (в смысле наглядности представления основных особенностей) данные в графическом виде, которые максимально покрывают возможные гелиогеофизические условия проведения модельного эксперимента. Разработаны соглашения именования данных эксперимента для последующей интеграции создаваемых сейчас ресурсов в развиваемую online-систему (для более формализованного поиска с произвольной комбинацией критериев). Предложены (и реализованы) две схемы представления (классификации) размещённых результатов.

Сервисы предоставления модельных данных (численного) эксперимента:

1. непосредственное извлечение данных со страниц портала в графическом виде посредством предлагаемого меню выбора элементов либо с помощью полнотекстового поиска по всему/частям портала (при этом могут быть найдены дополнительные/сопутствующие материалы);
2. запрос на получение требуемых данных к администрации или конкретному участнику портала посредством:
 - электронной почты;
 - создания комментария к конкретной странице данных;
 - создания тематического запроса на форуме модели;
 - обращения с помощью традиционных средств связи (телефон/факс/почта)

Данные могут быть предоставлены как в графическом, так и числовом (цифровом) виде (в одном из форматов модели и, по необходимости, в сопровождении описаний форматов и/или конвертеров) следующими способами:

- высланы на адрес электронной почты (при условии относительно небольшого объёма передаваемых данных);
- временно размещены на портале модели;
- размещены на общедоступном публичном ресурсе;
- размещены на ftp пользователя при условии предоставления соответствующих прав доступа;
- при значительных объёмах запрашиваемых данных – на электронных носителях (CD/DVD) традиционной почтой;
- если некоторые данные запрашивают часто, они будут размещены в online доступ на постоянной основе (в зависимости от технических возможностей).

В некоторых случаях возможно проведение расчётов по запросу для конкретных гелиогеофизических условий, если таковые отсутствуют в архиве и интересны с точки зрения проводимых исследований.

Данные, размещаемые на сайте на постоянной основе, должны отображать как минимум типовые условия, поэтому первичный набор планируемых к размещению данных должен покрывать комбинации следующих условий: минимум и максимум солнечной активности; покрытие всех сезонов; особые дни - зимнее/летнее солнцестояние, весеннее/осеннее равноденствие. Названные данные предоставляются для основных параметров ($N(e)$, TEC, NmF2, F0F2) на характерных высотах 300 км и 1000 км, а также в сопоставлении для различных конфигураций модели (теоретической или эмпирической термосферы, моделей ветров) между собой и в сравнении с известными моделями, такими как международная справочная модель ионосферы (IRI - International Reference Ionosphere) [7,8], MSISE[9,10].

Образец графического представления данных показан на рис. 1 и рис. 2. Как можно видеть, к единому формату приведено представление сведений о следующих условиях: солнечной активности; дате и времени (GMT) события; K_p -индексы для указанной даты; двумерная карта распределений моделируемого параметра (в данном

случае – критические частоты F2-слоя) в геомагнитных координатах; единая шкала значений; совмещенные шкалы магнитной долготы и местного времени; положение Солнца и географического экватора; линия терминатора; информация о представляемой модели и/или её модификации. Такая форма удобна для восприятия человеком при проведении сравнительного анализа как в рамках представленных на одном рисунке модельных вариантов, так и целых “снимков” между собой, позволяет в случае необходимости произвести оцифровку, в том числе и с применением специализированных программных средств. Следует отметить, что перевод из понятной человеку форму в цифровую практически не требуется (кроме, быть может, исключительных ситуаций), т.к. эти же данные доступны в машиночитаемом виде (предпочтительно ASCII-представление или один из форматов модели UAM).

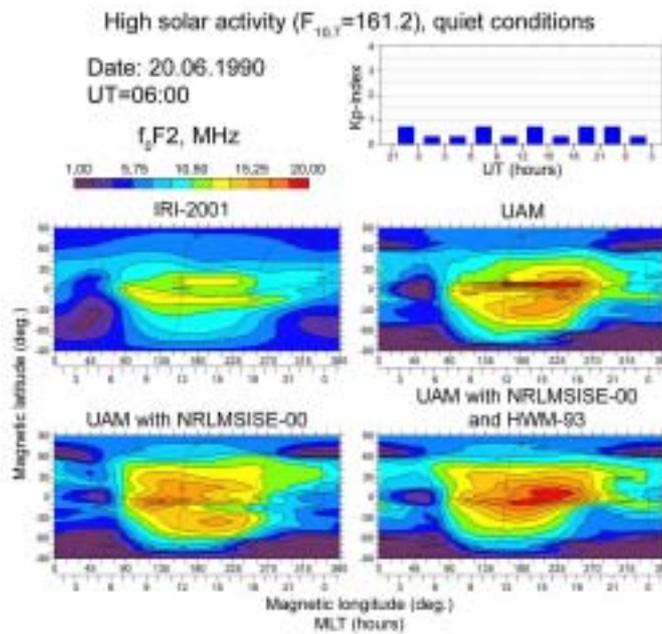


Рис.1. Модельные данные для условий высокой солнечной активности

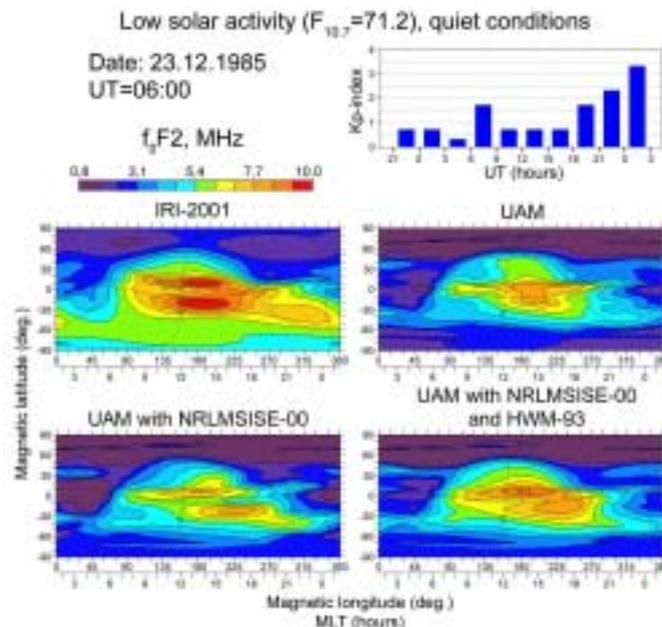


Рис.2. Модельные данные для условий низкой солнечной активности

Предложенное расширение портала, равно как и предложенные схемы взаимодействия с пользователями и размещения модельных данных, облегчают поиск и получение необходимой информации; способствуют развитию сообщества модели UAM, а также научному сотрудничеству. Данное расширение не является финальным и будет улучшаться путём добавления новых дополнительных иерархических классификационных каталогов и неиерархических схем навигации (поиска), добавления новых сервисов и связанных с ними функциональных возможностей портала.

Настоящая работа поддержана грантом РФФИ № 08-05-98830-р_север_a.

Авторы благодарят создателей свободного ПО (применённого при подготовке сопроводительного графического материала) с открытым исходным кодом: среды визуализации gnuplot[11]; графического редактора растровой графики Gimp[12].

Список литературы

1. Золотов О.В. Геофизический WEB-портал глобальной численной модели верхней атмосферы Земли (UAM) // Наука и образование – 2007: материалы межд. науч.-техн. конф. (г. Мурманск, 4-13 апреля, 2007г.). – Мурманск: МГТУ, 2007г. - С. 331-337
2. 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.
3. Намгаладзе А.А., Ю.Н.Кореньков, В.В.Клименко, И.В.Карпов, Ф.С.Бессараб, В.А.Суроткин, Т.А.Глущенко, Н.М.Наумова. Глобальная численная модель термосферы, ионосферы и протоносферы Земли // Геомагнетизм и аэрономия, т.30, №.4, с. 612-619, 1990.
4. Namgaladze A.A., Yu.N. Korenkov, V.V. Klimenko, I.V. Karpov, V.A. Surotkin, N.M. Naumova. Numerical modelling of the thermosphere-ionosphere-protonosphere system // Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics, Vol. 53, No. 11/12, p. 1113-1124, 1991.
5. Namgaladze A.A., Yu.N. Korenkov, V.V. Klimenko, I.V. Karpov, F.S. Bessarab, V.A. Surotkin, T.A. Glushchenko, N.M. Naumova. Global model of the thermosphere-ionosphere-protonosphere system // Pure and Applied Geophysics, Vol. 27, No. 2/3, p. 219-254, 1988.
6. Золотов О.В. Современные технологии обеспечения доступа к геофизическим базам данных // Наука и образование – 2007: материалы межд. науч.-техн. конф. (г. Мурманск, 4-13 апреля, 2007г.) – Мурманск: МГТУ, 2007г. - С. 329-330.
7. Bilitza D. International Reference Ionosphere, NASA. Available at: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/space/model/ionos/iri.html>
8. Bilitza D. International Reference Ionosphere 2000, Radio Science, Vol. 36, No. 2, pp. 261-275, 2001.
9. MSISE, NASA. Available at: <http://ccmc.gsfc.nasa.gov/modelweb/atmos/msise.html>
10. Hedin A.E. Extension of the MSIS Thermospheric Model into the Middle and Lower Atmosphere, J. Geophys. Res., 96, 1159, 1991.
11. gnuplot homepage. Available at: <http://www.gnuplot.info/>
12. The GNU Image Manipulation Program. Available at: <http://www.gimp.org/>

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА РАМОЧНОЙ МОДЕЛИ АТМОСФЕРЫ (FRAM)

Мартыненко О.В. (МГТУ, кафедра физики)

Abstract. This work continues the description of the Framework Atmosphere Model (FrAM), which is being developed on the basis of the global Upper Atmosphere Model (UAM), for the research of interrelation of the broad range of various processes and the phenomena in the upper atmosphere. It reports about a high-level architecture of the FrAM as an open framework, consisting of the controlling Model Manager and the set of independent Models of separate atmospheric regions and processes, and about the FrAM data structure. Using the unified interface the Model Manager organizes the information exchange of the connected Models and controls the execution of the modeling process according to the task configuration prescribed by a user.

Представляемая работа продолжает описание рамочной атмосферной модели FrAM, которая разрабатывается на базе глобальной численной модели верхней атмосферы Земли UAM как универсальный модельный инструмент для исследования взаимосвязей различных областей и процессов в верхней атмосфере и ионосфере.

Модель UAM, послужившая основой для создания FrAM, рассчитывает значения физических характеристик верхней атмосферы Земли: концентраций, температур и скоростей движения нейтральных и заряженных атмосферных компонент, а также потенциала электрического поля, продольных токов и некоторых других величин, в зависимости от конфигурации модели. Расчет проводится путем пошагового численного интегрирования по времени систем уравнений непрерывности, движения и теплового баланса для соответствующих нейтральных или заряженных компонент. Соответственно, модель UAM состоит из нескольких отдельных расчетных блоков: нейтральной атмосферы и нижней ионосферы, верхней ионосферы и плазмосферы, электрического потенциала. Каждый блок рассчитывает свой собственный набор величин путем решения своей собственной системы уравнений. Величины, рассчитываемые в других блоках, входят в уравнения в качестве параметров. Для их передачи на каждом шаге по времени между блоками модели UAM организован обмен информацией. Каждый блок использует собственную систему координат. Пространственные области, охватываемые блоками, пересекаются, но не совпадают. Поэтому для передачи данных между блоками требуются дополнительные процедуры интерполяции и экстраполяции.

Метамодель FrAM является логическим расширением UAM, отличаясь возможностью включать в ее состав и другие модели областей и процессов в атмосфере, кроме изначально присутствовавших. Все вышеперечисленные черты UAM сохранились и в FrAM. Идеология ее также предполагает повторяющийся расчет последовательных по времени состояний моделируемых объектов (описываемых набором значений физических характеристик в узлах пространственной сетки), исходя из его предыдущего по времени состояния и внешних воздействий. Включаемым в FrAM модельным блокам так же доступны данные всех других блоков, получаемые через процедуры интерполяции и экстраполяции.

Процедура подключения нового модельного блока к FrAM, собственно, и заключается в настройке его способа обмена данными с предоставляемым FrAM модельным окружением.

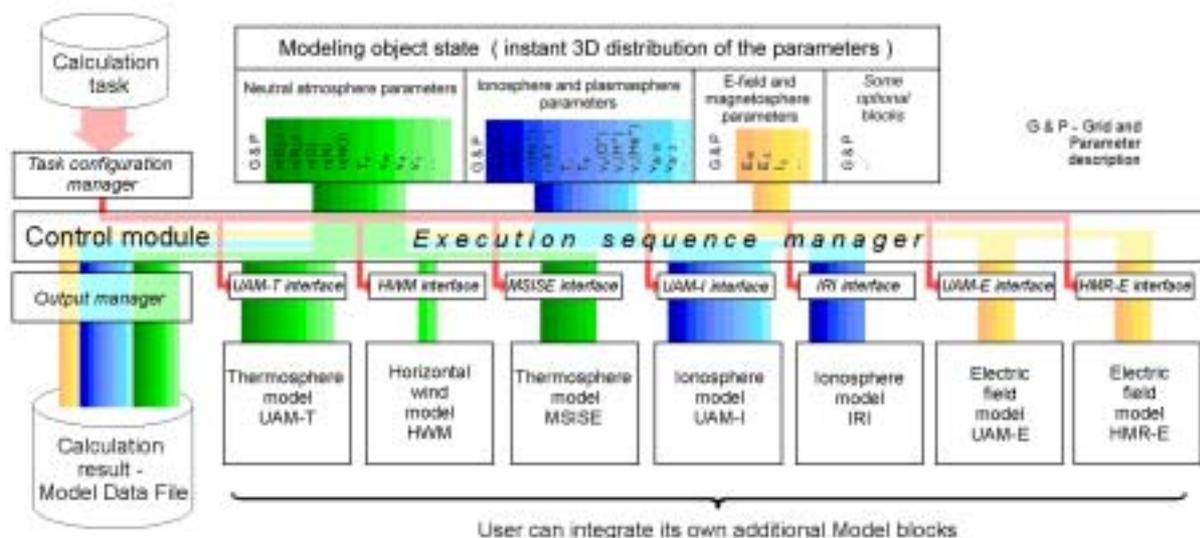


Рис. 1. Структура рамочной модели атмосферы FrAM

Сама же FrAM представляет собой лишь Метамоделю – открытую рамочную конструкцию для подключения различных Моделей по точно оговоренному интерфейсу, а также способ управления совместной работой подключенных Моделей.

Логическая структура FrAM (включая модельные блоки, подключенные "по умолчанию") представлена на рис. 1.

Состояние моделируемого объекта – атмосферы Земли – во время модельного расчета хранится в оперативной памяти компьютера в виде наборов данных – массивов значений физических параметров в узлах модельной пространственной сетки. Процесс модельного расчета, собственно, и заключается в последовательном изменении содержимого этих массивов, так, что в каждый момент в них хранится полный "моментальный снимок" моделируемой среды.

Непосредственно расчет значений физических характеристик производят подключаемые к системе Модели. Функционально каждая из них представляет собой метод получения значений некоторого набора физических параметров в узлах некоторой пространственной сетки. Конкретный способ, которым Модель получает эти значения, является ее внутренним делом. Всем остальным компонентам FrAM доступна лишь информация о том, что это за физические параметры, в каких единицах они измерены, и каким пространственным местоположениям соответствуют возвращаемые моделью значения.

Обмен данными между Моделями осуществляется в виде передачи наборов данных. Поскольку каждая Модель может использовать при работе свои собственные входные и выходные структуры данных, то в системе используется четко оговоренная структура наборов данных, объединяющая как сами массивы значений, так и полное описание хранящихся в них данных. Модели для обмена данными с любой другой Моделью требуется лишь уметь принимать входные данные в таком формате и преобразовывать свои выходные данные в него. Такое преобразование осуществляется интерфейсными блоками Моделей.

Главная функция интерфейсного блока – согласование внутренних структур данных Модели с используемыми Менеджером. Это осуществляется путем передачи численных значений из внешних наборов данных, используемых для межмодельного обмена, во внутренние массивы Модели и обратно. При этом необязательно передача производится по принципу "один в один" – одному внешнему набору данных могут соответствовать несколько внутренних массивов Модели, и наоборот.

Следует заметить, что "извне" модели могут использоваться не все рассчитываемые ей параметры, а только часть их. "Фильтрация" данных также проводится интерфейсным блоком.

Модели, подключенные к FrAM, могут использовать различные пространственные сетки. Для передачи данных между такими моделями используются специальные интерполяционные и экстраполяционные модули, формально представляемые также в виде Моделей.

Модели подключаются к Менеджеру Метамоделей – управляющему блоку (Control module). Сам по себе он не производит расчетов никаких атмосферных параметров. Его основной функцией является организация корректной работы подключенных к нему Моделей: вызов их на исполнение в правильном порядке (Execution sequence manager) с передачей всей необходимой для их работы информации (соответствующих наборов данных из оперативной памяти).

Кроме того, Менеджер осуществляет сохранение на диске результатов модельного расчета (Output manager).

Для каждого модельного расчета пользователем создается задание, включающее информацию о том, какие именно Модели подключать, в каком порядке их вызывать, какие из рассчитываемых каждой Моделью параметров передавать другим Моделям, как и где сохранять результаты расчета, а также специфическая информация о конфигурировании каждой подключаемой Модели. Задание хранится в специальных файлах, обработка которых и соответствующая настройка программы FrAM производятся также Менеджером Метамоделей (Task configuration manager).

Рамочная структура FrAM позволяет пользователю самостоятельно интегрировать в нее новые независимо разработанные модели различных атмосферных регионов и процессов.

Взаимодействие независимо разработанных моделей в рамках FrAM позволяет каждой из них использовать в качестве своих входных внешних параметров результаты работы других моделей и, в свою очередь, предоставлять свои выходные данные им. Это дает возможность исследовать моделируемый процесс или регион в системе взаимодействий и взаимовлияний с другими, включая обратные связи. При этом структура модельных интерфейсов FrAM позволяет выборочно включать и отключать такие взаимодействия.

Настоящая работа поддержана грантом РФФИ № 08-05-98830-р_север_a.

Литература

1. Artamonov, I.V., M.M. Gladkikh, O.V. Martynenko, A.A. Namgaladze, D.V. Sobolev. Framework atmosphere model – software tool for model coupling. *Geophysical Research Abstracts, Vol.9*, EGU2007-A-10166, 2007.
2. Martynenko, O.V., M.M. Gladkikh, I.V. Artamonov, D.V. Sobolev. On usage of the object oriented data structure for geophysical data storage and processing. *Physics of Auroral Phenomena: Proceedings of 30th Annual Seminar*. pp.171-173, 2007.
3. Martynenko, O.V., A.A. Namgaladze, M.M. Gladkikh, I.V. Artamonov. Framework atmosphere model – modeling environment with already adjusted system of physical interrelations. *Earth: Our Changing Planet. Proceedings of IUGG XXIV General Assembly*. Perugia, Italy, July 2-13, 2007. p.2992
4. 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.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТОКИ ВО ВРЕМЯ ДИПОЛИЗАЦИИ МАГНИТНЫХ СИЛОВЫХ ЛИНИЙ ЗЕМЛИ

Волков М.А. (МГТУ, кафедра физики, e-mail: Volkovma@mstu.edu.ru),
Романова Н.Ю. (ПГИ, e-mail: Romanova@pgi.ru)

Введение

Одними из наиболее важных особенностей взрывной фазы суббури является внезапное усиление западного электроджета и диполизация магнитных силовых линий. Вытянутые в хвост магнитосферы магнитные силовые линии во время взрывной фазы суббури сокращаются и принимают более близкую к дипольной форму на расстояниях 6 и более радиусов Земли (R_E). Сокращение магнитных силовых линий приводит к изменению давления плазмы и появлению токов, текущих вдоль магнитных силовых линий. В настоящей работе исследуется вопрос, могут ли токи, вызванные диполизацией магнитных силовых линий, приводить к усилению западного электроджета во время взрывной фазы суббури.

Модель магнитного поля

Магнитное поле на расстояниях 6-10 R_E считается потенциальным и задается суммой дипольного магнитного поля и поля возмущения, связанного с токами, текущими по магнитопаузе и токами в хвосте магнитосферы. Вклад возмущенного магнитного поля ограничен двумя первыми гармониками, вторая из них является азимутально-асимметричной. В геоцентрической системе координат, где ось x направлена к Солнцу, а ось z совпадает с направлением оси магнитного диполя Земли, выражение для магнитного потенциала с учетом двух гармоник возмущенного поля имеет следующий вид:

$$\psi = -\frac{B_0 R_E^3}{r^3} z - \gamma_1 z - \gamma_2 xz, \quad (1)$$

где $\gamma_1=115$ нТл, γ_2 -коэффициент при азимутально-асимметричной гармонике, в конце подготовительной фазы суббури $\gamma_2=10.85/R_E$ нТл, для взрывной фазы суббури $\gamma_2=5.425/R_E$ нТл. Данные значения подбирались таким образом, чтобы наилучшим образом удовлетворить результаты наблюдений [1].

Формула для расчета продольных токов

Процессы в магнитосфере на расстояниях 6-10 R_E будем рассматривать в магнитогидродинамическом приближении. Давление плазмы p считаем постоянным вдоль магнитной силовой линии. Запишем уравнение для адиабаты:

$$\frac{d}{dt}(pV^\gamma) = 0, \quad (2)$$

где $V = B_I \int \frac{ds}{B}$ -объем магнитной силовой трубки, имеющей единичный магнитный поток в ионосфере, B_I -индукция магнитного поля в ионосфере, $\gamma=5/3$ –показатель адиабаты.

Интенсивность продольных токов будем рассчитывать по формуле [2, 3]:

$$j_{||} = \frac{1}{B_I} (\vec{e}_z [\nabla p \times \nabla V]), \quad (3)$$

где \vec{e}_z – единичный вектор, направленный вдоль магнитного поля, ток, вытекающий из ионосферы северного полушария, считается положительным, градиенты вычисляются на ионосферном уровне.

Выражение (3) можно переписать и в другом виде:

$$j_{||} = \frac{1}{B_1 V_1^\gamma} (\bar{e}_z [\nabla p V_1^\gamma \times \nabla V_1]) \quad (4)$$

Расчет продольных токов будем проводить без учета дрейфа магнитных силовых трубок, это некоторым образом оправдано, если трубки дрейфуют в долготном направлении. В этом случае решение уравнения (2) имеет вид $p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$, где индексами 1,2 обозначены объем магнитной силовой трубки и её плазменное давление в конце подготовительной и взрывной фазы суббури. Для удобства будем считать, что продольные токи в конце подготовительной фазы равны нулю, тогда вектора ∇p_1 и ∇V_1 коллинеарны. Зададим с учетом этого модельное распределение давления в плазменном слое:

$$p_1 = \frac{p_0 V_0^\alpha}{V_1^\alpha} \quad (5)$$

Внешняя граница плазменного слоя устойчива относительно перестановочной неустойчивости, если $\nabla p V_1^\gamma > 0$, в нашем случае это условие выполняется при $\alpha < \gamma$.

Выражение для продольного тока в конце взрывной фазы суббури примет следующий вид:

$$j_{||} = \frac{p_0 V_1^{\gamma-\alpha-1} (\gamma - \alpha)}{B_1 V_2^\gamma} (\bar{e}_z [\nabla V_1 \times \nabla V_2]) \quad (6)$$

Распределение и величины продольных токов

Значение объемов магнитных силовых трубок V_1 и V_2 для магнитного потенциала (1) рассчитывались численно в каждом узле сетки, заданной с шагом по широте в 1° и по долготе в 5° , начиная с 16° кошироты. На рис. 1 и рис. 2 показаны распределения объемов V_1 и V_2 соответственно для подготовительной и взрывной фазы суббури. Значения объемов даны в единицах $m^2 R_E$. Хорошо видно, что изолинии равного объема во время подготовительной и взрывной фаз суббури не совпадают, возникают токи вдоль магнитных силовых линий. Распределение и значение токов показано на рис. 3. Давление плазмы p_0 в плазменном слое на расстоянии $8R_E$ в конце подготовительной фазы задавалось равным 10 нПа. Показатель убывания давления $\alpha=1$. Согласно расчетам значение токов достигает величины 0.7 А/км^2 , максимум вытекающего тока расположен вблизи 22 MLT, втекающего 02 MLT. Полученная система продольных токов должна замыкаться в ионосфере током западного направления. Ток этот должен иметь холловскую природу, как ток, текущий в плазменном слое. На холловскую природу западного электроджета указывают и результаты наблюдений электрических полей в полуночном секторе ионосферы во время взрывной фазы суббури. Согласно наблюдениям электрическое поле в этой области имеет выраженное южное направление [4].

Выводы

Согласно полученным результатам усиление западного электроджета и диполизация магнитных силовых линий во время взрывной фазы суббури являются напрямую связанными явлениями. При диполизации магнитных силовых линий возникает система продольных токов, вытекающих из ионосферы в предполуночные часы и втекающих после полуночи. Интенсивность продольных токов этой системы достаточна, чтобы привести к значительному увеличению поперечного ионосферного тока западного направления. Этот ток будет иметь холловскую природу, как и токи, текущие в плазменном слое.

Секция "Геофизические процессы в Арктике"

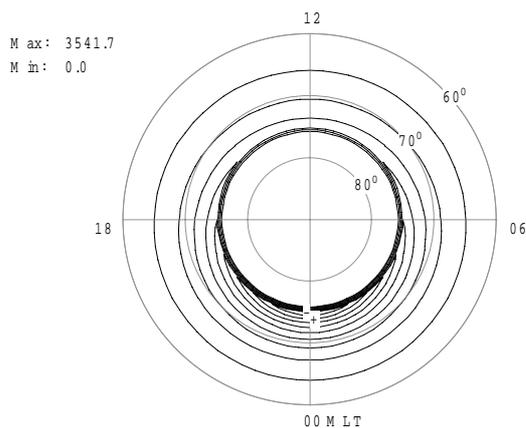


Рис. 1

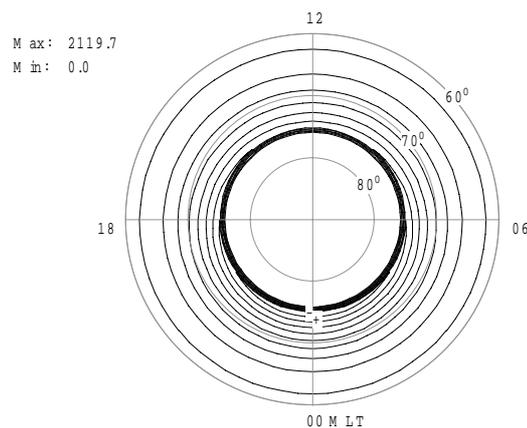


Рис. 2

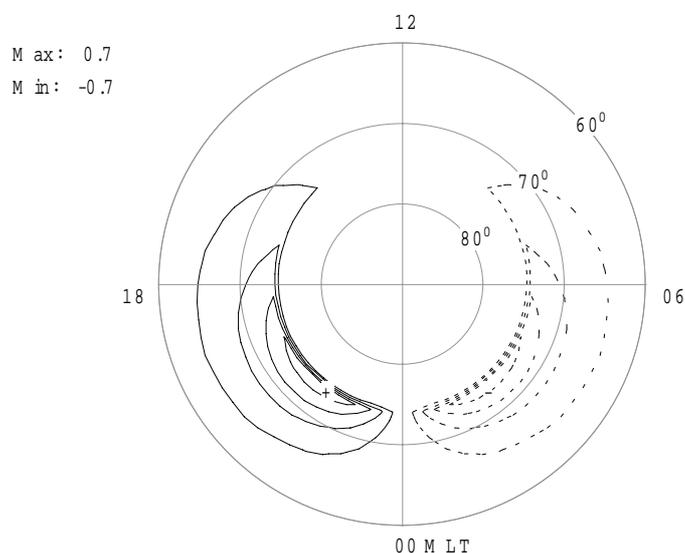


Рис. 3

Литература

1. Hamilton D.C., Gloeckler G., Ipvich F.M., Studemann W., Wilken B., Kremser G., Ring current development during great geomagnetic storm of February 1986. // *J. Geophys. Res.* - 1988. - V.93, №A12. - P.14343-14355.
2. Vasyliunas, V. M.: Mathematical models of magnetospheric convection and its coupling to the ionosphere, in *Particles and Fields in the Magnetosphere*, edited by B. M. McCormac, 60–71, D.Reidel, Norwell, Mass., 1970.
3. Тверской Б.А. О продольных токах в магнитосфере. // *Геомагнетизм и аэрономия* - 1982. - Т.22, №6, С.991-995.
4. Gjerloev, J. W., and R. A. Hoffman, The convection electric field in auroral substorms, *J. Geophys. Res.*, 106, 12,919, 2001

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ СНЕГА НА СДВИГ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭТОГО ПАРАМЕТРА ПРИ ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ СНЕГА НА СКЛОНЕ

Черноус П.А., Барашев Н.В. (МГТУ, кафедра геоэкологии,
pchernous@apatit.com)

Abstract. Results of shear strength tests are broadly used for evaluation of snow stability and avalanche release possibility. Authors describe an effect of shear strength decreasing with decreasing of time of applied shear stress. This effect is observed for first minutes of applied loading. According to previous studies shear strength decrease with time of applied loading if it is enough long. Some explanations of this effect are presented. Recommendations for shear tests using for snow stability evaluation are considered. The work has been done with RFBR's support (grant 08-05-01065-a).

Введение

Значительная часть оценок устойчивости снега на склоне и возможности образования лавины делается на основе данных о физико-механических свойствах снега. В частности с использованием прочности снега на сдвиг, которая определяется с помощью рамки и динамометра в снежных шурфах (4, 5, 7). Имеются данные о том, что текущая прочность снега на сдвиг зависит от времени приложения сдвигающей нагрузки (1, 4). Причем, чем продолжительней воздействие нагрузки, тем меньше прочность (рис. 1, 2).

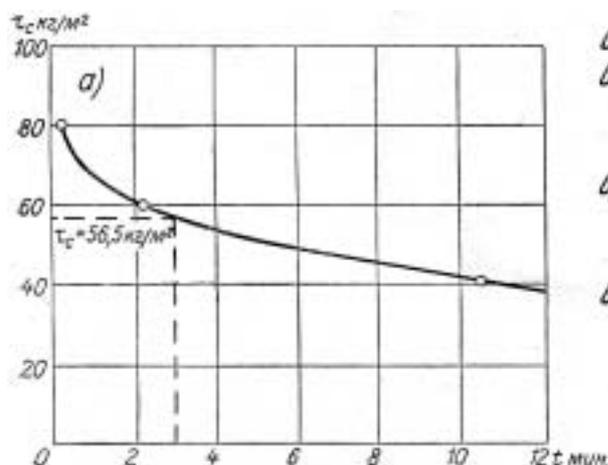


Рис. 1. Зависимость временного сопротивления сдвигу τ_c от времени нагружения t (4)

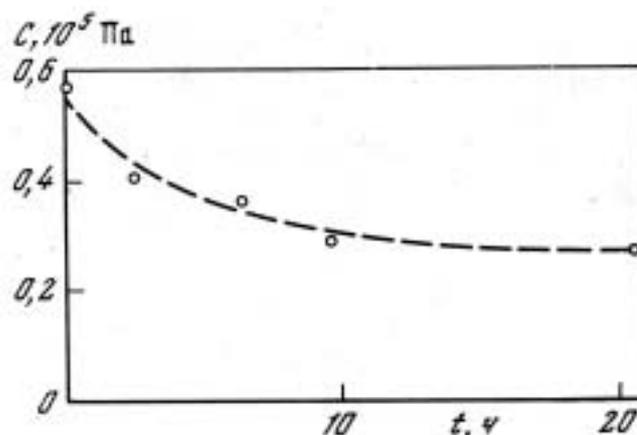


Рис. 2. Уменьшение сцепления C в зависимости от времени t действия сдвигающего усилия до разрушения. По данным опытов на плоский сдвиг снега плотностью 410 кг/м^3 , температуре снега -3°C и при малом давлении (1).

То, что это не всегда так показали ниже описанные эксперименты, проведенные в Хибинах. Учитывая изменчивость прочности на сдвиг от продолжительности приложенной нагрузки, уместен вопрос об учете этого эффекта в методике проведения измерений прочности для оценки устойчивости снега на склоне.

Методика и результаты экспериментов

Эксперименты были проведены с естественным снегом на горно-лавиной станции «Центральная», расположенной на плато Ловчорр в Хибинах. Для экспериментов использовалась стандартная рамка площадью $10 \times 10 \text{ см}^2$, применяемая на снеголавинных станциях для определения прочности снега на сдвиг, и электронный динамометр (точность измерений $\pm 0,01 \text{ кгс}$). Методика экспериментов подробно изложена в (4). Единственное отличие состояло в том, что время от начала приложения нагрузки до момента отрыва менялось. Максимальная продолжительность сдвигающего усилия до сдвига образца составляла 75 сек. Равномерность нагружения контролировалась на глаз. Были проведены эксперименты с двумя видами снега различной плотности. Результаты измерений представлены на рис. 3 и 4.

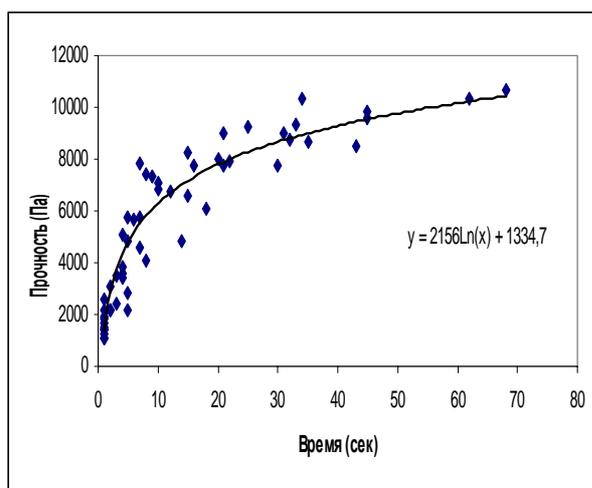


Рис. 3. Зависимость прочности на сдвиг (y) от длительности приложенной нагрузки (x) при равномерном нагружении. Плотность снега 360 кг/м^3 , температура снега -8°C .

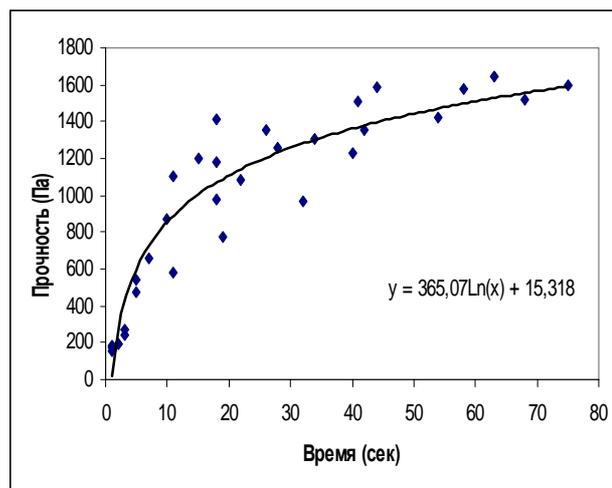


Рис. 4. Зависимость прочности на сдвиг (y) от длительности приложенной нагрузки (x) при равномерном нагружении. Плотность снега 240 кг/м^3 , температура снега -9°C .

Для оценки изменения прочностных свойств снега при длительной нагрузке проведен эксперимент в слое мелкозернистого снега. Предварительно измерены характеристики снега. Плотность снега 320 кг/м^3 , температура в слое $-14,0^\circ \text{C}$. При приблизительно равномерном увеличении нагрузки от 0 до момента отрыва (около 60 секунд) средняя величина прочности снега на сдвиг составила $9,9 \text{ кПа}$. Затем, к рамке с новым образцом этого же снега, было приложено, равномерно увеличивающееся в течение 60 сек, напряжение сдвига, составившее к концу нагружения $8,3 \text{ кПа}$. После этого напряжение оставалось постоянным. В течение 23 часов отрыва образца не произошло. Через 23 часа была приложена быстрая ($\approx 1 \text{ сек}$) дополнительная нагрузка. Отрыв образца произошел при нагрузке $11,3 \text{ кПа}$.

Аналогичные эксперименты проведенные с мелкозернистым снегом плотностью 330 кг/м^3 , имевшим температуру $-15,4^\circ \text{C}$ и $-13,8^\circ \text{C}$, также не выявили уменьшения прочности. Для более точной оценки прочности для каждого типа снега делалось четыре измерения прочности на сдвиг с равномерным наращиванием нагрузки, примерно, в течение одной минуты. При этом среднее значение прочности снега на сдвиг для снега с температурой $-15,4^\circ \text{C}$ оказалось равным $8,9 \text{ кПа}$, с.к.о $0,5 \text{ кПа}$, а для снега с температурой $-13,8^\circ \text{C}$ – $10,2 \text{ кПа}$ и $0,5 \text{ кПа}$ соответственно. Затем, к двум образцам снега с температурой $-15,4^\circ \text{C}$ медленно (в течение одной минуты) было

приложено сдвигающее напряжение 7,6 кПа. Под действием этого напряжения один образец находился пять часов, другой - восемь часов. Разрушения не произошло. Для разрушения образцов к ним были приложены дополнительные кратковременные нагрузки в течение, примерно, одной секунды. При этом разрушающее напряжение сдвига для первого образца составило 8,9 кПа, а для второго - 9,3 кПа. Подобные испытания были проведены и для снега, имевшего температуру $-13,8^{\circ}\text{C}$. В течение минуты напряжение сдвига доводилось до 8,7 кПа и держалось постоянным в течение десяти часов. После этого первый образец был разрушен при кратковременном увеличении сдвигающего напряжения (1 сек) до 11,4 кПа, а второй - ударом карандаша по рамке в направлении сдвигающего усилия.

Как видно из проведенных экспериментов, уменьшения сцепления при длительной нагрузке не наблюдается. Возможно, зависимости, приведенные на рис. 1 и 2, относятся к другим типам снега, а также, возможно, что графики, представленные на рис. 1, 2 и рис. 3, 4, являются разными частями зависимости прочности снега на сдвиг от времени приложения нагрузки, соответствующими различным временным интервалам действия нагрузки.

Экспериментальные оценки прочности снега и снеголавинные расчеты

Одна из основных проблем оценки устойчивости снега на склоне заключается в интерпретации результатов сдвиговых испытаний. Как видно из графиков, представленных на рис. 3 и 4, прочность снега на сдвиг существенно зависит от длительности приложения нагрузки. Если пользоваться рекомендациями (4), в соответствии с которыми время от момента приложения нагрузки до отрыва образца должно составлять 5-10 сек, то для одного и того же снега разница в 5 сек в длительности приложения силы может привести к двукратной разнице в величине прочности.

Судя по данным, полученным в результате экспериментов в Хибинах, прочность снега меняется слабо как при низкой, так и при высокой скорости возрастания прилагаемой нагрузки. Естественный снег на склоне, как правило, подвержен длительным медленно возрастающим нагрузкам, поэтому значения прочности, полученные во время испытаний при медленном сдвиге, будут ближе к значениям прочности, которые необходимо учитывать при оценке устойчивости снега на склоне.

Заключение

В результате проведенных экспериментов удалось установить, что зависимости прочности снега на сдвиг от продолжительности воздействия сдвигающей нагрузки, представленные в работах (1, 4), не являются универсальными.

Полученные результаты противоречат результатам, изложенным в (1-4) и качественно согласуются с результатами экспериментов (5-8).

Представляется более рациональным использовать для оценки устойчивости снега на склоне данные о прочности снега на сдвиг, полученные при низкой скорости увеличения сдвигающего напряжения (длительном приложении нагрузки, 1-2 мин), а не при высокой (кратковременном приложении нагрузки ≈ 1 сек).

Данные о прочности снега при быстром сдвиге могут быть пересчитаны в прочность на сдвиг при длительном приложении нагрузки, если удастся найти зависимости параметров уравнений, связывающих прочность снега, с временем действия приложенной нагрузки от других измеряемых параметров снега. Например, от плотности, температуры, размера зерен снега.

Литература

1. Войтковский К. Ф. 1976. Механические свойства снега. М. Наука, 126 с.
2. Долов М.А. Халкечев В.А. 1972. Физика снега и динамика снежных лавин. Л. Гидрометеиздат, ,
3. Инженерная гляциология. Издательство Московского университета, 1971,
4. Руководство по снеголавинным работам (временное).- Л.: Гидрометеиздат, 1965, 397 с.
5. Fohn P. and C. Champonovo. 1996. Improvements by measuring shear strength of weak layers. Proc. ISSW'96, Banff, Canada. 158-162.
6. Fukuzawa T. and H. Narita. 1993. An experimental study on mechanical behaviour of a depth hoar layer under shear stress. Proc. ISSW'92. Breckenridge. Co. 160-170.
7. Jamieson B. and C. Johnston. 2001. Evaluation of the shear frame test for weak snowpack layers. Annals of Glaciology, 32, 59-69.
8. Narita, H. 1983. An experimental study on tensile fracture of snow. Contributions from ILTS, Series A, No. 31. 1-37.

ЭКСПЕРИМЕНТ ПО АССОЦИИ ФАЗ И ЛОКАЦИИ АКУСТИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ

Асминг В.Э., Виноградов Ю.А. (г. Апатиты, КФ ГС РАН),
Евтюгина З.А. (КФ ГС РАН, АФ МГТУ, кафедра геоэкологии,
e-mail: zina_evt@mail.ru)

Abstract. One of methods of Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty control is infrasound monitoring by groups of microbarographs (arrays). To make this monitoring effective it is necessary to know how to detect infrasound signals and associate them with some events. We made an experiment of phase detection, association and acoustic events location using data of Apatity infrasound array and Swedish-Finnish infrasound network. As the result set of known events (mining explosions and rocket launches) were detected and located.

Кольский филиал геофизической службы Российской академии наук (КФ ГС РАН, г. Апатиты) участвует в работах по проекту Международного научно-технического центра (<http://www.ISTC.RU>) – МНТЦ №2845 «Исследование совместного распространения сигналов от источников инфразвуковых и сейсмических волн для улучшения характеристик инфразвукового метода контроля за проведением ядерных испытаний».

Чтобы разработать технологию инфразвукового мониторинга соблюдения договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ) важно научиться ассоциировать инфразвуковые сигналы, приходящие на разные группы акустических датчиков (микробарографов), то есть выделять на разных датчиках те сигналы, которые соответствуют одним и тем же событиям, а затем лоцировать эти события.

Мы провели эксперимент по ассоциации фаз и локации акустических событий совместно по данным Апатитской группы и шведско-финской инфразвуковой сети (Рис.1, 2). Сеть эта поддерживается шведским Институтом космической физики в Umeå. Данные имеются в свободном доступе через Интернет на сайте института (<http://neptun.umea.irf.se/~peje/infrasound/>).

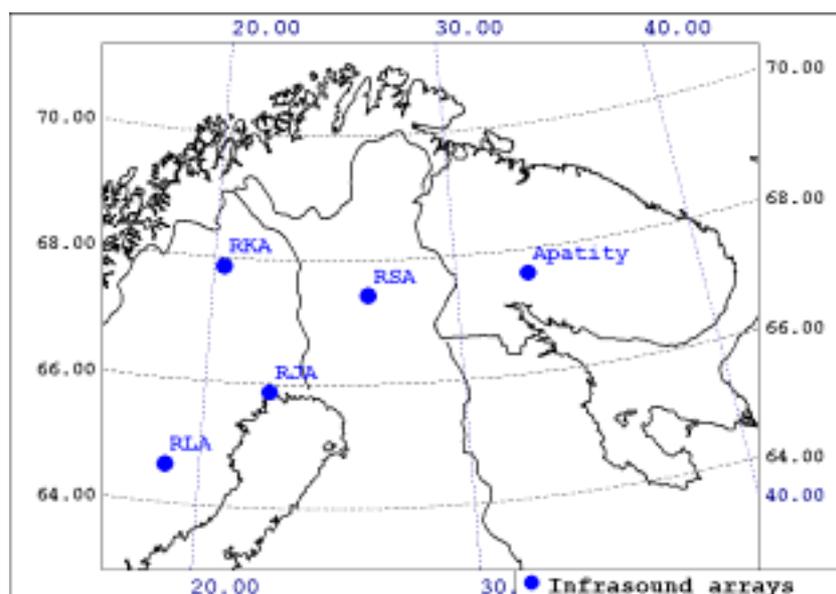


Рис.1. Конфигурация инфразвуковой сети, использованной для эксперимента по локации

Апатитская инфразвуковая группа состоит из трех микробарографов фирмы SHAPPAREL, апертюра около 200 м., частота дискретизации 40 отсчетов/сек. Каждая шведско-финская инфразвуковая группа состоит из трех микрофонов. Частота дискретизации 18 отсчетов в секунду (Рис.2).

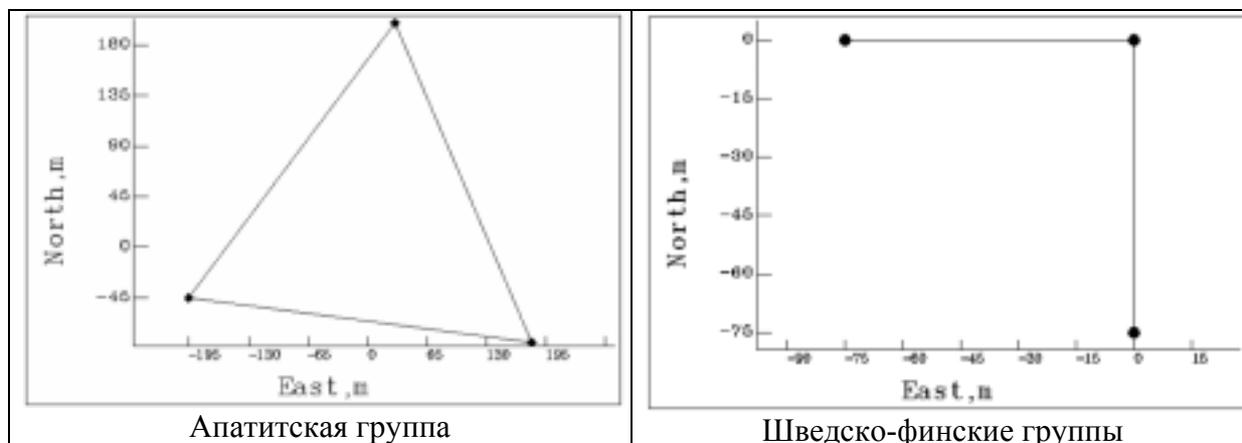


Рис.2. Конфигурация Апатитской и шведско-финских инфразвуковых групп.

Данные по всем группам за один месяц (январь 2007 г) были пропущены через программу акустического детектирования, ранее разработанную в КФ ГС РАН. В результате для каждой группы были получены списки обнаруженных приходов волн, содержащие времена, амплитуды и азимуты приходов.

Для ассоциации фаз и локации акустических событий в КФ ГС РАН создана программа. Идея программы основана на алгоритме “generalized beamforming” (Ringdal F., Kvaerna T., 1990). Область поиска событий - круг с центром в точке 67°N, 27°E и радиусом 1500 км была равномерно покрыта меньшими кругами радиуса 50 км (ячейки сетки). Для каждой ячейки делался поиск тех фаз (приходов волн на станции), которые могли быть порождены акустическим событием внутри ячейки (подходящие азимуты с запасом 10°).

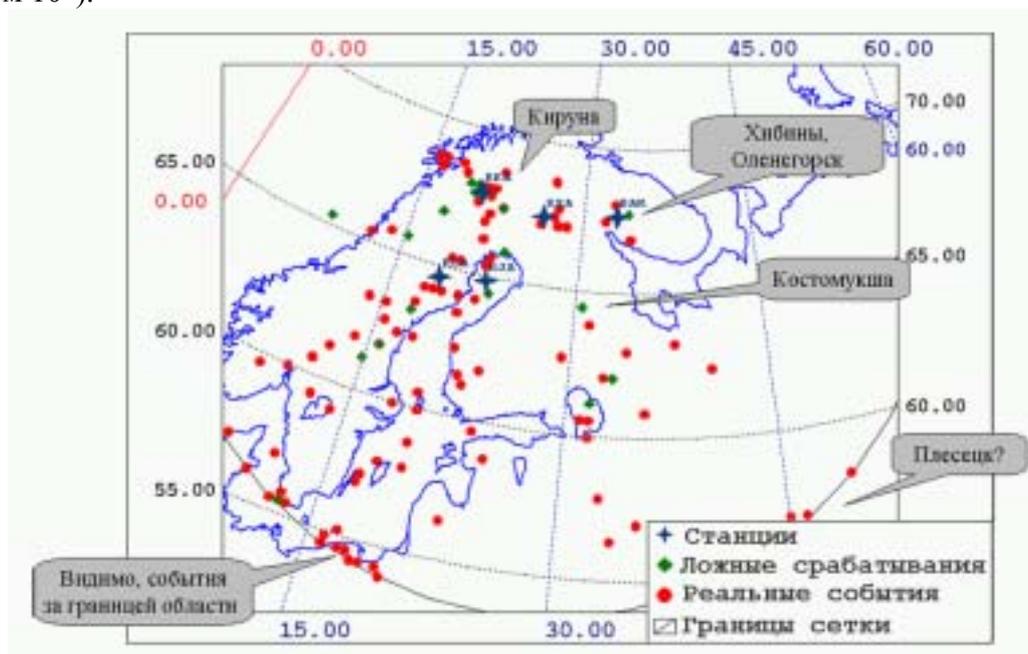


Рис.3. Карта инфразвуковых событий, найденных с помощью ассоциации фаз. Окружность показывает границы области поиска. Найдено 130 событий.

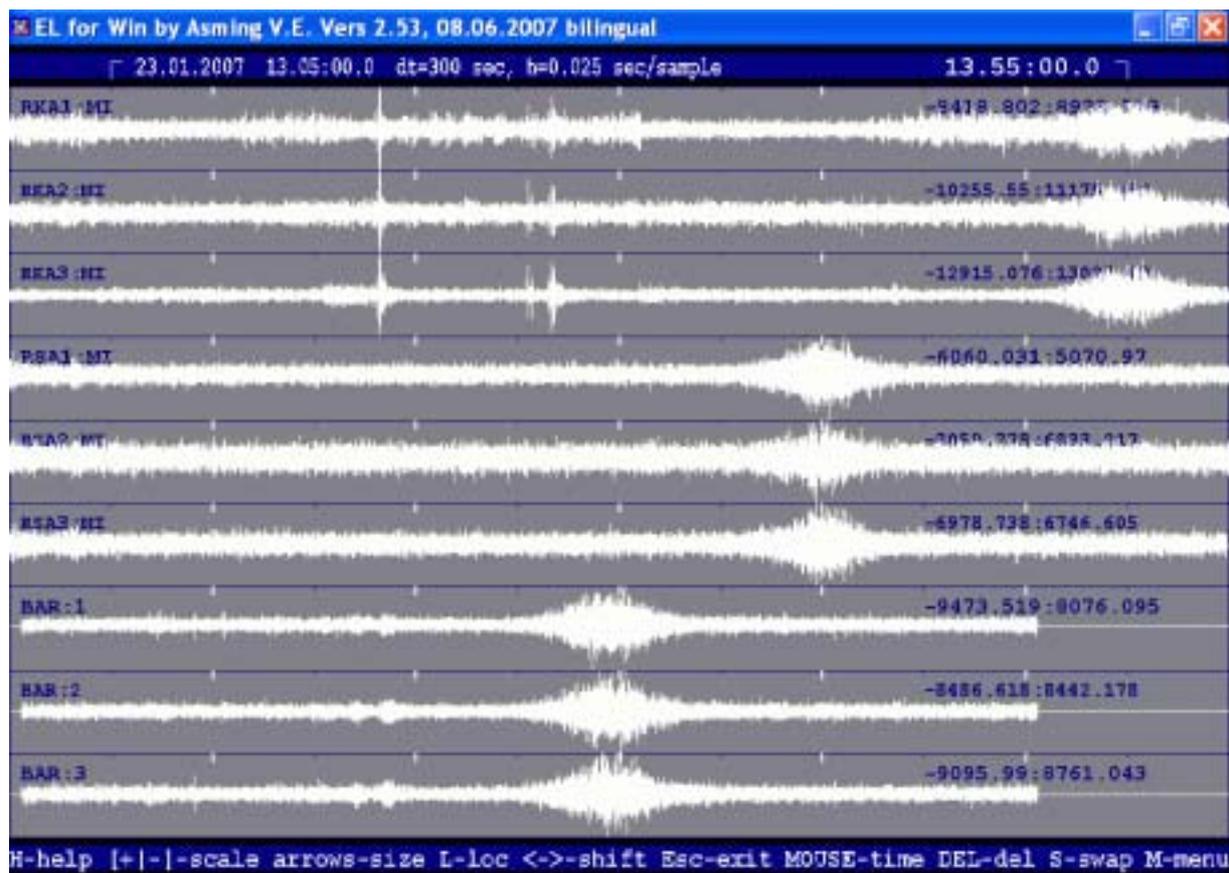


Рис.4. Записи события 23.01.2007 станциями Кируна (RKA), Соданкюла (RSA) и Апатиты (BAR). Формы огибающих сигналов очень похожи.

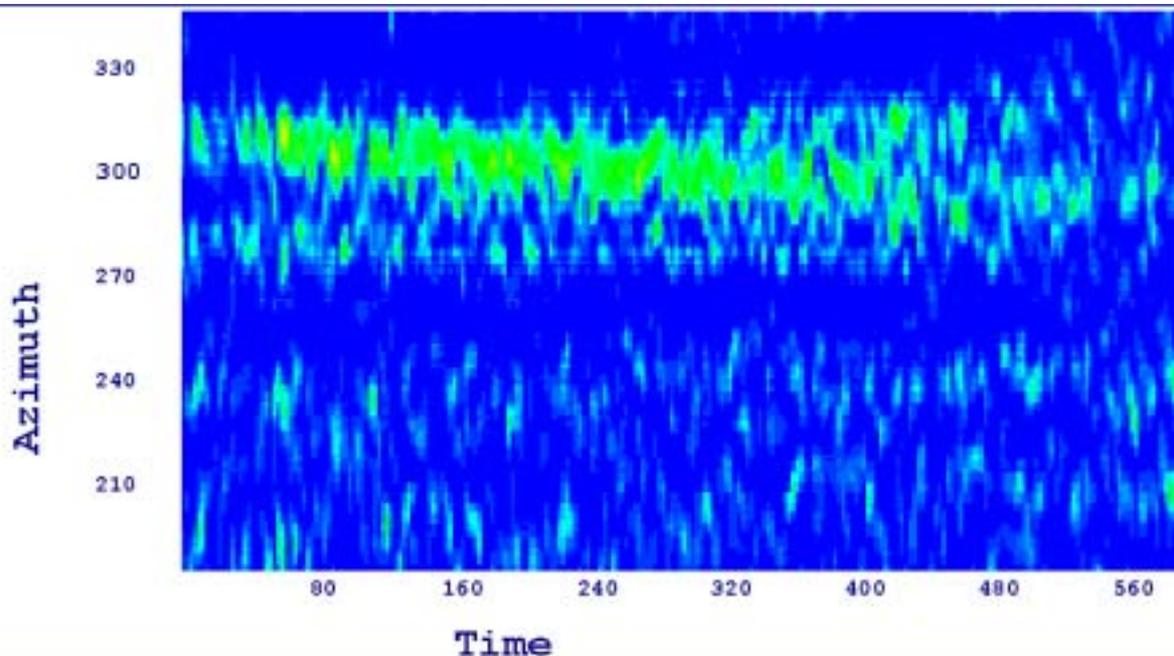


Рис.5. График изменения азимута от времени для станции Апатиты (азимуты здесь даны в обозначениях КФ ГС РАН, т.е., от востока против часовой стрелки). График показывает кросс-корреляции каналов инфразвуковой группы с временными задержками, соответствующими заданному обратному азимуту и фиксированной скорости звука 0.33 км/сек. Более яркий цвет обозначает более высокую кросс-корреляцию. Видно, что азимут меняется со временем.

Затем выбирался наибольший набор фаз, которые могли бы быть порождены данной ячейкой сетки и совместимы по временам пробега (для скоростей пробега 0.25-0.35 км/сек). Число фаз в этом максимальном наборе принималось за рейтинговую функцию R ячейки. Программа искала максимальное R_{\max} по всем ячейкам. Если $R_{\max} \geq 3$, считалось, что найдено событие, которое произошло в этой ячейке. Программа выбрасывала ассоциированные таким образом фазы из списков детектирования, и процедура повторялась снова до тех пор пока $R \geq 3$ не заканчивались. В результате был создан список наборов подходящих друг другу фаз. Центры соответствующих кругов принимались за координаты события.

После автоматической ассоциации фаз данные были просмотрены интерпретатором для отбраковки ложных срабатываний. Это трудная задача, потому что нет строгих критериев. Мы отбрасывали «события» в двух случаях: 1) те, где использован сигнал, явно близкий к одной из групп (сильный и короткий), а результат локации был далеко от этой группы и 2) «события», порожденные ассоциацией ложных срабатываний детектора. Карта найденных «событий» (слоцированным, как минимум, по 3 станциям) показана на рис. 3.

В отличие от сейсмологии, здесь трудно доказать, что ассоциация фаз действительно соответствует реальному инфразвуковому событию. К сожалению, небольшое число известных событий было обнаружено в данном эксперименте (один взрыв в Оленегорске и один в Костомукше). Это – предмет дальнейших исследований.

Интересны три события с юго-востока (на границе круга). Очень похожи формы сигналов, полученные на разных станциях (рис. 4). Поэтому, мы полагаем, что ассоциации были верными, то есть, эти сигналы действительно соответствуют одним и тем же событиям. Записи довольно длинные - несколько минут, и на одной из них (Апатитская группа) видно, что азимут менялся со временем, то есть, объект, излучавший звук, двигался (см. рис 5). Поскольку круг, содержащий эти события, покрывал космодром Плесецк, мы считаем, что удалось обнаружить и слоцировать запуски ракет.

Два других события были примерно такими же.

Много «событий» было слоцировано на границу области поисков (контур большого круга), особенно на ее юго-западную часть. Таким образом проявились события, произошедшие вне области поиска (см. рис. 3).

Результаты представляются многообещающими. Автоматическая ассоциация фаз и локация по инфразвуковым данным - возможны. Однако для усовершенствования метода было бы полезно провести дополнительные исследования.

Литература

1. Ringdal F., Kvaerna T., A multi-channel processing approach to real time network detection, phase association, and threshold monitoring.// Bull.Seism.Soc.Am., 79, 1990.

РАСЧЕТ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ ДЛЯ ДВУМЕРНЫХ ТЕЛ

Рожков А.С. (МГТУ, кафедра «Механики сплошных сред и морского нефтегазового дела» e-mail: rozhkovas@mstu.edu.ru)

Abstract. In the report formula of calculation gravimetric fields for didimensional bodies with a changing density is resulted.

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. При этом предполагается, что плотность каждого из этих простейших тел постоянна. Среду приближенно представляют как сумму простейших тел упомянутого вида. 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 гравиметрической разведке гравитационные поля, соответствующие цилиндрическим аномальным телам, называют двухмерными. Формулы для вычисления составляющих притяжения Земли по осям ОХ, ОУ, ОZ, 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

$$W = f\rho\psi(x_1, x_2, z_1, z_2), \quad (1)$$

где f -гравитационная постоянная, ρ плотность 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:

$$W_z = f\rho [x_2 \ln(x_2^2 + z_2^2) + x_1 \ln(x_1^2 + z_1^2) - x_2 \ln(x_2^2 + z_1^2) - x_1 \ln(x_1^2 + z_2^2) + 2(z_2^2 \arctg \frac{x_2}{z_2} + z_1^2 \arctg \frac{x_1}{z_1} - z_1^2 \arctg \frac{x_2}{z_1} - z_2^2 \arctg \frac{x_1}{z_2})]$$

Выберем Δx настолько малым, что плотность во всех точках каждого цилиндра можно считать постоянной, затем просуммируем гравитационное поле от каждого из этих цилиндров, в каждом пикете, воспользовавшись последним равенством.

Очевидно, что при этом целесообразно для каждого пикета, в каждом слое выбрать окно суммирования. Это значит, что нужно выбрать в каждом слое непрерывную последовательность цилиндров, влияние которых на гравитационное поле, регистрируемое данным пикетом существенно, отброшенные при этом остальные цилиндры в каждом слое – это те цилиндры, влияние которых практически не регистрируется данным пикетом. Координата каждого пикета при этом будет серединой окна суммирования для всех слоев.

Обозначим функцию в равенстве (1) для каждого цилиндра соответственно так:

$$\psi_{jil} = \psi(x_{1jil}, x_{2jil}, z_{1jil}, z_{2jil})$$

где x_{1jil} , x_{2jil} , z_{1jil} , z_{2jil} – координаты вершин прямоугольников (являющихся проекциями цилиндров на плоскость ХОZ). При этом j -номер пикета, в котором рассчитывается сумма вертикальных составляющих от каждого выбранного для

расчета цилиндра, i -номер слоя, l -номер цилиндра в окне суммирования, m число цилиндров в окне суммирования. Тогда сила тяжести в j -м пикете от i -го слоя может быть представлена, в виде

$$G_{ji} = f \rho_{il} \sum_{l=1}^m \left(\frac{V_i(x_{jl})}{V_{il}(x_{jl})} \right)^{ki} \Psi_{jil} \quad (2)$$

где x_{jl} – горизонтальная координата середины l -го цилиндра в том окне суммирования, которое относится к j -му пикету. Пусть мы уже выбрали такое окно суммирования и разбиение среды на цилиндры, что дальнейшее увеличение окна суммирования и дальнейшее разбиение среды не приведет к существенному изменению G_{ji} , являющейся функцией от одной переменной k_i .

В работе [2] рассматривается слоистая геологическая среда. Каждый слой разбивается на горизонтальные цилиндры, причем поперечными сечениями этих цилиндров, лежащими в плоскости XOZ , будут криволинейные трапеции. Если x' и x'' координаты верхней и нижней сторон какой-либо трапеции, то эта трапеция ограничена ординатами $x=x'$ и $x=x''$, и глубинами верхней и нижней границы i -го слоя $h_i(x)$ и $h_{i+1}(x)$.

Для каждого такого цилиндра нижнюю и верхнюю границы пласта можно достаточно точно аппроксимировать линейными или квадратичными функциями от x $z_1(x)$ и $z_2(x)$. Именно это и происходит при построении границ по отдельным их значениям, при помощи соответствующих алгоритмов сглаживания.

Автором доказано, что сумму (2), выражающую гравитационное поле приближенно, можно заменить интегралом

$$G_{ji} = f \rho_{il} \int_{-x}^x \left(\frac{V_i(x)}{V_{il}(x)} \right)^{ki} f(x) dx,$$

выражающим точно гравитационное поле, где

$$f(x) = \frac{z_1(x)^2 - z_2(x)^2}{2x(x^2 + z_2(x)^2)} + \ln \frac{x^2 + z_2(x)^2}{x^2 + z_1(x)^2} + 2 \cdot \left(\frac{z_2(x)^3}{x^2 + z_2(x)^2} - \frac{z_1(x)^3}{x^2 + z_1(x)^2} \right),$$

$z_1(x)$ и $z_2(x)$ верхняя и нижняя границы пласта.

Здесь x_{jl} заменено x -м, так как при $\Delta x \rightarrow 0$ $x_{jl} \rightarrow x$, $\Delta x = x_2 - x_1$. Пределы интегрирования $-x$ и x – это координаты начала и конца окна суммирования в системе координат OX , с началом находящимся в j -м пикете. Середина окна суммирования находится также в начале координат.

Этот интеграл точно выражает гравитационное поле и может быть вычислен с любой наперед заданной точностью, например, при помощи алгоритма многоугольников-трапеций [3]. Тем самым учитывается конкретная функциональная зависимость между плотностью и горизонтальной координатой x , а также зависимость между верхней и нижней границей и той же координатой.

Литература

1. Веселов К. Е., Сагитов М. У. Гравиметрическая разведка. //М., 1968.
2. Рожков А.С. Численное решение задачи определения плотности в слоистой геологической среде с использованием аномалии силы тяжести и сейсмических данных. Конференция «Нефть и газ арктического шельфа 2006»
3. Вержбицкий В. М. Основы численных методов: Учебник для вузов//М.: Высшая школа 2002.

ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ КАК ПРЕДВЕСТНИК ОЧЕРЕДНОГО ГЛОБАЛЬНОГО ПОХОЛОДАНИЯ

Будовый В.И., Хорозов С.В., Медведев В.А. (г. Калининград, ООО «Фирма HSoft», hsoft@baltnet.ru), **Белоголов В.С.** (МГТУ, каф. информат. систем и прикладной математики, vlastebel@yandex.ru)

Abstract. The modelling was performed on the basis of physical-statistical model, which is based on a concept of solar activity influence on greenhouse effect through some physical mechanism. The model outcomes allow to suggest that the growing carbon dioxide concentration is not the reason for the recent warming, which can be changed to cooling in the near future in spite of the fact that concentration of this gas will still be rising.

1. Изменения климата и их гипотетическое объяснение

Глобальное потепление и связанные с ним изменения климата вызывают всеобщее беспокойство, однако ошибки в понимании причин изменений и в оценке будущих тенденций могут привести к более серьезным проблемам. Под «изменением климата» в последнее время часто понимается изменение антропогенное. Не ясно только, насколько оно значимо. В данной работе предпринята попытка объяснить происходящие глобальные климатические изменения влиянием естественных факторов. По отношению к климатической системе их можно разделить на внутренние (параметры Земли как планеты с циркуляцией атмосферы и океана) и внешние (процессы на Солнце и в Солнечной системе, изменения параметров орбиты Земли). В долгопериодные (десятки и сотни тысяч лет) колебания климата наибольший вклад вносят, по-видимому, последние, по теории М. Миланковича (1), согласно которой угол наклона земной оси к эклиптике изменяется с периодом около 41 тыс. лет, прецессия земной оси имеет средний период около 21 тыс. лет, эксцентриситет земной орбиты имеет два периода: «стотысячелетний» (от 93 до 136 тысяч лет) и около 413 тысяч лет, а эпохи оледенения начинаются при минимуме инсоляции или при максимальном эксцентриситете и минимальном наклоне земной оси, а в силу прецессии оси лёд, образовавшийся зимой, не успевает растаять летом.

Теория Миланковича была разработана в 1913 г. и климатологи долгое время считали, что вариации инсоляции, вызываемые возмущениями земной орбиты, слишком слабы, чтобы быть причиной возникновения и прекращения ледниковых эпох, однако названные выше периоды были подтверждены данными палеоокеанологии (2, 3, 4-6). Несколько позже были получены и доказательства влияния изменений орбитального движения Земли на климатические условия в тропиках, в частности, на муссоны (7, 8, 9) и зависимости количества атмосферных газов CO_2 и CH_4 от астрономических циклов в колонках ледникового льда, добытых бурением в Гренландии и Антарктиде (10, 11).

Однако теория Миланковича не объясняет сравнительно короткопериодных колебаний климата: в прошедшем тысячелетии это были два значительных потепления 11-13 веков и в конце тысячелетия и малый ледниковый период 15-17 веков. На интервалах 1000 лет и менее приобретают значение факторы соответствующих периодов: изменения инсоляции и солнечная активность, а также непериодические факторы: вулканическая деятельность, аэрозоли вообще, антропогенные воздействия и т.п. Изменения инсоляции для объяснения названных колебаний климата, по-видимому, недостаточны (12). По оценкам (13) их энергетический вклад не превышает $0,5 \text{ Вт/м}^2$, от вулканической же деятельности он на порядок больше. Однако связь

между индексом вулканической деятельности и различными реконструкциями глобальной температуры (-0,15--0,28) значительно слабее, чем в случае солнечной активности (0,65-0,90), например, для средних значений солнечной активности и реконструированных температур Центральной Англии (14) и Китая (15). Исследованию влияния солнечной активности на климат посвящены многие работы; в частности, в (16) обнаружена очень тесная корреляция температуры с длительностью циклов солнечной активности в 19-20 вв. В то же время отмечается отсутствие линейной связи между температурой и солнечной активностью в 11-летнем цикле (17, 18, 19). На сравнительно коротких отрезках времени порядка 11 лет и менее, действительно, трудно ожидать тесной связи между этими параметрами хотя бы потому, что существует мощное стабилизирующее воздействие Мирового океана (20).

2. Предположение о гелиообусловленности парникового эффекта. Постановка задачи

Несмотря на то, что прямой суммарный энергетический вклад изменений солнечной активности мал (13), между ней и температурой имеется достаточно тесная связь (16), и можно предположить наличие механизма влияния солнечной активности на эффективное излучение Земли, приводящего к усилению парникового эффекта. Однако оценка такого влияния в работе (13) не приводится. Но если оно существует, то его можно смоделировать и получить объяснение современного потепления климата естественными факторами. Это принципиально важно для понимания причинно-следственных связей климатических изменений масштаба 1000 лет и менее. Существующие модели, достаточно детально и хорошо описывающие многие физические процессы, ситуацию не проясняют.

Если предполагать, что изменение солнечной активности приводит к изменению парникового эффекта и к нагреванию или охлаждению системы «океан-атмосфера» в целом, происходящим с некоторой задержкой из-за её инерционности, то изменение этого состояния повлечёт за собой изменение режима общей циркуляции в атмосфере и океане, в результате чего изменятся и климатические параметры, включая приземную температуру.

Спутниковые измерения в периоды минимума и максимума солнечной активности обнаружили значительные колебания интенсивности солнечного излучения в ультрафиолетовой области спектра на порядок и более (21). Известны эксперименты по облучению в камере Вильсона паров воды с концентрацией, близкой к насыщению, в результате чего там образовывался туман (12). Можно попытаться распространить этот эффект на верхнюю атмосферу и считать, что интенсивность ультрафиолета приводит едва ли не к экспоненциальному росту конденсации в верхних слоях атмосферы и, соответственно, к уменьшению её прозрачности по отношению к тепловому излучению Земли. В самом деле, при высокой солнечной активности количество перистых облаков растёт, причём происходит это в обоих полушариях в среднем на 0.25-0.5 балла, что может привести к снижению эффективного излучения Земли на 1-2 % (12, 21, 22). Таким образом, повышение солнечной активности, приводя к росту конденсации водяного пара в верхних слоях атмосферы, и усиливая парниковый эффект, увеличивает общее теплосодержание в системе «океан-атмосфера» и, соответственно, интенсифицирует или гасит циркуляцию в системе. В результате изменяется приземная температура воздуха.

3. Сущность разработанной модели

Для моделирования этого механизма использовалась упрощённая нульмерная теплораспределительная модель, в которой система «океан-атмосфера» представлена в виде трёх слоёв с различными свойствами (23-26).

4. Исходные уравнения и их параметризация

Исходная система уравнений теплового баланса так же изложена в (23-26). Параметризация модели производилась с поэтапным уточнением по методу Монте-Карло при условии наибольшего соответствия (минимум суммы квадратов разностей) моделируемых значений фактическим значениям глобальной температуры. Определение коэффициентов (адаптация модели) производилось для диапазона условий, существовавших в период наблюдений, на интервале 1862-1985 гг. Сценарий развития солнечной активности построен по наблюдениям чисел Вольфа за последние 300 лет и по данным анализа кернов льда Гренландии и Антарктиды на содержание изотопа ^{10}Be за предшествующую тысячу лет (13, 20).

5. Верификация

Построенная модель удовлетворительно описывает тренд температуры без учёта роста концентрации CO_2 в период с 1986-2005 гг., высокочастотные годовые колебания и главные климатические события истекшего тысячелетия: потепление в XII-XIII вв. и в конце периода и малый ледниковый период XV-XVII вв.

6. Результаты

Сравнение результатов моделирования с восстановленными температурами Центральной Англии и Китая показало, что они тесно связаны с эффективными температурами: первая - среднего слоя модели, T_m ($r=0.71$), а вторая - верхнего слоя, T_e ($r=0.83$). Данный результат согласуется с географическим положением и циркуляционными особенностями регионов. Кроме того, с T_m оказалась связана и концентрация CO_2 в атмосфере в миллионных долях объёма (ppmV). Последняя приблизительно экспоненциально растёт в 1600-2000 гг., в значениях T_m имеются частные максимумы около 1640, 1800, 1875, 2000 гг. Как было отмечено, T_m соответствует температуре деятельного слоя Мирового океана. Фактические данные о концентрации углекислого газа определены различными методами: в последние десятилетия - измерениями обсерватории Мауна Лоа на Гавайях, для более ранних лет - анализом пузырьков воздуха в кернах ледников. Величина ежегодных приращений CO_2 , т.е. скорость роста концентрации углекислого газа в атмосфере в общем пропорциональна росту температуры океана в последние столетия, включая приблизительное повторение частных максимумов T_m . Для CO_2 это 1640, 1780, 1890-1920, 1990 гг., а это может означать, что изменение концентрации CO_2 является не столько причиной, сколько следствием глобального потепления, тем более, что связь между концентрацией CO_2 и скоростью изменения температуры - фактической глобальной T_{gl} и модельной T_m отсутствует.

Выводы

Из полученных результатов следует, что, во-первых, построенная модель не противоречит крупномасштабным физическим процессам в системе «океан-атмосфера», во-вторых, предположение гелиообусловленности парникового эффекта переводит потепление 20-го столетия в категорию процессов, управляемых естественными причинами, и рост концентрации CO_2 в атмосфере имеет также естественные причины - за счёт освобождения углекислого газа из океана. В-третьих,

если принятая концепция представленной модели верна, то в ближайшие 5-20 лет глобальное потепление может смениться глобальным похолоданием, несмотря на то, что концентрация углекислого газа в атмосфере может продолжать повышаться, хотя и медленнее. При этом похолодание в различных регионах мира начнётся в разное время.

Литература

1. Миланкович М. Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата. М.-Л.: ГОНТИ. 1939. 207 с.
2. Hays, J.D. and Imbrie J. Variations in the Earth's Orbit: Pacemaker of the Ice Ages. *Science*, v. 194, N. 4270, 1976.
3. HadCRUT2(v) monthly and annual regional averages from 1870 onwards, 2005. Data, (<http://www.metoffice.gov.uk/research/hadleycentre/obsdata/globaltemperature.html>).
4. Imbrie, J. and 17 others. On the structure and origin of major glaciation cycles. 1. Linear responses to Milankovitch forcing. *Paleoceanography*, 7, 701-738, 1992a.
5. Imbrie, J. Editorial: A good year for Milankovitch. *Paleoceanography*, 7, 687-690, 1992b.
6. Imbrie, J., Mix, A. C. and Martinson, D. G. Milankovitch theory viewed from Devils Hole. *Nature*, 363, 531-533, 1993.
7. Anderson, D.M. and Prell, W.L. A 300 Kyr record of upwelling off Oman during the late Quaternary: evidence of the Asian Southwest Monsoon. *Paleoceanography*, 8, 193-208, 1993.
8. Clemens, S., Prell, W., Murray, D., Shimmield, G. and Weedon, G. Forcing mechanisms of the Indian Ocean monsoon. *Nature* 353, 720-725, 1991.
9. Jarvis, D. J. Pollen evidence of changing Holocene monsoon climate in Sichuan Province, China, *Quaternary Research*, 39, 325-337, 1993.
10. Eddy, J., 1976. The Maunder Minimum. *Science*, 192, 1189-1202.
11. Keeling, C. D. and Whorf, T.P., 2001. Atmospheric CO₂ records from sites in the SIO air sampling network. Data for modeling, (<http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/co2/contents.htm>).
12. Борисенков Е.П., Пасецкий В.М. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы. – М: Мысль. 1988. 523 с. (Гл. II: Климат нашей эры. Естественные причины изменения климата и формирования климатических экстремумов. С. 31-119)
13. Crowley, T. J., 2000. Causes of climate change over the past 1000 years. *Science*, 289, 270-277.
14. Houghton, J., 1997. *Global Warming*. Cambridge university press, 3-61.
15. Ing, A., Johnson, K. R. and Yafeng, S., 2002. Temperature Variation in China During the Last Two Millennia. Data, (<http://wdc.obs-mip.fr/paleo/recons.html>)
16. Etheridge, D.M., Steele, L.P., Langenfelds, R.L., Francey, R.J., Barnola, J.M. and Morgan, V.I. Historical CO₂ records from the Law Dome DE08, DE08-2, and DSS ice cores. Data for modeling, (<http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/co2/contents.htm>), 2001.
17. D'Aleo B. J. Quieter, longer solar cycle number 23 could signal significant climate shift. Chief WSI/Intellicast Meteorologist, 2000.
18. Damon, P.E., Jirikowic, J.L., 1992. The Sun as a low-frequency harmonic oscillator. *Radiocarbon*, 34, 199-205.
19. Gleissberg, W., 1944. A table of secular variations of the solar cycle. *Terr. Magn. Atmos. Electr.*, 49, 243-244.
20. Usoskin I. G., Solanki S. K., Schuessler M., Mursula K., Alanko K. A Millennium Scale Sunspot Number Reconstruction: Evidence For an Unusually Active Sun Since the 1940's. *Phys.Rev.Lett.*, V. 91, 211101, 2003.
21. Obayashi, T., 1962 Propagation of solar corpuscles and interplanetary magnetic fields. *J.*

- Geoph. Res, v. 67, N. 5, 463-485.
22. Svensmark, H., Friis-Christensen, E. Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage: A missing link in solar-climate relationships. *J.Atmos.Sol.Terr.Phys.*, 59, 1225-1232, 1997.
 23. Budovy, V. I., Khorozov, S. V., Medvedev, V. A., Belogolov, V. S., 2004. Fluctuations of solar activity – main climate-formation factor on a millennium scale. *Atmosphere Radiation International Symposium of UIS (ISAR-04)*, Materials of the report, (<http://www.rrc.phys.spbu.ru>), S.Petersburg, Russia.
 24. С. В. Хорозов, В. И. Будовый, В. А. Медведев. В. С. Белоголов Моделирование современных колебаний климата в предположении о гелиозависимости парникового эффекта. – Препринты // Витязь 2005: Гидрометеорологические наблюдения. / Атлантическое отделение института океанологии им. П. П. Ширшова Российской Академии наук. Музей Мирового океана. – Россия, Калининград, 2005, с. 289-298.
 25. Будовый В. И., Хорозов С. В., Martin I. M., Медведев В. А., Белоголов В. С. Физико-статистическое моделирование параметров системы «океан-атмосфера» в предположении гелиозависимости парникового эффекта. Долгосрочный прогноз эпизода La-Niña, состоявшегося зимой 2005-2006 гг. – Материалы Международной научно-технической конференции «Наука и образование-2007». Россия, Мурманск, 4-13 апреля 2007 г. – Россия, Мурманск: МГТУ, 2007, с. 304-311.
 26. Будовый В. И., Хорозов С. В., Martin I. M., Медведев В. А., Белоголов В. С. Глобальное перераспределение годового количества осадков под влиянием солнечной активности и космических лучей. – Материалы Международной научно-технической конференции «Наука и образование-2007». Россия, Мурманск, 4-13 апреля 2007 г. – Россия, Мурманск: МГТУ, 2007, с. 312-319.

К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЕНИИ ДОСТУПНОЙ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ И ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ОЗОНА ПРИ ЦИКЛОГЕНЕЗЕ

Белоголов В.С. (МГТУ, каф. информац. систем и прикладной математики, vlastebel@yandex.ru)

Abstract. Available potential energy and total ozone content variations before the cyclone origin are presented and may be used for the weather forecast.

В настоящей работе рассматривается изменение доступной потенциальной энергии (ДПЭ) и временной ход общего содержания озона (ОСО) над Северо-Европейским бассейном при возникновении циклонов. Цель работы - выяснить поведение ДПЭ при циклогенезе и уточнить некоторые стороны динамики озона, связанные с атмосферной циркуляцией.

Концепцию доступной потенциальной энергии сформулировал ещё в начале века в работе, посвящённой энергетике циклонов, Маргулес, когда впервые в 1903 г. отметил, что только часть полной потенциальной энергии жидкости (гравитационная потенциальная плюс внутренняя) может быть превращена в её кинетическую энергию. Эту часть он назвал доступной кинетической энергией (1).

Лоренц (2, 3) впервые ввёл термин доступной потенциальной энергии атмосферы, определив ДПЭ как превышение фактической полной потенциальной энергии (энергии, «возбуждённого» состояния) над её полной потенциальной энергией после адиабатической перестройки полей, в результате которой атмосфера приходит в состояние гидростатической устойчивости (любой параметр зависит только от расстояния до центра Земли), т.е. над энергией «выровненного» состояния. При этом замкнутость системы предполагалась у обоих авторов как адиабатическая, так и механическая. Итак, ДПЭ определяется как количество полной потенциальной энергии, максимально возможное для превращения в кинетическую энергию движения воздушных масс в рассматриваемой замкнутой системе (1-6).

Величина ДПЭ по Лоренцу (2, 3) определяется формулой:

$$\bar{A} = \frac{1}{2S} \int_{(S)} \int_0^{\bar{P}_0} \frac{1}{T(\gamma_\alpha - \gamma)} (T')^2 dPdS, \quad (1)$$

где \bar{A} - средняя ДПЭ «единичного» (площадь поперечного сечения равна единице) столба атмосферы из рассматриваемого замкнутого объёма (т.е. слоя от поверхности Земли до верхней границы атмосферы), ограниченного некоторой площадью; (S) - площадь, по которой ведётся интегрирование, т.е. площадь основания объёма;

\bar{T} - средняя по всему объёму температура воздуха;

T' - отклонения средней температуры «единичных» столбов атмосферы в точках от средней температуры всего объёма (слоя);

\bar{P}_0 - среднее давление у подстилающей поверхности в регионе (в основании объёма);

γ_α - сухоадиабатический градиент температуры поднимающейся частицы воздуха;

γ - средний по площади вертикальный градиент температуры воздуха.

После Лоренца ряд авторов рассчитывали ДПЭ различными способами, либо предлагая свои формулы (в соответствии с целями, для которых вычислялась ДПЭ (6),

в зависимости от требуемой точности (7), в зависимости от наличия определённых исходных данных (8-9), либо вводя поправки в формулу Лоренца (например, на дефицит гидростатичности с целью повышения точности вычислений ДПЭ по региону (8)).

Исследования энергетики циклогенеза и связи ОСО с различными типами воздушных масс проводились в работах (10, 11, 12, 13), но в ином аспекте и с другими целями.

Для вычисления ДПЭ в данной работе использована приближённая формула Лоренца. Исходные данные снимались с аэросиноптического материала и брались с пунктов озонметрической сети. Попутно следует заметить, что получаемые значения ДПЭ имеют важное преимущество перед другими характеристиками атмосферы: они позволяют малым числом параметров (значений ДПЭ) характеризовать атмосферные процессы на больших площадях.

Согласно волновой теории, подавляющее большинство подвижных термически асимметричных циклонов внетропических широт возникает на тропосферных фронтах, т.е. в областях глубоких барических ложбин. Исходя из этого, изменения ДПЭ воздушных масс исследовались именно в этих областях. При этом делалось предположение замкнутости системы и расчёты проводились по формуле (1), приведённой к конечно-разностному виду и выражающей ДПЭ через геопотенциал. Следуя ряду авторов, по аналогии с расчётной формулой ДПЭ, введём величину \bar{A} , назвав её ДПЭ циклона. Приближённая формула расчёта ДПЭ для слоя атмосферы между двумя изобарическими поверхностями в этом случае имеет следующий вид (9):

$$\bar{A} = \frac{1}{2RN(\gamma_\alpha - \gamma)} \frac{P_k - P_{k+1}}{\ln\left(\frac{P_k}{P_{k+1}}\right)} \sum_{i,j=1}^N \frac{[(H_{k+1} - H_k) - (\overline{H_{k+1} - H_k})]^2}{(H_{k+1} - H_k)} i, j, \quad (2)$$

где R - удельная газовая постоянная сухого воздуха;

N - количество узлов регулярной сетки, с помощью которой снимаются данные с карт;

P_k, P_{k+1} - давления на нижнем и верхнем уровнях стандартных изобарических поверхностей (границах слоя);

H_k, H_{k+1} - геопотенциальные высоты в конкретных точках соответствующих стандартных изобарических поверхностей;

i, j - безразмерные координаты или номера точек регулярной сетки.

Как видно из формулы (2), ДПЭ в этом случае определяется дисперсией геопотенциала или, что то же самое, распределением неоднородностей температуры в рассматриваемом слое. Существенный же вклад озона в температурный режим атмосферы общеизвестен.

Следует также заметить, что Дж. Лондон (10) уже подробно описал три соответствующих «гребня» озона (области повышенных его значений X), которые он связал с ложбинами пониженного давления на картах геопотенциала уровня 200 гПа (около 11 км). Такие ложбины имеются над северо-востоком Азии и Северной Америки и над Центральной Европой.

Какие изменения ДПЭ предшествуют образованию из волны молодого циклона? Как ведёт себя при этом озон? Как связаны эти факторы с циклогенезом? Можно ли использовать их в прогностических целях? Для ответа на эти вопросы были исследованы области глубоких барических ложбин по слоям от земли до изобарической поверхности 200 гПа. Синоптический срок t_0 , в который отмечалось оформление у земли первой замкнутой изобары, принимался за начальный (нулевой) момент образования циклона. Расчёт значений ДПЭ выполнялся с шагом по времени,

равным 12 часам, за интервалы 3 суток до образования и 1 сутки после образования циклона. Исходные данные (давление у земли, где геопотенциал принимался равным нулю, и геопотенциал на стандартных изобарических поверхностях 850, 700, 500, 300, 200 гПа) снимались с карт барической топографии в узлах регулярной сетки (7x7 узлов) с шагом 300 км. Изменения ДПЭ в регионе рассчитывались по 6 квадратам: 4-м квадрантам (I-IV) декартовой системы координат с центром в точке пересечения оси высотной барической ложбины с осью струйного течения, в центральном квадрате (V) и по всему региону (VI), охватывающему площадь 2100x2100 км².

Было рассмотрено 20 случаев образования циклонов за период с 1971 г. по 1990 г. для различных сезонов. Типичный пример полученных результатов представлен в табл. 1 для циклона, образовавшегося 9 июля 1982 г. на севере Скандинавии.

Анализ полученных результатов сводится к следующему.

В слое P₀ - 850 гПа как по всему региону, так и в отдельных его частях за 24-48 часов до образования у земли первой замкнутой изобары в ходе ДПЭ наблюдается «всплеск». При этом величина ДПЭ возрастает в 3-5 раз по сравнению с её предшествующими значениями. Максимальный рост ДПЭ в большинстве случаев отмечается за 36 часов до образования циклона, а затем происходит падение ДПЭ до предшествующих росту значений. Минимальные значения ДПЭ приходятся на момент образования у земли первой замкнутой изобары. Это можно объяснить тем, что при возникновении циклонической циркуляции у земли ДПЭ расходуется, превращаясь в кинетическую энергию. Наиболее существенные изменения ДПЭ отмечены в передней части ложбины и по региону в целом.

В последующие за моментом образования циклона сроки происходит увеличение ДПЭ в вышележащих слоях: сначала в слое 850-700 гПа, затем в слое 700-500 гПа, однако со сдвигом по времени в 12 часов.

В слое 850-700 гПа максимальный рост ДПЭ наблюдается за 12-24 часа до образования циклона, а минимальные значения за 24-36 часов. Преобладающие сроки наступления максимума, а также квадраты с наибольшими изменениями выделить в этом случае не удалось.

В слое 700-500 гПа максимумы ДПЭ по различным квадратам наблюдаются за 48-60 часов до образования циклона. Максимальный рост ДПЭ приходится на 12-часовой период, предшествующий циклонообразованию, а минимальные её значения наблюдаются преимущественно за 24-36 часов.

Относительно наибольших изменений ДПЭ можно сказать, что они приблизительно одинаковы во всех квадратах. Сроки наступления максимума в нижележащем слое 850-700 гПа выяснить также не удаётся, т.к. картина довольно разнообразна.

Слой 500-300 гПа представляет наибольший интерес с различных точек зрения. Во-первых, с прогностической, т.к. максимум ДПЭ в нём выражен гораздо лучше, чем в других слоях и наблюдается за 36-60 часов до образования циклона. При этом «пик» наблюдается во всех квадратах у подавляющего большинства циклонов. Последнее обстоятельство представляет интерес с прогностической точки зрения (хотя нуждается в проверке на более обширном материале) в оперативной практике, ибо расчёт ДПЭ весьма прост при наличии любой вычислительной техники. Максимальный рост ДПЭ происходит за 48-60 часов до образования циклона. Наиболее существенные перепады в ходе величины ДПЭ наблюдаются в этом слое в центральной и передней частях барической ложбины.

Слой 300-200 гПа с прогностической точки зрения менее показателен, т.к. до образования циклона ДПЭ в нём существенно не меняется. Здесь следует отметить, что максимальные изменения ДПЭ как по региону в целом, так и в различных его частях

наблюдаются непосредственно в 12-часовом интервале перед возникновением циклона, а ДПЭ при этом возрастает за 12-24 часа на 2-3 порядка по сравнению с предшествующими значениями.

В рассматриваемых синоптических ситуациях представляют интерес и изменения ОСО. Полярный тип распределения его в этом регионе, характеризующийся мощным низким слоем (от 8 до 20 км) с максимумом на 15 км (12) и крайней изменчивостью, ведёт себя тем не менее весьма определённо. А именно: количество озона уменьшается за 3-4 суток до образования циклона на 30-50 е.Д., после чего возрастает на 20-50 е.Д. (табл.1). Физически это можно объяснить подъёмом приземного, бедного озоном воздуха в начале периода и последующим «обвалом» арктического воздуха с повышенным содержанием озона в нём (13). Впрочем, в этом могут участвовать и другие механизмы (кислородный, водородный, азотный и галоидный циклы, сток у поверхности и пр.), но в существенно меньшей степени.

Таблица 1. Изменение ОСО при циклогенезе 5-10 июля 1982 г. на ст. Мурманск

Заблаговременность, часы	to - 96	to - 72	to - 48	to - 24	to	to + 24	to + 48
Дата	05.07.82	06.07.82	07.07.82	08.07.82	09.07.82	10.07.82	11.07.82
ОСО, е.Д.	333	305	303	297	290	329	

Выводы

1. Анализ полученных результатов даёт основание предполагать наличие асинхронной связи между изменениями ДПЭ в регионе и образованием в нём циклонов, если в качестве момента образования циклона выбрать срок оформления у земли первой замкнутой изобары.

2. Вышеупомянутая связь может быть использована для прогноза возникновения циклонов в интересующих синоптиков-прогнозистов районах, поскольку указанные изменения происходят до образования циклонов.

3. Отмеченные особенности поведения озона при циклогенезе существенно дополняют как физическую картину процесса образования циклонов, если при этом учитывать вклад озона в этот процесс, так и механизм формирования озонного профиля тропосферными барическими образованиями.

Литература

1. Margules M. Über die Energie der Stürme. - Jahrb. Zentralans talt. Meteorologie, 1903, 40.
2. Lorenz E. Available potential energy and the maintenance of the general circulation. - Tellus, 1955, vol. 7, 157-167.
3. Лоренц Э. Природа и теория общей циркуляции атмосферы. - Л., Гидрометеиздат, 1970, с. 161-186.
4. Мигем Ж. Энергетика атмосферы. - Л., Гидрометеиздат, 1977, с. 178-237.
5. Пинус Н.З. Доступная потенциальная энергия в атмосфере и её превращение в кинетическую энергию. - Метеорология и гидрология, 1982, № 4, с. 106-116.
6. Борисенков Е.П. Теория расчёта некоторых энергетических характеристик состояния атмосферы. - Труды Аркт. и антаркт. НИИ, 1966, т. 279, с. 5-13.
7. Вакалюк Ю.В. Об оценке доступной потенциальной энергии в изобарической системе координат. - Изв. АН СССР, Физика атмосферы и океана, 1980, т. 16, № 4, с. 360-367.

8. Dutton J., Johnson D. The theory of available potential energy and variational approach to atmospheric energetics. - *Advan. Geophys.*, 1967, vol. 12, 333-436.
9. Белоголов В.С. Изменение доступной потенциальной энергии в атмосфере при циклогенезе. - В сб.: Опасные для полётов метеорологические явления и безопасность полётов воздушных судов. - Л., Изд-во ОЛАГА, 1984, с. 78-82.
10. London J. The distribution of total ozone over the northern hemisphere. *Monog. UGGI № 19 Proc. Ozone Symp. Arosa, 1961, Paris, 1963, p. 46-47.*
11. Куражов В.К. Расчёт и использование значений полезной потенциальной энергии для прогноза перемещения барических образований. - *Труды Аркт. и антаркт. НИИ*, 1972, т. 313, с.100-104.
12. Бекарюков В.И., Захаров Г.Р. Широтно-сезонное распределение парциального давления озона над северным полушарием. - *Труды ЦАО*, 1978, вып. 140, с. 100-110.
13. Шаламянский А.М., Ромашкина К.И. Распределение и трансформация общего содержания озона в различных воздушных массах. - *Изв. АН СССР, Физика атмосферы и океана*, 1980, т. 16, № 12, с. 1258-1267.

СЕКЦИЯ
«ХИМИЯ»

Секция «Химия»

БЕЗЫМЯНОВА Ю.А., СКИБА Г.С. Аппроксимация политермы растворимости в системе $\text{NaCl} - \text{ZrOCl}_2 - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$	275
ВАСЁХА М.В., МОТОВ Д.Л. Исследования по развитию технологии выделения сульфата железа(ii) в медно-никелевой металлургии.....	278
ГАВРИЛОВА А.В., КИРИЛИН А.Д., КОРОБОВА Е.А., БЕЛОВА Л.О. Синтез γ - (трифторпропил)метилдиметоксисилана – исходного сырья при получении кремнийорганических гидрофобизаторов.....	279
ГЛЫЗИНА Т.С. Определение микроколичеств висмута в природных объектах	281
СИСТЕР В.Г., АБРАМОВ О.В., ГРИДНЕВА Е.С. Применение ультразвука для очистки нефтепродуктов.....	283
ДОЛГОПЯТОВА Н.В., НОВИКОВ В.Ю., ПУТИНЦЕВ Н.М. Применение метода инфракрасной спектрофотометрии для определения степени деацетилирования хитозана	285
ЖНЯКИНА Л.Е., ФАХЕРТДИНОВА Л.И., ТКАЧЕНКО М.Л., МОЩЕНСКИЙ Ю.В., ЛОСЕВА М.А. Исследования фазовых равновесий в системе «индометацин – никотинамид» методом дифференциальной сканирующей калориметрии.....	289
ЗИНОВЬЕВА А.Б., ПУТИНЦЕВ Н.М. Расчет избыточных термодинамических функций жидкой воды.....	292
КОЧАНОВСКАЯ Е.В. Количественное определение содержания нитратов и нитритов фотометрическим и ионометрическим методами	296
МАКЕЕВ А.К. Естественная система элементов материи вместо периодической системы элементов	300
ПУТИНЦЕВ Н.М., ПУТИНЦЕВ Д.Н. Эффективные заряды и поляризация вещества	304
САЧКОВА Е.И., ГОРЧАКОВ Э.В., МАЛИНОВСКАЯ Т.Д., ГЛЫЗИНА Т.С. Разработка методики оценки содержания серы в легированном селениде галлия.....	308
СНЕГЕРЕВА М.Н., НОВИКОВ В.Ю., КОНОВАЛОВА И.Н. Получение хондроитина сульфата из хрящевой ткани рыб и изучение его свойств.....	311
СТЕПАНОВА Н.В., КОНОВАЛОВА И.Н. Деполимеризация хитозана под действием ферментов гепатопанкреаса камчатского краба в условиях электрохимической обработки.....	314
ТАНГАНОВ Б.Б., БУБЕЕВА И.А., БАГАЕВА Т.В. Исследование теплопроводности неводных растворов электролитов в рамках плазмоподобной модели.....	315
ФУНТИКОВ В.А., ВОЛОШИНА А.А. Хронопотенциометрия стекол и исходных компонентов системы германий-мышьяк-теллур в растворах окислителей	319
ФУНТИКОВ В.А., ЮРЧЕНКО О.В. Определение содержания окислителей в водных растворах с помощью резистивных датчиков.....	323
ХАДЫКИНА Е.А. Изучение гетерогенных равновесий в системе $\text{CuSO}_4 - \text{Na}_2\text{SO}_3 - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$	326

ЧИГОРИНА Т.М., ГОРБУНОВ А.И., АРУТЮНЯНЦ А.А. Электролитные добавки для кислотных аккумуляторов на основе сульфированных 2,6-диалкилфенолов	328
ШАВЫРИНА О.А., ВВЕДЕНСКАЯ И.В. Долгосрочное моделирование и генезис горючих ископаемых	330

АППРОКСИМАЦИЯ ПОЛИТЕРМЫ РАСТВОРИМОСТИ В СИСТЕМЕ NaCl – ZrOCl₂ – HCl – H₂O

Безымянова Ю.А. (МГТУ, кафедра химии, e-mail: yuliyabez@mail.ru),
Скиба Г.С. (г. Апатиты, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья Кольского научного центра Российской Академии Наук им. И.В. Тананаева, e-mail: skiba@chemy.kolasc.net.ru)

Abstract. Studied solubility at the system NaCl – ZrOCl₂ – HCl – H₂O. There are systems of eutonic type. The solubility was considered into three slits with 18, 28, 33-percent hydrochloric acid at 25, 50 and 75 degrees above zero. It was spent approximating of surfaces solution saturated at sodium chloride and zirconium oxychloride. It was obtained polynomial equations of the solubilities polyterm.

Для оптимизации кристаллизационного разделения хлоридов натрия и циркония в соляно-кислотной технологии эвдиалитового концентрата ранее была изучена растворимость в четырехкомпонентной водно-солевой системе NaCl – ZrOCl₂ – HCl – H₂O. Система эвтонического типа, области кристаллизации выделяющихся солей зависят от концентрации HCl и температуры.

При приведении состава системы к 1 концентрационная фигура четырехкомпонентной системы, расположенная в декартовой системе координат, имеет вид тетраэдра и к ней могут быть применены уравнения аналитической и дифференциальной геометрии, векторной алгебры, значительно упрощающие изучение растворимости, а изотермы растворимости (линии или поверхности) могут представляться не только в виде табличных данных, но и в виде уравнений полиномов.

В четверной системе поверхность, выражающая составы растворов, насыщенных солью x , аппроксимируется квадратичным уравнением вида:

$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 + Dxy + Exz + Fyz + Gx + Hy + Iz + I = 0 \quad [1]$$

где x, y, z – концентрации трех компонентов в масс.долях.

Система NaCl – ZrOCl₂ – HCl – H₂O изучалась при трех температурах в трех разрезах, отвечающих концентрациям соляной кислоты 18, 28 и 33 (масс.%). С использованием полученных данных в трех разрезах при каждой температуре по специальной программе с использованием метода наименьших квадратов были найдены коэффициенты уравнения [1], описывающие поверхности растворимости, которые приведены ниже:

Для поверхности растворов, насыщенных NaCl

температура: 25°C	50°C	75°C
A= 80,04456210	A= 65,44149788	A= 68,82000915
B= 6,84508766	B= 2,18124673	B= -0,20084307
C= 9,59244951	C= 10,05494741	C= 10,42950894
D= 55,34239439	D= 24,51786470	D= 6,60681984
E= 47,59520858	E= 53,71695123	E= 55, 74801308
F= 17,31550036	F= 9,46744617	F= 2,45180998
G= -16,61076346	G= -16,54344359	G= -16,94719515
H= -5,81259058	H= -2,97121955	H= -0,67455648
I= -6,19060753	I= -6,36091000	I= -6,49239023
σ = 0,00177684	σ = 0,000507648	σ = 0,0032151

Подставив эти коэффициенты в уравнение [1] где x - концентрация NaCl в масс.%, y - концентрация $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$, z - концентрация HCl, получим уравнения изотерм растворимости при 25, 50 и 75°C в области кристаллизации хлорида натрия.

Аналогично проведена аппроксимация поверхности растворов насыщенных $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$, результаты приведены ниже:

температура: 25°C	50°C	75°C
$A= 19,58480326$	$A= 14,96853763$	$A= 1,70797340$
$B= 35,40117918$	$B= 11,17619233$	$B= 2,90833341$
$C= 12,10550747$	$C= 8,80917459$	$C= 9,25311158$
$D= 53,08591753$	$D= 33,73599863$	$D= 2,49670305$
$E= 13,82062606$	$E= 21,24076244$	$E= 8,31065114$
$F= 12,17927481$	$F= 21,72985110$	$F= 10,35621913$
$G= -6,32165079$	$G= -7,55253820$	$G= -2,69728625$
$H= -7,37519736$	$H= -7,63979002$	$H= -3,10239685$
$I= -6,82331634$	$I= -5,92093310$	$I= -6,10975914$
$\sigma = 0,000548145$	$\sigma = 0,000639557$	$\sigma = 0,000521991$

Подставив эти коэффициенты в уравнение [1], где x - концентрация $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ в масс.%, y - концентрация NaCl, z - концентрация HCl, получаем уравнения изотерм растворимости для области кристаллизации оксихлорида циркония при 25, 50 и 75°C.

Представляется важным получение уравнений поверхности растворимости не только для изотермических условий, но и политермических. В настоящее время не существует методов математического описания растворимости политермических диаграмм водно-солевых систем.

Ранее нами (1) было показано, что температурная зависимость растворимости индивидуальных солей может быть аппроксимирована с большей точностью с помощью полиномиальных уравнений низших степеней. Если возможно получение зависимости коэффициентов уравнения [1] от температуры, то возможно получение уравнения политермы растворимости для каждой кристаллизующейся соли. Полученные результаты могут быть использованы для вывода уравнений политерм растворимости систем любой размерности.

Нами проведена аппроксимация температурной зависимости коэффициентов уравнения [1] квадратичными полиномами, представленными ниже.

для поверхности растворов, насыщенных NaCl:

$$\begin{aligned}
 A_1(t) &= 112,629 - 1,663t + 0,014 \cdot t^2 \\
 B_1(t) &= 13,791 - 0,323t + 1,825 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 \\
 C_1(t) &= 9,042 + 0,024t - 7,035 \cdot 10^{-5} \cdot t^2 \\
 D_1(t) &= 99,08 - 2,008t + 0,01 \cdot t^2 \\
 E_1(t) &= 37,383 + 0,49t - 3,273 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 \\
 F_1(t) &= 25,996 - 0,364t + 6,659 \cdot 10^{-4} \cdot t^2 \\
 G_1(t) &= -17,149 + 0,031t - 3,769 \cdot 10^{-4} \cdot t^2 \\
 H_1(t) &= -9,199 + 0,146t - 4,358 \cdot 10^{-4} \cdot t^2 \\
 I_1(t) &= -5,981 - 9,141 \cdot 10^{-3} \cdot t + 3,106 \cdot 10^{-5} \cdot t^2,
 \end{aligned}$$

для поверхности растворов, насыщенных $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$:

$$\begin{aligned}
 A_2(t) &= 15,557 + 0,334 \cdot t - 6,915 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 \\
 B_2(t) &= 75,583 - 1,926 \cdot t + 0,013 \cdot t^2 \\
 C_2(t) &= 19,142 - 0,356 \cdot t + 2,992 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 \\
 D_2(t) &= 60,546 - 0,061 \cdot t - 9,512 \cdot 10^{-3} \cdot t^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_2(t) &= -13,95 + 1,518 \cdot t - 0,016 \cdot t^2 \\
 F_2(t) &= -18,296 + 1,637 \cdot t - 0,017 \cdot t^2 \\
 G_2(t) &= 0,995 - 0,414 \cdot t + 4,869 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 \\
 H_2(t) &= -2,309 - 0,299 \cdot t + 3,842 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 \\
 I_2(t) &= -8,817 + 0,102 \cdot t - 8,73 \cdot 10^{-4} \cdot t^2
 \end{aligned}$$

Таким образом, при подстановке в уравнение вида

$$A(t)x^2 + B(t)y^2 + C(t)z^2 + D(t)xy + E(t)xz + F(t)yz + G(t)x + H(t)y + I(t)z + I = 0$$

найденных температурных зависимостей коэффициентов $A, B, C, D, E, F, G, H, I$ (где x, y, z – концентрации солей в масс. долях), получаем искомые уравнения политермы растворимости системы $\text{NaCl} - \text{ZrOCl}_2 - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$. Политермическое уравнение эвтонической линии определяется уравнением аналогичного вида, коэффициенты которого определяются разностью соответствующих коэффициентов двух политерм: для $A - (A_1 - A_2)$, для $B - (B_1 - B_2)$ и т.д.

Литература

1. Воскобойников Н.Б., Скиба Г.С. Описание политермических диаграмм растворимости. ЖНХ.1991.Т.36.Вып.12.С.3172-3175

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАЗВИТИЮ ТЕХНОЛОГИИ ВЫДЕЛЕНИЯ СУЛЬФИТА ЖЕЛЕЗА(II) В МЕДНО-НИКЕЛЕВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Васёха М.В. (МГТУ, кафедра химии; E-mail: Vasyoha@rambler.ru),

Мотов Д.Л. (Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН)

Проведено исследование физико-химических систем с Fe(III) Fe(OH)₃(H₂SO₄)-Na₂SO₃-H₂O и Fe(II) FeCl₂-Na₂SO₃-(H⁺/OH⁻)-H₂O с использованием результатов визуализации информации и совмещением изоредукт и изорелят с изоседиментатами. Результаты исследования позволили предложить технологическую схему гидрометаллургического выделения железа из технологических растворов минуя стадию окисления.

Целью данной работы послужила необходимость разработки физико-химической основы технологии выделения железа из электролизных растворов на медно-никелевых предприятиях.

Очистка никельсодержащих электролитных растворов от железа в настоящее время проводится при окислении Fe(II) до Fe(III) при повышении pH с гидролитическим осаждением в виде малорастворимого гидроксида железа(III). После фильтрации и промывки осадка образуется железистый кек. Количество сбрасываемого в отвал железистого кека на предприятиях цветной металлургии составляет десятки тысяч тонн в год.

Разработка технологии утилизации железистого кека основана на исследовании физико-химических систем с Fe(III) Fe(OH)₃(H₂SO₄)-Na₂SO₃-H₂O и Fe(II) FeCl₂-Na₂SO₃-(H⁺/OH⁻)-H₂O.

Результаты по изучению системы с Fe(III) представлены в работе (1), где показан механизм окисления сульфита натрия с образованием дитионата натрия и осаждением сульфита железа(II).

Существующая технология переработки железистого кека несколько противоречива, т.к. железо(II), находящееся в электролите сначала окисляется до Fe(III), осаждается, а затем проводится обратное восстановление сульфитом натрия до Fe(II) с осаждением в виде FeSO₃. Целесообразным представляется разработать технологию очистки электролита от железа с непосредственным осаждением сульфита железа(II), не проводя при этом громоздких стадий окисления.

Для этого изучена система FeCl₂-Na₂SO₃-(H⁺/OH⁻)-H₂O. Графическое представление осуществлено с использованием нового подхода, включающего построение изоседиментат – линий равных степеней осаждения Fe(II) и сульфита.

В ходе исследования системы установлено, что в диапазоне pH от 4,0 до 1,5 при эквимолярном соотношении сульфита натрия и хлорида железа(II) достигается степень осаждения 98%. При уменьшении молярного отношения сульфита натрия к хлориду железа ниже эквимолярного, степень осаждения резко снижается.

Показано, что в довольно широком диапазоне м.о. SO₃²⁻/Fe²⁺ (от 0,625:1 до 2,0:1) в осадок выпадает FeSO₃·H₂O, который является прекурсором для получения красного железистооксидного пигмента.

Литература

1. Мотов, Д.Л. Визуализация изображения системы Fe(OH)₃(H₂SO₄)-Na₂SO₃-H₂O и механизм сульфитной конверсии гидроксида железа(III) / Д.Л. Мотов, М.В. Васёха // Доклады Академии Наук. – 2004. – Т. 397, №1. – С. 61–63.

СИНТЕЗ Г-(ТРИФТОРПРОПИЛ)МЕТИЛДИМЕТОКСИСИЛАНА – ИСХОДНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ ГИДРОФОБИЗАТОРОВ

Гаврилова А.В., Кирилин А.Д., Коробова Е.А., Белова Л.О.

(г. Москва, МИТХТ им. М.В. Ломоносова, кафедра «Химии

и технологии элементоорганических соединений»

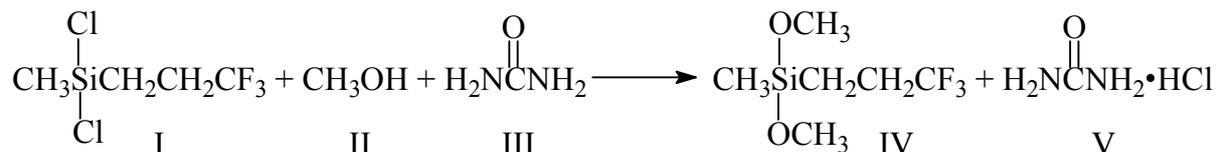
e-mail: aleksandra.gavrilova@rambler.ru)

Abstract. It was developed the method of synthesis of γ -(threefluorinepropyl)methylchlorosilane, which consist in simultaneous supply of organochlorosilane and alcohol into the reaction with using solvent and acceptor of the hydrogen chloride. It was turned out the sample quantity of the product for obtain of the organicsilicon hydrophobisators.

Существует несколько способов синтеза органоалкоксисиланов, однако, чаще всего на практике используют лишь три из них: этерификацию органохлорсиланов спиртами, переэтерификацию органоалкоксисиланов спиртами и реакцию органохлорсиланов с алкоголями щелочных металлов (1-3).

Поскольку наиболее доступным в настоящее время карбофункциональным фторсодержащим кремнийорганическим соединением является - γ -(трифторпропил)-метилдихлорсилан (I) именно оно и было выбрано в качестве исходного сырья.

Разработку метода синтеза осуществляли с помощью реакции этерификации.



В качестве акцептора хлористого водорода применялась мочеви́на. Соотношение исходных реагентов составляло - органохлорсилан: метанол: мочеви́на / 1 : 2 : 2.

Спирт и мочеви́на использовались так же с избытком 5, 10, 20 и 20% соответственно.

Реакцию проводили в абсолютном гексане или без него, с применением интенсивного перемешивания.

О результатах процесса судили по значению рН и характеру ^1H -ЯМР-спектров.

Из полученных результатов стало ясно, что проведение процесса без использования растворителя не позволяет полностью этерифицировать органохлорсилан (I): рН целевого продукта составлял 1, а соотношение протонов метильной- к метоксигруппам около 1, вместо 4-5 и 0,5 соответственно.

Именно поэтому, в дальнейшем, реакцию стали проводить в абсолютном гексане с избытком метанола.

Однако, несмотря на аналогичные условия проведения процесса (время и температура, при которой выдерживалась реакционная масса), использование растворителя позволяло лишь изменить рН целевого продукта до нужных значений (рН=3-5), данные же ^1H -ЯМР-спектров указывали, по-прежнему, на неполную этерификацию Si-Cl связей.

Для достижения поставленной цели, был испытан известный прием, применяемый в процессах этерификации - одновременная подача хлорсилана (I) и метанола при интенсивном перемешивании к смеси гексан/мочеви́на (табл. 1).

Таблица 1. Условия проведения этерификации γ -(трифторпропил)метилдихлорсилана метанолом с использованием растворителя и одновременной подачей исходных реагентов в зону реакции

Мольное соотношение реагентов			Загрузки			Время синтеза, мин.	Тем-ра, °С	Выход, %	№№ опыта
I	II	III		моль	гр				
1	2.2+5%	2,2	I	0.12	25.0	210	43-46	62	7 ^a
			II	0.27	8.72				
			III	0.26	15.6				
1	2.2+10%	2.2	I	0.95	200.2	200	45-47	69	7 ^b
			II	2.3	74.0				
			III	2.1	126.1				
1	2.2+10%	2.2	I	0.09	20.0	200	45-47	59	7 ^b
			II	0.23	7.4				
			III	0.198	11.9				

Таблица 2. Физико-химические свойства продуктов этерификации γ -(трифторпропил)-метилдихлорсилана метанолом, полученных с использованием растворителя и одновременной подачей исходных реагентов в зону реакции

№ опыта	Ткип. °С	n_d^{20}	pH	Соотношение протонов $CH_3 / (OCH_3)_2$
7 ^a	63-65/4	1.3570	4	0.50
7 ^b	63-65/3	1.3579	4	0.50
7 ^b	63-65/3	1.3598	4	0.50

Полученные результаты (табл. 2) оказались вполне приемлемыми. Значения pH составляли 4, а по данным ¹H-ЯМР-спектров соотношение протонов метильной- к метокси-группам - 0,5.

Полученные результаты позволили наработать укрупненные образцы γ -(трифторпропил)метилдиметоксисилана и передать их на стадии переработки с целью получения кремнийорганических гидрофобизаторов.

Литература

1. Галкин, А.Ф., Миронов В.Ф. Получение, свойства тетрахлорсилана и его применение в синтезе кремнийорганических соединений. - М.: НИИТЭХИМ, 1983, 25с.
2. Галкин, А.Ф., Лебедев Е.Н., Клещевникова С.И., Темош И.И., Голубева Г.В., Лоханкин А.В. Получение и области применения алкилортосиликатов. - М.: НИИТЭХИМ, 1986, 33с.
3. Горбунов А.И. Каталитические процессы прямого синтеза мономерных соединений кремния. Катализ в промышленности, 2001, №1, С. 32-38.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОКОЛИЧЕСТВ ВИСМУТА В ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТАХ

Глызина Т.С. (г.Томск, ТПУ, кафедра физической и аналитической химии, e-mail: inosine@yandex.ru)

Abstract. Bismuth is known by its unique characteristic. Electrochemical behavior of bismuth was analyzed by the method of voltammetric stripping in acid mediums. The method of selective extraction of bismuth from geological specimens and its revealing by the method of voltammetric stripping was developed in the laboratory environment. The accuracy of scoring of bismuth was controlled by the method "inserted-obtained" on real samples.

Среди элементов периодической системы висмут – последний практически не радиоактивный элемент. Долгое время этот металл считался разновидностью сурьмы, свинца или олова. Первые сведения о металлическом висмуте, его добыче и переработке встречаются в трудах крупнейшего металлурга и минералога средневековья Георгия Агриколы, датированных 1529 г.

На мировом рынке висмут пользуется спросом благодаря своим уникальным свойствам, которые обуславливают сферы его применения в современной технике и промышленности. Традиционные потребители висмута – металлургическая, химическая промышленность; фармацевтика и медицина, где широко используются препараты висмута в виде мазей, присыпок, инъекционных растворов для лечения различных заболеваний. В последние десятилетия к ним прибавились ядерная техника и электроника.

Кларк висмута в земной коре $9 \cdot 10^{-7}\%$. В природе висмут встречается в виде многочисленных минералов. Главные из них: самородный висмут (Bi), висмутин (Bi_2S_3), бисмит (Bi_2O_3), козалиит и др. Однако чаще всего висмут встречается в виде изоморфной примеси в медных, свинцово-цинковых, молибденово-кобальтовых и олово-вольфрамовых рудах. Минералы висмута (его сульфид висмутин, самородный висмут, висмутовые сульфосоли) присутствуют также в рудах меди, молибдена, серебра, никеля и кобальта, в некоторых месторождениях урана.

Месторождения висмутовых руд редки. Около 90% мирового потребления покрывается попутной добычей висмута при переработке полиметаллических руд.

В последние годы в мировой практике возникла необходимость исследования руд и рудных концентратов на количественное содержание висмута.

При выборе метода анализа сложных по составу природных объектов необходимо принимать во внимание избирательность метода, его экспрессность и трудоемкость, возможность автоматизации, стоимость анализа.

Для определения висмута на уровне 0,0001-0,1% в рудах, металлах и сплавах главным образом применяются различные физико-химические методы анализа. Однако большинство используемых методов не удовлетворяют современным требованиям по трудоемкости, чувствительности, длительности анализа с учетом времени подготовки, современной инструментальной оснащенности.

Перспективным для определения висмута является метод инверсионной вольтамперометрии, обладающей высокой чувствительностью, простотой реализации и сравнительно низкой стоимостью анализа.

Целью работы было изучение возможности определения висмута в минеральном сырье методом инверсионной вольтамперометрии.

На базе геолого-аналитического центра «Золото – платина» Томского политехнического университета, проводили исследования влияния природы фона на аналитический сигнал висмута.

Сложность электрохимического определения висмута связана с гидролизом его солей. Ввиду специфического поведения ионов висмута в растворе было изучено влияние pH на аналитический сигнал висмута.

В результате исследования было выявлено, что пик висмута регистрируется в области pH 0...4.

В качестве фонов использовали 1 М растворы органических (щавелевая, муравьиная, винная) и неорганических (соляная, азотная, хлорная, о-фосфорная) кислот. Установлено, что оптимальным фоном является раствор 1М HCl. Потенциал анодного пика висмута на этом фоне равен - 0.15 В.

В исследованиях использовали вольтамперометрический микропроцессорный анализатор ТА-4(ООО «ТомьАналит», г.Томск). Измерения проводили с применением двухэлектродной ячейки. В качестве рабочего электрода использовался ртутно-пленочный электрод. При изучении зависимости тока анодного пика от потенциала электронакопления установлено, что величина анодного тока увеличивается и достигает максимального значения в области потенциалов (-0,9÷-1,1)В. Концентрация висмута в определяемых растворах изменялась в пределах $(0,2\div 2) 10^{-5}$ мг/л.

Большая ассоциация различных элементов в рудной матрице делает пробоподготовку достаточно сложной. Для решения этой задачи использовали способ экстракционного извлечение комплекса висмута (III) с дитизоном хлороформом.

В процессе пробоподготовки с экстракционным разделением практически полностью удается отделить висмут от мешающих электрохимическому определению висмута элементов: золота (III), палладия (II), серебра (I), меди(II), сурьмы (IV) , свинца(II) , мышьяка(III).

Таким образом, с использованием метода ИВА с линейной разверткой потенциала изучено электрохимическое поведение висмута (III) на РПЭ в различных фоновых электролитах. Было исследовано влияние pH на аналитический сигнал висмута и подобраны рабочие условия определения висмута (III) с целью получения максимальных анодных пиков. Предложена методика экстракционного извлечения висмута.

Правильность определения количественного содержания висмута контролировалась методом «введено-найдено» на реальных пробах и сравнением с данными других методов анализа.

Научный руководитель профессор, д.х.н. Колпакова Н.А.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 08-05-99001), РФФИ (проект 06-05-64091)

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Систер В.Г., Абрамов О.В., Гриднева Е.С. (г.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 technological equipment. The total sulfur content in a fuel sample has been demonstrated to decrease as a result of catalytical oxidation.

Стремительное развитие химической науки в последние годы обусловлено требованиями времени. Невозможно представить современное общество без успешно реализованных достижений во всех областях химии и химической технологии. В настоящее время все больший интерес ученых вызывают задачи, возникающие на стыке различных наук, требующие новых подходов, использования современных высокотехнологичных и наукоемких методов для их решения. Одним из примеров такого взаимодействия различных областей науки является применение физико-механических методов воздействия на химические системы. При этом ультразвуковые колебания как один из таких методов заслуживают, на наш взгляд, более подробного исследования.

В настоящее время известно, что химическое действие ультразвука связано с кавитацией. Под термином «кавитация» понимают процесс образования полостей в жидкости с последующим захлопыванием этих полостей, что сопровождается интенсивными гидравлическими ударами. При проведении реакций с применением катализатора схлопывание кавитационных пузырьков может вызвать не только дробление твердых частиц катализатора и соответственно увеличение его удельной поверхности, но и эффективное механическое перемешивание компонентов. Кроме того, как показывают расчеты, схлопывание образовавшихся под действием ультразвука микропузырьков может привести к возникновению температуры около 5000 К и давления по разным оценкам от 1000 до нескольких десятков тысяч атмосфер.

Интенсификация процессов тепло- и массообмена является одним из важнейших методов повышения эффективности нефтехимических процессов. Применение ультразвука для решения подобных проблем весьма эффективно. Под воздействием ультразвука в жидких средах возникают интенсивные микро- и макропотoki, кавитация, что приводит к интенсификации тепло- и массообменных процессов, увеличению скорости химических реакций и т. п.

В нашей лаборатории проводятся исследования влияния ультразвукового воздействия на различные процессы. В частности, изучаются возможности каталитического обессеривания нефти и нефтепродуктов.

Для исследования процесса окислительного обессеривания нефти с помощью ультразвука была изготовлена лабораторная установка, состоящая из реактора, ультразвукового излучателя и вспомогательных систем.

Количественное содержание серы в нефтепродуктах определяли методом двойного сжигания и потенциометрического титрования. Погрешность составляла не более 0,06%.

Предварительные эксперименты показали, что наилучшим способом очистки нефтепродуктов от серы является ступенчатая периодическая обработка в ультразвуковом поле с последующим удалением очищенной части нефти.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

Под воздействием мощного ультразвука в присутствии катализатора и окислителя (перекись водорода, слабый раствор серной кислоты) нефтепродукты (нефть, дизельное топливо) подвергаются десульфурации на ~ 30-40 %.

В нефтепродуктах, подвергнутых ультразвуковому воздействию, в процессе промывки водой в воду переходит значительное количество серы (вплоть до 58 %).

Использование катализатора из одних никелевых гранул не дало положительного эффекта при применении в качестве окислителя перекиси водорода.

При использовании в качестве окислителя слабоконцентрированной серной кислоты (1,5%) эффект был получен (~35 – 38%).

Количество промывок положительно сказывается на оставшихся в сырье серосодержащих химических соединениях.

Зависимость концентрации оставшейся серы в нефтепродуктах и серы в промывочной воде носит сложный характер и указывает на то, что количество промывок должно быть не менее четырех.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ДЕАЦЕТИЛИРОВАНИЯ ХИТОЗАНА

Долгопятова Н.В. (МГТУ, кафедра химии), **Новиков В. Ю.**
(г. Мурманск, Полярный научно-исследовательский институт морского
рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИИРО).
E-mail: iranion@yandex.ru), **Путинцев Н.М.** (МГТУ, кафедра химии)

Степень деацетилирования (DD) хитина/хитозана является одним из фундаментальных свойств этих природных полисахаридов, определяющим их растворимость, сорбционную емкость, механическую прочность, биологическую активность.

В настоящее время предложено множество различных методов измерения DD как в растворах, так и в твердой фазе (Methods for ..., 1977): потенциметрическое титрование, определение оптической плотности в ультрафиолетовой области спектра (Melvik J. E., 1997), инфракрасная (ИК) спектрофотометрия (An infrared investigation ..., 2001; An optimised method ..., 2002), химические и ферментативные методы (Neugebauer W., 1989), хроматографическое определение продуктов гидролиза (A rapid method ..., 1993), адсорбция красителей (Глазунов В. П., 1999), термохимические методы (Garcia A. I., 1983), спектроскопия ядерного-магнитного резонанса (ЯМР) (Solid state ..., 2000; Ebert A., 1997; Duarte M. L., Ferreira M. C., Marvaio M. R., Rocha J. Determination of ..., 2001; Hirai A., 1991).

Наиболее универсальными методами, результаты которых не зависят от растворимости хитина/хитозана являются ИК спектрофотометрия и спектроскопия ЯМР. Наиболее доступным на практике является первый метод.

Цель нашего исследования состояла в уточнении определения DD хитина/хитозана методом ИК спектрофотометрии и проверке влияния молекулярной массы полисахарида полученные результаты.

Объекты исследования и экспериментальные методики

Были приготовлены образцы хитозана с разными значениями DD (60, 88 и 91%) и молекулярной массы (ММ) (10, 50 и 510 кД).

Для определения DD хитина/хитозана используется инфракрасная спектрофотометрия (в таблетках КВг или пленках) (Domszy J. G., 1985; Wang T., 2004).

Спектры поглощения в ИК-области записывали на инфракрасном спектрофотометре IR-420 («Shimadzu», Япония) в диапазоне частот от 4000 до 400 см⁻¹. Для приготовления таблеток использовали образцы, измельченные на мельнице ТП-100 (С.М.Т. Со., Ltd., Япония) в течение 10 мин и высушенные до постоянной массы при 100 °С. Для приготовления таблеток использовали смесь образца и КВг в соотношении 1:60 по массе. Таблетки готовили из 180 мг исследуемой смеси, прессовали под давлением 620 кгс/см² в течение 1 мин при комнатной температуре.

Результаты исследования

На образцах с DD от 0 до 98 % было установлено, что наиболее подходящей для измерения опорной частотой является 2878 см⁻¹. Поглощение на этой частоте обусловлено валентными колебаниями связей С-Н [125], и величина оптической плотности сохраняется постоянной для образцов с разной DD. Деформационным

колебаниям аминогруппы (Амид I) соответствует частота 1655 см^{-1} (Казицына Л. А., 1979).

Пример обработки ИК спектра приведен на рис. 1.

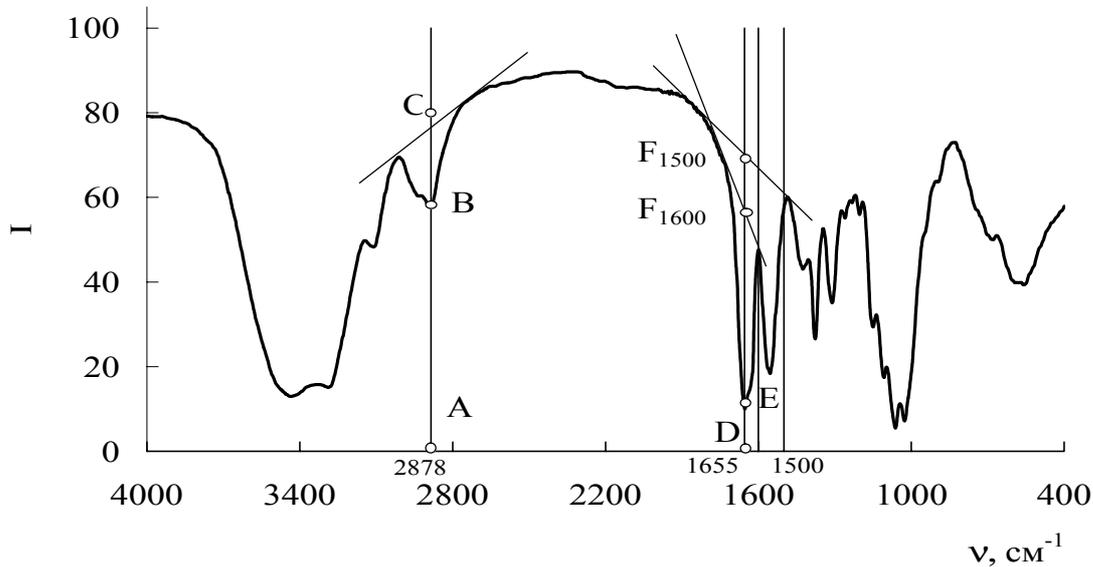


Рис. 1 Инфракрасный спектр поглощения хитина в таблетке KBr.

Линии и точки показывают пример графической обработки данных для расчета DD.

I – пропускание (%), ν – частота излучения (см^{-1}).

Оптическую плотность образцов рассчитывали по формулам: $A_{2878} = \lg(AC/AB)$ и $A_{1655} = \lg(DF/DE)$. Аналогичный метод применялся авторами работы (Miya M., 1980). Они использовали те же две полосы поглощения 2878 см^{-1} и 1655 см^{-1} и показали близкую к линейной зависимость A_{1655}/A_{2878} от DD.

В результате опытов была получена линейная зависимость относительной оптической плотности образцов хитозана от DD (рис. 2).

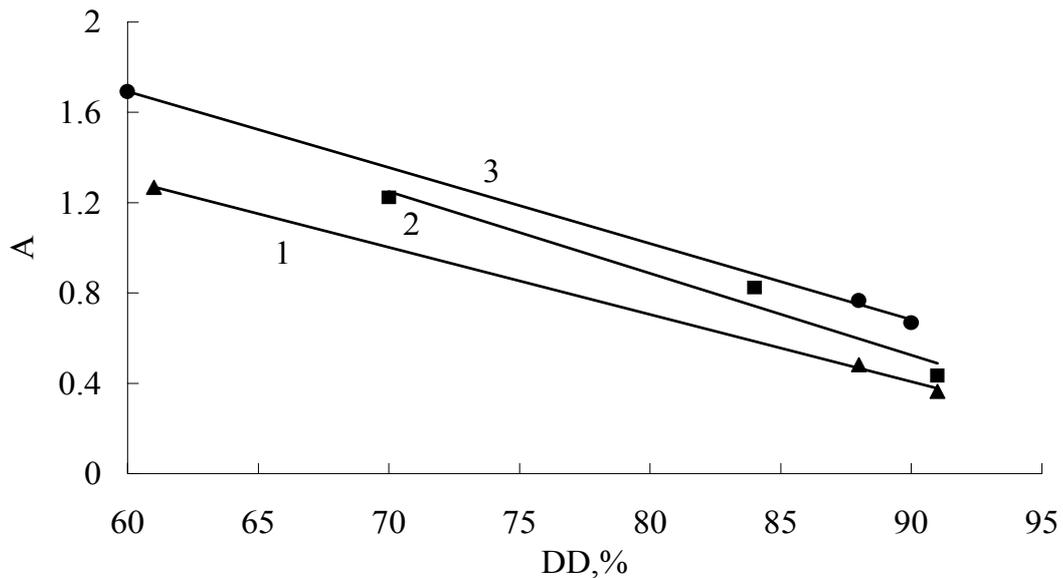


Рис. 2. Зависимость относительной оптической плотности образцов хитозана в ИК области от DD для образцов с разной ММ: 10650 Да (1), 50270 Да (2) и 510650 Да (3).

Как видно из серии полученных прямых (рис. 2), относительная оптическая плотность образцов хитозана зависит не только от DD но и от MM: с увеличением MM оптическая плотность возрастает. Для уточнения этой зависимости и получения уравнения регрессии требуются дальнейшие исследования.

Выводы

1. Проведены исследования, определяющие относительную оптическую плотность хитозана методом инфракрасной спектрофотометрии.
2. Подтверждена линейная зависимость оптической плотности образцов хитозана от их степени деацетилирования.
3. Обнаружена зависимость оптической плотности образцов от их молекулярной массы.

Литература

1. Глазунов, В. П. Спектрофотометрическое определение содержания аминокрупп в хитозане / В. П. Глазунов, В. И. Горбач // Биорг. химия. – 1999. – Т. 25, № 3. – С. 216-219.
2. Казицына, Л. А. Применение УФ-, ИК-, ЯМР- и масс-спектропии в органической химии / Л. А. Казицына, Н. Б. Куплетская. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. – 240 с.
3. An infrared investigation in relation with chitin and chitosan characterization / J. Brugnerotto, J. Lizardi, F. M. Goycoolea et al. // Polymer. – 2001. – V. 42, No. 8. – P. 3569-3580.
4. An optimised method to determine the degree of acetylation of chitin and chitosan by FTIR spectroscopy / M. L. Duarte, M. C. Ferreira, M. R. Marvao, J. Rocha // Int. J. Biol. Macromol. – 2002. – V. 31, No. 1-3. – P. 1-8.
5. A rapid method for the determination of the degree of N-acetylation of chitin-chitosan samples by acid hydrolysis and HPLC / F. Niola, N. Basora, E. Chornet, P. F. Vidal // Carbohydr. Res. – 1993. – V. 238. – P. 1-9.
6. Determination of the degree of acetylation of chitin materials by ^{13}C CP/MAS NMR spectroscopy / M. L. Duarte, M. C. Ferreira, M. R. Marvao, J. Rocha // Int. J. Biol. Macromol. – 2001. – V. 28, No. 5. – P. 359-363.
7. Domszy, J. G. Evaluation of infrared spectroscopic techniques for analysing chitosan / J. G. Domszy, G. A. F. Roberts // Die Makromolekulare Chemie. – 1985. – V. 186, No. 8. – P. 1671-1677.
8. Ebert, A. Solid-state NMR spectroscopy of chitin and chitosan / A. Ebert, H.-P. Fink // Chitin Handbook / Ed. by R. A. A. Muzzarelli, M. G. Peter. – Grottammare AP, Italy: Atec Edizioni, 1997. – P. 137-143.
9. Garcia, A. I. Determination of the degree of deacetylation of chitin and chitosan by thermal analysis / A. I. Garcia, C. Peniche-Covas, J. M. Nieto // J. Thermal Anal. – 1983. – V. 28, No. 1. – P. 189-193.
10. Hirai, A. Determination of degree of deacetylation of chitosan by ^1H NMR spectroscopy / A. Hirai, H. Odani, A. Nakajima // Polymer Bull. – 1991. – V. 26. – P. 87-94.
11. Melvik, J. E. The determination of the degree of acetylation of chitosan salts / J. E. Melvik, G. Brekka, M. Dornish // Chitin Handbook / Ed. by R. A. A. Muzzarelli, M. G. Peter. – Grottammare AP, Italy: Atec Edizioni, 1997. – P. 121-125.
12. Methods for the determination of the degree of acetylation of chitin and chitosan / R. A. A. Muzzarelli, R. Rocchetti, V. Stanic, M. Weckx // Chitin Handbook / Ed. by R. A. A. Muzzarelli, M. G. Peter. – Grottammare AP, Italy: Atec Edizioni, 1997. – P. 109-119.

13. Miya, M. I.r. spectroscopic determination of CONH content in highly deacetylated chitosan / M. Miya, R. Iwamoto, S. Yoshikawa, S. Mima // *Int. J. Biol. Macromol.* – 1980. – V. 2, No. 5. – P. 323-324.
14. Neugebauer, W. A. Determination of the degree of N-acetylation of chitin-chitosan with picric acid / W. A. Neugebauer, E. Neugebauer, R. Brzezinski // *Carbohydr. Res.* – 1989. – V. 189. – P. 363-367.
15. Solid state NMR for determination of degree of acetylation of chitin and chitosan / L. Heux, J. Brugnerotto, J. Desbrieres et al. // *Biomacromolecules.* – 2000. – V. 1, No. 4. – P. 746-751.
16. Wang, T. Selected properties of pH-sensitive, biodegradable chitosan–poly(vinyl alcohol) hydrogel / T. Wang, M. Turhan, S. Gunasekaran // *Polymer International.* – 2004. – V. 53. – P. 911-918.

ИССЛЕДОВАНИЯ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ В СИСТЕМЕ «ИНДОМЕТАЦИН – НИКОТИНАМИД» МЕТОДОМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ

Жнякина Л.Е., Фахертдинова Л.И., Ткаченко М.Л. (г. Самара, СамГМУ, кафедра химии фармфакультета, e-mail: tka-mikhail@narod.ru);
Мощенский Ю.В., Лосева М.А. (г. Самара, СамГТУ, кафедра аналитической и физической химии)

Abstract. Data of investigation of solid phase interactions in the drug system “Indometacin-Nicotinamide” are given. The melting diagram has been attributed to systems with a forming compound. The melting point of the distectic is 126 °С. The eutectics of secondary systems are accordingly displayed at ratio 25 : 75 %mass with melting point 117 °С, and at ratio 60 : 40 %mass with melting point 110 °С.

Работа посвящена изучению твердофазных взаимодействий, имеющих место в твердых лекарственных дисперсиях, каковыми являются практически все твёрдые лекарственные формы (таблетки, гранулы, драже и т.д.). 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.

Индометацин является эффективным нестероидным противовоспалительным средством, применяемым для лечения ревматических заболеваний, невралгий, миалгий и т.д. 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 сообщалось (2,3), что если труднорастворимый компонент в твёрдой дисперсии находится в эвтектическом соотношении с гидрофильным веществом, то происходит существенное увеличение его растворимости.

В настоящей работе проводятся данные изучения фазовых равновесий в твердой дисперсной системе «индометацин – никотинамид».

Никотинамид (амид никотиновой кислоты) – лекарственное вещество, по строению и действию близкое к никотиновой кислоте и наравне с нею рассматривается как витамин РР. Выбор никотинамида в качестве составляющего бинарной системы обусловлен главным образом его высокой растворимостью в воде и термической устойчивостью в исследуемом диапазоне температур.

Калориметрические исследования проводили на отечественной установке – дифференциальном сканирующем калориметре ДСК-500 (4) с выводом результатов исследования на дисплей. Установка обеспечена пакетом прикладных программ для автоматической обработки результатов эксперимента (5). Термическое исследование двойной системы проводилось в дифференциальном режиме нагревания. Составы для термоаналитических исследований готовили во всем диапазоне соотношений через 5 – 2 массовых 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 этого на термограммах отдельных образцов отмечали температурные точки начала отклонений дифференциальных кривых, что соответствовало проявлению термоэффекта. Далее, на график «состав – температура» на перпендикуляры, восстановленные к

барицентрической оси составов, наносили отмеченные точки термоэффектов соответствующих составов и затем соединяли точки общей кривой.

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 (6). Полученные результаты ВПА хорошо согласовались с экспериментальными данными ДСК. По экспериментальным данным термоаналитической калориметрии была построена фазовая диаграмма состояния (рис. 1).

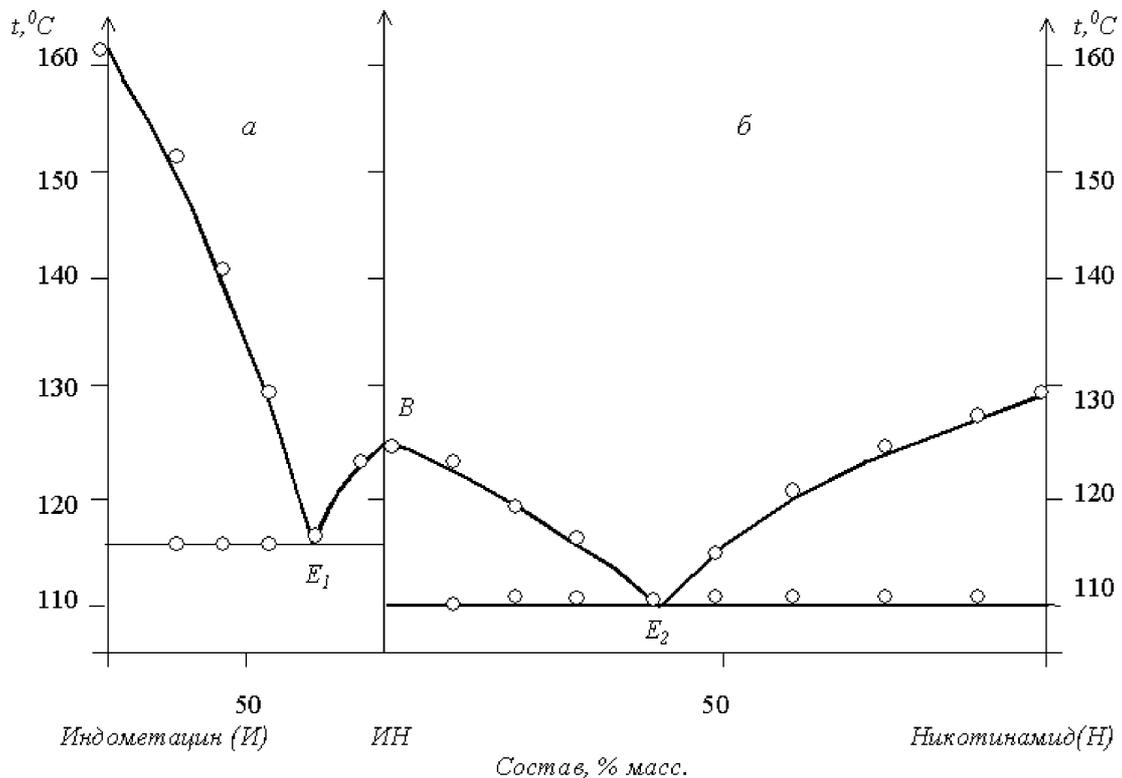


Рис. 1. Диаграмма состояния (плавкости) двойной первичной системы «Индометацин (I) – Никотинамид (H)» и вторичных систем: образовавшегося соединения «индометацин – индометаникамид (ИН)» (а) «индометаникамид (ИН) – никотинамид» (б).

По оси абсцисс (барицентрическая, тройная: в системе отношений $I:H$, $I:IN$ и $IN:H$) – состав, % по массе; по оси ординат – температура, градусы Цельсия.

Бинарная система «индометацин – 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). Барицентрическая шкала составов (ось абсцисс) по сути является трёхзначной: в системе отношений $I:H$, $I:IN$ и $IN:H$, выраженных в процентах по массе. Положение третьей оси ординат на шкале составов в системе $I:H$, разделяющей вторичные диаграммы а и б, соответствует составу индометацин – никотинамид 74,6 : 25,4 % масс. Этот состав

отвечает мольному соотношению 1 : 1 и характеризуется образованием соединения *ИН* с температурой плавления 126 °С, которое, скорее всего, частично диссоциирует при температуре его плавления. Таким образом, фигуративная точка *B* на диаграмме соответствует *дистектике* системы «индометацин – никотинамид».

Таким образом, установлено, что при соотношении индометацина с никотинамидом 74,6: 25,4 процентов по массе, соответствующем мольному составу 1 : 1, происходит образование соединения *индометаникамид* с температурой плавления 126 °С, которое в свою очередь взаимодействует с исходными веществами – индометацином и никотинамидом по типу простых эвтектик. Для вторичных систем «индометацин – индометаникамид» и «индометаникамид – никотинамид» определены параметры точек невариантного равновесия. Эвтектики указанных вторичных систем реализуются соответственно при соотношениях 25 : 75 (± 2) % масс. с температурой плавления 117 °С (E_1) и 60 : 40 (± 2) % масс. с температурой плавления 110 °С (E_2).

Литература

1. Машковский, Д.М. Лекарственные средства, 15-е изд., перераб., испр. и доп. / Д.М. Машковский. – М.: Новая волна, 2006. – 1206 с.
2. Исследование растворимости салициламида из его твердых дисперсий эвтектического типа / М.Л. Ткаченко, Л.Е. Жнякина, С.В. Первушкин, Ю.В. Мощенский // Междунар. науч.-практ. конф. «Наука и образование – 2004»: материалы ...– Мурманск. – 2004. – Ч. 6. – С. 125 – 128.
3. 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.
4. Мощенский, Ю.В. Дифференциальный сканирующий калориметр ДСК- 500 / Ю.В. Мощенский // Приборы и техника эксперимента. – 2003. – № 6.– С. 143-144.
5. Федотов, С.В. Интерфейсное программное обеспечение DSC Tool. Руководство пользователя / С. В. Федотов. – Самара: СамГТУ, 2002. – 32 с.
6. Определение температуры плавления // Государственная фармакопея СССР: в 2 вып: вып. 1. Общие методы анализа. – 11-е изд. – М., 1987. – С. 16-20.

РАСЧЕТ ИЗБЫТОЧНЫХ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ЖИДКОЙ ВОДЫ

Зиновьева А.Б., Путинцев Н.М. (МГТУ, кафедра химии,
E-mail: putincevnm@mstu.edu.ru)

Abstract. The calculation of formal thermodynamic functions of liquid water on the line of saturation from T_{cr} till T_{melt} has been made by the method of thermodynamics of the intermolecular interaction.

Наиболее надежным и простым инструментом изучения межмолекулярного взаимодействия является аппарат термодинамики межмолекулярного взаимодействия (ТМВ). О взаимодействии в ТМВ судят с помощью сравнения свойств реальной и стандартной систем. В качестве стандартной системы обычно используется система без взаимодействия, т.е. идеальный газ. Обратимый перевод реальной системы (М) в стандартную (M^*) называется отключением взаимодействия. Вклад взаимодействия в термодинамическую функцию X обозначим как

$$X_{вз} = X^* - X,$$

где X^* относится к идеальному газу, а X – к реальной системе (твердому телу, жидкости, реальному газу). Функции $X_{вз}$ ($H_{вз}$, $U_{вз}$, $F_{вз}$, $G_{вз}$, $S_{вз}$, ...) называются функциями взаимодействия или избыточными термодинамическими функциями:

$$H_{вз} = H^* - H; U_{вз} = U^* - U; F_{вз} = F^* - F; G_{вз} = G^* - G; S_{вз} = S^* - S, \dots,$$

где $H_{вз}$, $U_{вз}$, $F_{вз}$, $G_{вз}$, $S_{вз}$ – энтальпия, внутренняя энергия, свободная энергия Гельмгольца, свободная энергия Гиббса и энтропия взаимодействия, соответственно.

Энтропией взаимодействия системы является разность энтропий реальной и стандартной систем плюс член, учитывающий разное число микросостояний систем за счет отличия объемов V^* и V :

$$S_{вз} = S^* - R(\ln V^*/V) - S. \quad (1)$$

Функция $U_{вз}$ является полной мерой энергетических затрат, требующихся для отключения взаимодействия (часть тепла самопроизвольно подводится к системе в виде $TS_{вз}$). Функция $F_{вз}$ при $T, V = \text{const}$ является мерой механических затрат, необходимых для отключения взаимодействия. Эта функция определяет прочность взаимодействия и служит фундаментальной характеристикой межмолекулярного средства.

Функции взаимодействия связаны друг с другом такими же соотношениями, как и термодинамические функции H , U , F , G , S :

$$U_{вз} = F_{вз} + TS_{вз}. \quad (2)$$

$$H_{вз} = U_{вз} + pV, \quad (3)$$

$$G_{вз} = H_{вз} - TS_{вз} = F_{вз} + pV^*. \quad (4)$$

Расчет функций взаимодействия в реальных системах удобно производить методом "удаленной точки". Удаленная точка выбирается таким образом, чтобы ее параметры соответствовали идеальному газу. В большинстве случаев этому условию удовлетворяет состояние насыщенного газа при температуре плавления, так как величина $(p_S V_S)_{пл}$ практически равна $RT_{пл}$ (Путинцев Н.М., 1988). Равенство

$(p_s V_s)_{пл} \approx RT_{пл}$ означает, что температура плавления вещества для состояния насыщения может служить точкой подобия.

Значения внутренней энергии и работы отключения взаимодействия для вещества, находящегося на линии насыщения, определяются из выражений

$$U_{вз} = H^* - RT - H + pV. \quad (5)$$

Для нахождения внутренней энергии и энтропии взаимодействия при искомой температуре T необходимо знать величины внутренней энергии и энтропии идеального газа при этой температуре. Значения внутренней энергии идеального газа при температуре T определяются из выражения

$$U_{вз}^* = U_{пл}^* + \Delta U_{пост} + \Delta U_{вр} + \Delta U_{кол}, \quad (6)$$

где $U_{пл}^*$ - внутренняя энергия идеального газа при температуре плавления, $\Delta U_{пост}$, $\Delta U_{вр}$, $\Delta U_{кол}$ - приращения внутренней энергии идеального газа от поступательного, вращательного и колебательного движений, происходящие при увеличении температуры от $T_{пл}$ до T . Приращение внутренней энергии идеального газа от поступательного движения равно $(3/2)R\Delta T$, так как поступательное движение частиц газа квазиклассично. Вклад вращательного движения в приращение внутренней энергии за исключением квантовых веществ находится как $(i_{вр}/2)R\Delta T$, где $i_{вр}$ - число вращательных степеней свободы молекул. Вклады от колебательной степени свободы в энергию и энтропию в расчете на моль вещества определяются из формул

$$U_{кол} = N_0 h \nu_i [\exp(h\nu_i/kT) - 1], \quad (7)$$

$$S_{i кол} = R \{ (h\nu_i/kT) [\exp(h\nu_i/kT) - 1]^{-1} - \ln[1 - (\exp(h\nu_i/kT) - 1)^{-1}] \}. \quad (8)$$

Энтропия идеальноегазового состояния воды при температуре T находится из уравнения

$$S^* = R \ln(Z_{пост} + 1.5) + R \ln(Z_{вр} + 1.5) + S_{кол}, \quad (9)$$

где $Z_{пост}$ и $Z_{вр}$ - статистические суммы поступательного и вращательного движений воды, равные

$$\ln Z_{пост} = 3.4539 \lg 18.016 + 5.7565 \lg T - 2.3026 \lg p + 8.8612,$$

$$\ln Z_{вр} = 161513 \lg I_A I_B I_C + 3.4539 \lg T - 2.3026 \lg 2 + 157.3621.$$

Значения энтропии взаимодействия жидкой и газообразной воды на линии насыщения, согласно выражению (1), находятся из выражений

$$S_{вз} = S_{пл}^* - R \ln(V_T^*/V') - S' - A \quad (10)$$

или

$$S_{вз} = S_{пл}^* - R \ln(RT/p'V') - S' - A, \quad (11)$$

где p' , V' - давление и объем реальной системы (жидкости) при искомой температуре T , A - константа, зависящая от справочных значений энтропии жидкости и газа при $T_{пл}$. Значение постоянной A для справочных данных источника (Ривкин С.А., Александров А.А., 1980) равно 63.146 Дж/моль \times К.

Расчет функций взаимодействия в паровой ветви на линии насыщения

Значения внутренней энергии и энтропии идеального газа для воды находятся по уравнениям (СИ)

$$S^* = 31.6646 + 76,6036 \lg T + S_{кол} + 19.1509 \lg p + 63.227,$$

$$U^* = U_{пл}^* + \Delta U_{пост} + \Delta U_{вр} + \Delta U_{кол} = U_{пл}^* + 1.5R(T - T_{пл}) + 1.5R(T - T_{пл}) + \Delta \Sigma h \nu_i [\exp(h\nu_i/kT) - 1]^{-1}.$$

Выражение для энтропии взаимодействия в газовой ветви на линии насыщения

$$S_{вз} = 14.046 + 76.6036 \lg T - 19.1509 \lg p + S_{кол} - 18.016 S - R \ln [T(pV)^{-1}],$$

где T , p , V , и S - температура, давление, молярный объем и энтропия реальной системы.

Значения внутренней энергии взаимодействия жидкой воды (H_2O) рассчитывались по табулированным термодинамическим данным (Варгафтик Н.Б., 1972; Ривкин С.А., Александров А.А., 1980) с учетом внутримолекулярных частот из выражения:

$$U_{вз} = 35969.857 + 24.942 t_i + 18.016 \times 10^{-3} p_i V_i - 18.016 \times 10^{-3} H_i + 19070.805 / [\exp(2294.823/t_i) - 1] + 43732.407 / [\exp(5262.396/t_i) - 1] + 44918.091 / [\exp(5405.072/t_i) - 1],$$

где t_i - температура в $^{\circ}C$, H_i - энтальпия воды в Дж/кг, p_i - давление в Па, v_i - объем в $m^3/кг$.

Приведенные в таблице значения термодинамических функций необходимы для исследования структурных и физико-химических свойств воды и водных растворов.

Таблица. Значения функций взаимодействия в жидкой воде
($U_{вз}$, $TS_{вз}$, $F_{вз}$ в Дж/моль; $C_{вз}$, $S_{вз}$ и $S_{кол}$ в Дж/моль \times К)

T, К	$U_{вз}$	$C_{вз}$	$S_{кол}$	$S_{вз}$	$TS_{вз}$	$F_{вз}$
273.15	42786.93	0.0	0.02	63.22	17268.90	25518.03
273.16	42786.45	-48.39	0.02	63.19	17259.99	25526.45
283.15	42280.71	-50.37	0.02	61.37	17376.39	24904.32
293.15	41777.75	-50.16	0.03	59.63	17481.84	24295.91
298.15	41526.87	-50.13	0.03	58.80	17530.11	23996.76
303.15	41276.46	-50.11	0.04	57.97	17575.00	23701.46
313.15	40775.83	-50.05	0.05	56.38	17655.13	23120.70
323.15	40275.37	-50.18	0.06	54.84	17722.08	22553.29
333.15	39775.16	-49.93	0.07	53.36	17776.01	21999.15
343.15	39274.70	-50.05	0.08	51.92	17817.80	21456.90
353.15	38773.72	-50.15	0.09	50.54	17847.53	20926.19
363.15	38272.28	-50.25	0.11	49.19	17864.38	20407.90
373.15	37769.93	-50.16	0.13	47.89	17869.33	19900.61
393.15	36761.04	-50.30	0.17	45.39	17844.03	18917.02
423.15	35228.97	-52.97	0.24	41.87	17717.07	17511.90
453.15	33667.34	-52.46	0.32	38.58	17480.34	16187.01
473.15	32599.18	-53.83	0.39	36.48	17260.39	15338.79
483.15	32054.99	-55.39	0.42	35.46	17131.20	14923.79
503.15	30943.89	-56.63	0.49	33.45	16831.43	14112.46
506.15	30774.18	-56.54	0.50	33.16	16781.77	13992.41
508.15	30659.39	-58.29	0.51	32.96	16747.06	13912.32
523.15	29791.09	-57.75	0.57	31.49	16472.21	13318.88
553.15	27948.04	-63.63	0.70	28.57	15803.77	12144.27
583.15	25889.02	-72.47	0.83	25.61	14934.53	10954.49
613.15	23406.14	-93.95	0.98	22.43	13750.39	9655.75
623.15	22403.50	-108.00	1.03	21.26	13247.54	9155.95
633.15	21178.98	-139.62	1.09	19.93	12620.29	8558.69
638.15	20387.44	-174.49	1.11	19.14	12213.97	8173.47
643.15	19273.79	-266.29	1.14	18.12	11656.26	7617.53
647.15	17092.54	-1002.29	1.16	16.37	10593.45	6499.08
647.27	16219.61	-7527.34	1.16	15.70	10159.83	6059.79

Литература

1. *Путинцев Н.М.* Связь максимума произведения PV насыщенных газов с критической температурой // Инж. физ. журнал. 1988. Т. 54. № 3. С. 515-516.
2. *Ривкин С. Л., Александров А.А.* Теплофизические свойства воды и водяного пара.- М.: Энергия. 1980, 424 с.
3. *Варгафтик Н.Б.* Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М.: Наука. 1972. 600с.

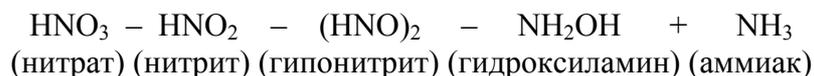
КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ И НИТРИТОВ ФОТОМЕТРИЧЕСКИМ И ИОНОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДАМИ

Кочановская Е.В. (г. Калининград, ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», кафедра «Химии»,
e-mail: kochanet@mail.ru)

Abstract. It is impossible to determine content of nitrates and nitrites in the vegetables and fruits by their external view. There are quality and quantity determination methods of nitrates and nitrites ions and methods of their joint and separation quantity determination.

Азот — это один из самых важнейших химических элементов в жизни растений, т. к. он необходим для синтеза аминокислот, из которых образуются белки. Растение получает азот из почвы в виде минеральных азотных солей (нитратных и аммиачных).

В растениях азот подвергается сложным превращениям. Метаболизм азота в растениях — это сложный процесс, и нитраты занимают в нём промежуточное положение:



Нитраты в растениях восстанавливаются до нитритов. В этом процессе участвуют различные металлы (молибден, железо, медь, марганец), и при этом происходит интенсивная трата углеводов, т. к. на восстановление требуется энергия, источником которой являются углеводы. Нитриты могут накапливаться в растениях и этим подавлять их рост. Но основная часть нитритов, подвергаясь дальнейшим превращениям, даёт аммиак (NH₃). Аммиак русский учёный Д.М. Прянишников назвал: «альфой и омегой в питании растений». Аммиак, поступивший в растение извне, образовавшийся при восстановлении нитратов или в процессе фиксации молекулярного азота, далее усваивается растениями с образованием различных аминокислот и амидов. Таким образом, нитраты являются естественным азотистым компонентом растительного организма.

Определение нитритов и нитратов в водах, почвах, пищевых продуктах и кормах относится к числу важных экологических задач. Это связано с широким и часто неумеренным применением нитратов в качестве удобрений, продуктом неполного восстановления которых являются нитриты. Токсичность нитрит-ионов обусловлена их взаимодействием с гемоглобином крови с образованием метгемоглобина, не способного переносить кислород, а также превращением под действием ферментов в канцерогенные нитрозоамины. Допустимое суточное потребление нитратов для человека не должно превышать 5 мг на 1 кг массы тела, т.е. не более 350 мг в сутки для человека массой 70 кг. В организм человека нитраты поступают (в %): с овощами — 70, с водой — 20, с мясными, молочными и консервированными продуктами — 6. Наиболее опасно отравление нитратами, растворимыми в воде, т. к. это увеличивает скорость всасывания их в кровь, поэтому содержание нитрат-аниона в воде не должно превышать 45 мг/л. Большое количество нитратов вызывает сильный рост, а затем распад водорослей, что приводит к обеднению воды кислородом и, как следствие, к гибели рыб и животного мира вод. Нитраты способны накапливаться в тканях и нарушать нормальное соотношение элементов минерального питания растений. По этим причинам введен контроль содержания нитритов и нитратов регламентирована их ПДК.

В научных и промышленных аналитических лабораториях для массового определения проб существуют ионометрический и фотометрический методы определения нитратов и нитритов.

Ионометрический метод используют при количественном определении нитратов в растениеводческой продукции. Сущность метода состоит в извлечении нитратов из анализируемого материала раствором алюмокалиевых квасцов с последующим измерением их концентрации в полученной вытяжке с помощью ионоселективного электрода. Для ускорения анализа вместо вытяжки может быть использован сок анализируемой продукции, разбавленный раствором алюмокалиевых квасцов.

Данный метод на практике осуществляется на ионометре И-160М, в основу работы прибора положен потенциометрический метод измерения рХ (рН) и Еh контролируемого раствора. Работа преобразователя основана на преобразовании ЭДС электродной системы и других источников ЭДС в пропорциональное по величине напряжение, преобразуемое в дальнейшем в цифровой код и аналоговый выходной сигнал.

При измерении рХ (рН) и Еh растворов используется электродная система, состоящая из измерительного и вспомогательного электродов. Данная система, при погружении в контролируемый раствор, развивает ЭДС, линейно зависящую от активности ионов и температуры растворов. Для измерений активности нитрат-ионов в растворах совместно с электродом сравнения используют электрод ионоселективный пленочный ЭЛИС -121NO₃, диапазон измерений рNO₃ при температуре 20°С от 0,3 до 4,3. Измерение потенциала электрода в растворе пробе с неизвестной концентрации протекает быстро, показания каждой пробы выводятся на монитор. Затем по калибровочному графику определяют величину активности нитрат-ионов (рNO₃) в измеряемой пробе. По приложениям, обязательно имеющим в данной методике, определяем содержание нитратов в продуктах в зависимости от значений рNO₃.

Ионометрический метод, основанный на применении ионоселективного нитратного электрода, позволяет быстро и точно проводить анализы вытяжек из свежего и сухого растительного материала. Метод хорош не только благодаря высокой точности, но и универсальности применения, в том числе и для растительной продукции, имеющей ярко окрашенный сок, мешающий распознаванию нитратов колориметрическими методами. Но данный метод представляется как экспресс-метод, так как дает возможность определить только содержание нитратов в пробах. Хотя известно, что нитриты и нитраты довольно реакционноспособные и постоянно превращаются друг в друга под действием окружающих факторов. Так, например нитриты, образовавшиеся при выстреле, через незначительное время (несколько часов) переходят в нитраты, а растворы нитратов, содержащие или контактирующие с восстановителями (например цинком, алюминием), постепенно переходят в нитриты.

Для определения нитрит-нитратов, существует фотометрический метод, основанный на экстракции нитритов из продукта, восстановлении их до нитритов на кадмиевой колонке с последующим фотометрированием раствора азосоединения, образующегося при взаимодействии нитритов с ароматическими аминами.

Данный метод требует предварительной подготовки кадмиевой колонки, проверку восстановительной способности кадмиевой колонки перед каждым измерением. По калибровочному графику определяют нитрит-ионы в исследуемых пробах. Содержание нитратов в продукте (мг/кг), вычисляют по формуле. За окончательный результат принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений. Данный метод определяет и нитрат-ионы, и нитрит-ионы, но требует затрат времени, и постоянную работу на кадмиевой колонке. В наше время

не секрет, что кадмий поражает почки, нервную систему, нарушает функции половых органов, функции легких и обладает канцерогенным действием.

Но, с другой стороны, ионометрический метод не может быть использован при контроле продукции, содержащей галогениды и ряд других примесей, он прост, работа по методике данного метода не требует много времени и затрат, его следует применять при анализе свежей растениеводческой продукции. Фотометрический метод более универсален и может применяться как при анализе нитратов, так и нитритов во всех видах продукции, в том числе прошедшую кулинарную обработку.

Ниже приведены результаты показаний двух методов, отбор проб и подготовка проб для лабораторных анализов проводилась по ГОСТу 26313-84 и ГОСТу 26671-85.

Количественное определение нитратов ионометрическим и фотометрическим методами

Проба	Содержание нитратов мг/кг		Доп.уровни содержания нитратов СанПин 42-123-4619-88
	ионометрический	фотометрический	
Томаты	134	132	150
Свекла столовая	1131	1128	1400
Дыни	71	69	90
Арбузы	54	52	60
Картофель	208	216	250
Огурцы	126	128	150
Яблоки	32	34	60
Груши	35	36	60

Опыт работы в лаборатории показал, что для более быстрого и точного определения, определение нитрат-нитрит ионов необходимо производить сначала ионометрическим методом (содержание нитрат-ионов), а нитриты - реактивом Грисса (как показывает практика, в пробах с предельно-допустимыми значениями нитратов, нитриты также находятся в норме). Для определения количественного содержания нитрит-ионов с помощью реактива Грисса используют серию стандартных растворов. Сначала готовят основной раствор, содержащий 1000 мг нитратов в литре. С этой целью 1,645 г нитрата калия, высушенного до постоянной массы при температуре 105 С, растворяют в 1 л дистиллированной воды в мерной колбе. Из основного раствора готовят рабочие стандартные растворы (в день проведения анализа) с содержанием 100, 50, 25 и 10 мг/л разбавлением его соответственно в 10, 20, 40 и 100 раз. При проведении анализа с градуировочным раствором проводят те же операции, что и с анализируемой пробой. Затем интенсивность окраски исследуемого образца сравнивают с окраской эталонных растворов визуально.

Точное определение нитрит (1-1000 мг/кг) и нитратов (1-1000мг/кг) осуществляется на базе жидкостной хроматографии в соответствии с требованиями стандартов образцовой лабораторной практики. Для определения нитратов и нитритов данным методом, перемолотую пробу экстрагируют водой при 70-80 градусов, затем непосредственно вводят в хроматограф. Достоинства данного метода: высокая стабильность, легкий доступ к колонкам, эффективность распределения, широкий линейный диапазон измерительного сигнала, высокопроизводительная обработка, так как хроматографическая информация управляется средой «Windows».

Проблема токсичного накопления нитратного азота на современном этапе является одной из наиболее острых и актуальных..

Решением этой задачи заняты многие научно-исследовательские учреждения всего мира, но, несмотря на пристальное внимание к этой проблеме, до сих пор радикального решения пока не найдено.

Помните, что в незрелых овощах содержание нитратов значительно выше, чем в спелых. Однако не следует допускать и перезревания овощей. Часто переросшие корнеплоды столовой свеклы, кабачки содержат повышенное количество нитратов. У моркови лучшее качество корнеплода отмечено при массе его 100–200 г.

Накопление нитратов различными культурами имеет наследственно закрепленный характер, т. е. они обладают сортовой спецификой, которая выявлена у ряда овощных культур. Сортовые различия могут быть обусловлены разной реакцией на условия окружающей среды и режимом минерального питания, а также генетически закрепленным уровнем активности нитратредуктазы, разной продолжительностью вегетационного периода сортов. Безусловно, каждый сорт любой культуры уникален по своим характеристикам, в том числе и по способности накапливать нитраты. Однако можно выделить некоторые общие тенденции:

- ранние сорта овощей содержат больше нитратов, чем поздние;
- овощи закрытого грунта склонны к большему накоплению нитратов, чем открытого;
- пчелоопыляемые гибриды огурца накапливают нитратов вполтину меньше, чем партенокарпические (самоопыляемые);
- из партенокарпических гибридов огурца короткоплодные накапливают нитратов примерно на 17% больше, чем длинноплодные;
- более ярко окрашенные сорта корнеплодов (в частности, морковь) содержат NO_3^- меньше, чем бледно окрашенные.

Литература

1. Гайлите М., Гайлитис М., Ещё раз о нитратах. Наука и мы, 1990г., №6, с.2.
2. Глунцев Н.М., Дмитриева Л.В., Макарова С.О., Как снизить содержание нитратов в продукции. Картофель и овощи, 1990г., №1, с.24-28.
3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика: В 2 кн. Кн.1: Общие теоретические основы. Качественный анализ / Ю. Я. Харитонов. - 2-е изд., испр. - М.: Высш.шк., 2003. - 615с.
4. Основы аналитической химии: Практ.руководство: Учеб.пособие для студ.ун-тов и вузов, обуч. по хим.-технол., с.-х., мед., фармац. спец. / Под ред. Ю.А.Золотова. - 2-е изд., испр. - М.: Высш.школа, 2003. - 463с.

ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ МАТЕРИИ ВМЕСТО ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВ

Макеев А.К. (Москва, самостоятельные научные исследования,
e-mail: knowall@list.ru)

Abstract. Together with the laws describing a structure and formation of an electronic cloud of atom, in process of growth of a charge of a kernel of atom, it is offered to teach Natural system of elements of a matter in all educational institutions as base knowledge in chemistry.

Российские и за рубежные учащиеся начинают изучение химии со строения атома и классификации химических элементов.

За рубежом давно приняты однозначные обозначения: электронного облака атома, как слой, оболочка слоя. В России до сих пор запутанно обозначают структуру электронного облака атома: оболочка, подоболочка, уровень, подуровень.

Во всем мире базисом всего естествознания признана классификационная таблица химических элементов. Периодическая таблица (система) химических элементов по группам и рядам создана Дмитрием Ивановичем Менделеевым 1 марта 1869 года. Эта Периодическая таблица элементов модифицирована в последующие годы самим Менделеевым и его последователями в канонические четыре варианта: с короткими периодами, с полудлинными периодами, с длинными периодами, лестничная форма. Считается, что существует ровно восемь типов химических элементов. А фактически, элементы запутанно размещены в 8 главных и 8 побочных подгрупп. В побочных подгруппах дополнительная запутанность. Восьмых побочных подгрупп существует не одна а целых три. Третьих побочных подгрупп наплодили аж пятнадцать! Порядок следования номеров главных подгрупп элементов в каждом периоде имеет, как бы, «правильную» последовательность: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. В периодической системе элементов символы элементов распределены по периодам, начинающимися с щелочного металла и оканчивающимися благородным газом. Но в периодах в разрыв между второй и третьей группами последовательности главных подгрупп встроена последовательность побочных подгрупп. Последовательность побочных подгрупп следует с третьей группы по восьмую. Только после восьмой следуют первая и вторая группы! Первый период особенный – начинается не с щелочного металла, а с подобного галогену газа водорода. Всё эти несуразности сильно запутывает учащихся, затрудняя изучение основ химии.

Считается, что Периодическая система (таблица) элементов есть наглядное отображение периодического закона. В то время как этот весьма пространный «закон» не имеет воплощения в математической формуле.

Предлагается проект радикального улучшения учебного материала по основам химии. В составе единой системы однозначных, кратких, понятных и исчерпывающих сведений о строении и свойствах атомов вещества, квантов физических полей.

Некоторые общие представления, принятые в современном естествознании:

«Атом (от греческого слова atomos - неделимый), наименьшая частица химического элемента, носитель его свойств. Вещественные тела состоят из атомов.

Атомы бывают разных видов. Вещественное тело, состоящее лишь из атомов одного вида, называется элементом вещества.

Атомы состоят из очень маленького, радиусом порядка 10^{-15} м, массивного ядра и лёгкого электронного облака вокруг него. Атом, по внешним границам электронного облака, имеет размер, порядка, 10^{-10} м.

Ниже так называемого нулевого энергетического уровня электрически отрицательные электроны не могут располагаться, согласно представлениям квантовой механики. Поэтому электроны из электронного облака не могут упасть на ядро атома. Первой, самой внутренней оболочке в каждом электронном слое почему-то присвоен номер «ноль», чем, фактически, утверждается отсутствие у атома этой оболочки.

Атомное ядро состоит из электрически положительно заряженных протонов и электрически нейтральных нейтронов.

Атомы вступают в химические взаимодействия друг с другом посредством так называемых валентных электронов внешней области электронного облака атомов.

Ряд элементов, расположенных в строгой последовательности, по мере роста заряда ядра, есть натуральный ряд элементов. Впервые на Земле символы многих элементов, известных в то время, были расположены в Натуральный ряд великим российским учёным Д.И. Менделеевым 1 марта 1869 года (1).

Энциклопедическое и альтернативное определение научного закона:

Классические менделеевская (I) и современная (II) формулировки Периодического, якобы, закона есть описания явления, а не формулы закона:

I. “Свойства элементов, а потому и свойства образуемых ими простых и сложных тел находятся в периодической зависимости от их атомного веса”.

II. “Свойства элементов, а также образуемых ими простых и сложных веществ находятся в периодической зависимости от заряда ядра Z . В рамках квантовой теории атома было доказано, что, по мере возрастания Z , периодически повторяется строение внешних электронных оболочек атомов, что непосредственно и обуславливает специфику химических свойств элементов” (2, с. 482).

Предлагается принять следующее наиболее общее определение научного Закона: **Законы описывают повторяющиеся структурные и количественные соотношения фундаментальных сущностей и/или неизменно повторяющуюся причинно-следственную последовательность фундаментальных событий в материальном мире.** Отсюда формулируются следующие законы.

A. Законы структурной организации электронного облака атома:

1. Химические и многие физические свойства элементов вещества предопределены устройством электронного облака их нейтральных атомов в основном состоянии: при равенстве числа электронов в электронном облаке числу протонов в ядрах атомов.

2. В электронном облаке атома различают слои (уровни) “ n ”.

3. Электронные слои “ n ” состоят из оболочек “ L ”.

4. Оболочки “ L ” электронных слоев “ n ” состоят из электронных орбиталей “ i ”.

5. Орбиталь “ i ” есть особый квантово-механический тип формы пути (по общепринятым обозначениям оболочек: s, p, d, f, \dots), проходимого электроном или парой электронов орбитали в данной оболочке “ L ” при данном энергетическом состоянии. Эта форма пути зависит от порядкового места оболочки “ L ” в слое “ n ”.

B. Законы количественных соотношений в структуре электронного облака атома:

6. Количество оболочек “ L ” в электронном слое “ n ” равно порядковому номеру этого слоя (отсчет слоев изнутри наружу).

7. Общее количество орбиталей “ i ” в оболочке “ L ” равно удвоенному порядковому номеру этой оболочки в электронном слое (отсчет оболочек изнутри наружу) минус единица: количество i в $L = (\text{удвоенный номер } L \text{ в } n) - 1$.

8. Каждая орбиталь “ i ” способна вместить два электрона “ e ”, имеющих противоположные спины: максимально возможное количество e - в $i = 2$.

9. Каждая оболочка “ L ” способна вместить число электронов, равных удвоенному числу всех своих орбиталей “ i ”: сумма e - в $L = 2(\text{количество } i \text{ в } L) = 2[(\text{удвоенный}$

номер L в n)-1].

10. Каждый электронный слой “ n ” способен вместить число электронов, равных удвоенному квадрату своего порядкового номера (всем известное отношение): количество e^- в $n = 2(\text{номер } n)^2$.

С. Законы очередности наступления фундаментальных событий в электронном облаке атома, согласно наблюдаемой тенденции:

11. По мере роста заряда ядра атома, заполнение электронами очередной электронной оболочки “ L ” происходит в два этапа: сначала все ее орбитали “ i ” последовательно заполняют по одному электрону, имеющих одно направление спина. Затем все орбитали этой оболочки последовательно заполняют вторые электроны, имеющие противоположный спин.

12. По мере роста заряда ядра атома, последовательность заполнения оболочек “ L ” в каждом электронном слое “ n ” атома, происходит Естественными Циклами “ C ” полного их заполнения электронами, начиная с первой, внутренней оболочки слоя, кончая самой наружной: $1L; 2L; 3L; \dots$

13. В границах каждого Естественного Цикла “ C ”, в каждом заполняющемся в этом Естественном Цикле электронном слое “ n ”, начинает заполняться и полностью заполняется электронами всегда только одна его оболочка “ L ”.

14. В каждом Естественном Цикле “ C ” заполняются электронные слои в строгой последовательности от самого внутреннего к самому внешнему слою “ n ”: $1n; 2n; 3n; \dots$

15. Каждый Естественный Цикл “ C ” натурального ряда элементов оканчивается **щелочноземельным металлом**, на котором завершается заполнение первой, самой внутренней оболочки “ $1L$ ” (s -оболочки) самого внешнего, в данном Естественном Цикле “ C ”, электронного слоя “ n ”, в котором остаются незаполненными одна или большее число его оболочек L , смотри Естественную систему элементов материи:

Д. Важнейшие следствия из законов:

16. Номер Естественного Цикла « C » заполнения электронных слоев атомов и соответствующего отрезка натурального ряда элементов равен порядковому номеру последнего электронного слоя “ n ” заполняющегося в этом цикле: $\#C = \#$ последнего слоя n в этом Естественном Цикле “ C ”. Отсюда следует, что первый Естественный Цикл атомного мира ($^1\text{H} / ^4\text{He}$) имеет порядковый номер 2 (два).

17. Количество элементов во втором Естественном Цикле “ $2C$ ” равно четырем. Эти элементы: водород, гелий, литий и бериллий.

18. По общей тенденции, должно быть подобие внешней структуры электронного облака атомов натуральной последовательности элементов, стоящих на равном удалении от окончаний (не начал!) Естественных Циклов, предопределяет физико-химическое сходство свойств всех таких позиционно подобных элементов. В частности, конечные четыре элемента каждого Естественного Цикла, начиная с третьего, подобны соответствующим элементам второго Естественного Цикла (3, 4).

Литература

1. Трифонов Д.Н. Структура и границы периодической системы. Атомиздат, 1969.
2. Химическая энциклопедия: В 5 томах: Т. 3. –М.: Большая Российская энциклопедия, 1992., с. 482-486.
3. 73200000154 Макеев А.К. Законы заполнения оболочек электронных слоев атома естественными циклами (периодами) по мере роста заряда ядра атома. Четыре взаимосвязанных естественнонаучных закона. В информ. бюллетене “Идеи. Гипотезы. Решения. № 1 2001”, Москва, ВНТИЦ, с. 23-24 (<http://www.vntic.org.ru>).
4. Макеев А.К. Атом устроен просто. <http://www.inauka.ru/blogs/article38297.html>

Таблица. Естественная система элементов материи

Types (groups) of elements			(1) Pre-Cycle of Pre-elements	The Natural Cycles of formation of the electronic cloud of atom in process of growth of a charge of a nucleus of atom							
Canonic	Naturals			2	3	4	5	6	7	8	
3b	4/3	f3							⁵⁷ La	⁸⁹ Ac	
3b	4/4	f4							⁵⁸ Ce	⁹⁰ Th	
3b	4/5	f5							⁵⁹ Pr	⁹¹ Pa	
3b	4/6	f6							⁶⁰ Nd	⁹² U	
3b	4/7	f7							⁶¹ Pm	⁹³ Np	
3b	4/8	f8							⁶² Sm	⁹⁴ Pu	
3b	4/9	f9							⁶³ Eu	⁹⁵ Am	
3b	4/10	f10							⁶⁴ Gd	⁹⁶ Cm	
3b	4/11	f11							⁶⁵ Tb	⁹⁷ Bk	
3b	4/12	f12							⁶⁶ Dy	⁹⁸ Cf	
3b	4/13	f13							⁶⁷ Ho	⁹⁹ Es	
3b	4/14	f14							⁶⁸ Er	¹⁰⁰ Fm	
3b	4/1	f1							⁶⁹ Tm	¹⁰¹ Md	
3b	4/2	f2							⁷⁰ Yb	¹⁰² No	
3b	3/3	d3					²¹ Sc	³⁹ Y	⁷¹ Lu	¹⁰³ Lr	
4b	3/4	d4					²² Ti	⁴⁰ Zr	⁷² Hf	¹⁰⁴ Rf	
5b	3/5	d5					²³ V	⁴¹ Nb	⁷³ Ta	¹⁰⁵ Db	
6b	3/6	d6					²⁴ Cr	⁴² Mo	⁷⁴ W	¹⁰⁶ Sg	
7b	3/7	d7					²⁵ Mn	⁴³ Tc	⁷⁵ Re	¹⁰⁷ Bh	
8b	3/8	d8					²⁶ Fe	⁴⁴ Ru	⁷⁶ Os	¹⁰⁸ Hs	
8b	3/9	d9					²⁷ Co	⁴⁵ Rh	⁷⁷ Ir	¹⁰⁹ Mt	
8b	3/10	d10					²⁸ Ni	⁴⁶ Pd	⁷⁸ Pt	¹¹⁰	
1b	3/1	d1					²⁹ Cu	⁴⁷ Ag	⁷⁹ Au	¹¹¹	
2b	3/2	d2					³⁰ Zn	⁴⁸ Cd	⁸⁰ Hg	¹¹²	
3a	2/3	p3		⁵ B	¹³ Al	³¹ Ga	⁴⁹ In	⁸¹ Tl	¹¹³		
4a	2/4	p4		⁶ C	¹⁴ Si	³² Ge	⁵⁰ Sn	⁸² Pb	¹¹⁴		
5a	2/5	p5		⁷ N	¹⁵ P	³³ As	⁵¹ Sb	⁸³ Bi	¹¹⁵		
6a	2/6	p6		⁸ O	¹⁶ S	³⁴ Se	⁵² Te	⁸⁴ Po	¹¹⁶		
7a	2/1	p1	ig/fc	¹ H	⁹ F	¹⁷ Cl	³⁵ Br	⁵³ I	⁸⁵ At	¹¹⁷	
8a	2/2	p2	tn/sp	² He	¹⁰ Ne	¹⁸ Ar	³⁶ Kr	⁵⁴ Xe	⁸⁶ Rn	¹¹⁸	
1a	1/1	s1	u/z	³ Li	¹¹ Na	¹⁹ K	³⁷ Rb	⁵⁵ Cs	⁸⁷ Fr	¹¹⁹	
2a	1/2	s2	n/n ⁰	⁴ Be	¹² Mg	²⁰ Ca	³⁸ Sr	⁵⁶ Ba	⁸⁸ Ra	¹²⁰	

ЭФФЕКТИВНЫЕ ЗАРЯДЫ И ПОЛЯРИЗАЦИЯ ВЕЩЕСТВА

Путинцев Н.М., Путинцев Д.Н. (МГТУ, кафедра химии,
E-mail: putincevnm@mstu.edu.ru)

Abstract. In the work the method of calculation of formal charges in moleculars situated in the condensed state of the substance has been proposed.

Эффективные заряды на атомах в молекулах появляются в процессе образования полярной ковалентной связи (с определенной величиной постоянного дипольного момента). Предполагается (Эйзенберг Д., Кауцман В. 1975), что в ряде случаев величина постоянного дипольного момента молекулы формируется не только дипольными моментами химических связей, но и дипольными моментами неподеленных электронных пар (молекулы H_2O , NH_3 , NF_3).

В данном исследовании поставлена задача разработать метод расчета значений эффективных зарядов на атомах молекул, находящихся в конденсированном состоянии. Задача решена на примере молекулы воды во льду *II*. Расчет значений эффективных зарядов на атомах Н в молекуле H_2O , произведенный по экспериментальным данным о ϵ_∞ и ϵ_S , показал, что «экспериментальная» величина дипольного момента молекулы воды может быть объяснена без привлечения понятия «дипольный момент неподеленной электронной пары».

Для определения величины эффективного заряда атомов водорода воспользуемся сведениями из теории поляризации (Путинцев Н.М., Путинцев Д.Н. 2007; Путинцев Н.М., Путинцев Д.Н., 2007), надмолекулярной структуры вещества и теоремой Гаусса для диэлектриков. В (Путинцев Н.М., Путинцев Д.Н. 2007; Путинцев Н.М., Путинцев Д.Н., 2007) отмечается, что распределение заряда в молекулах непосредственно связано с полной деформационной поляризованностью вещества ($P_{деф}^{общ}$), значения которой могут быть рассчитаны из соотношений (Путинцев Н.М., Путинцев Д.Н. 2007; Путинцев Н.М., Путинцев Д.Н., 2007) по экспериментальным данным о деформационной (высокочастотной) составляющей диэлектрической проницаемости ($\epsilon_{деф} = \epsilon_\infty$), молярного объема V_0 и внутренней энергии взаимодействия ($U_{вз}$)

$$P_{M.деф}^{общ} = (\epsilon_\infty - 1)V_0 = \frac{N_A}{\epsilon_0} \cdot \alpha_{деф}^{общ}, \quad (1)$$

$$N_A \alpha_{деф}^{общ} F^2 = 2U_{вз}, \quad (2)$$

$$P_{деф}^{общ} = \epsilon_0 (\epsilon_\infty - 1) F = n \alpha_{деф}^{общ} F \quad (3)$$

или по экспериментальным данным о статической диэлектрической проницаемости ϵ_S , V_0 и $U_{вз}$ из соотношений (Путинцев Н.М., Путинцев Д.Н. 2007; Путинцев Н.М., Путинцев Д.Н., 2007)

$$P_M = (\epsilon_S - 1)V_0 = \frac{N_A}{\epsilon_0} \frac{p^2}{kT} L(x_F), \quad (4)$$

$$N_A pFL(x_F) = 2U_{вз}, \quad (5)$$

$$L(x_F) = \frac{2U_{вз}}{2U_{вз} + R'T}, \quad (6)$$

$$P_{деф}^{общ} = npL(x_F), \quad (7)$$

где p - дипольный момент молекулы в среде; $R' = 8.314 \text{ Дж/моль} \times \text{К}$; $\alpha_{\text{деф}}^{\text{общ}}$ - полная деформационная поляризуемость молекулы; $k = 1.38066 \times 10^{-23} \text{ Дж/К}$; P_M - общая молярная поляризация вещества; $\epsilon_0 = 8.85419 \times 10^{-12} \text{ Ф/м}$; $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$; $P_{\text{деф}}^{\text{общ}}$ - полная деформационная поляризованность вещества, включающая в себя эффекты формирования постоянного дипольного момента μ (внутримолекулярная поляризация) и межмолекулярные эффекты (увеличение дипольного момента молекулы от μ до p); F - напряженность локального электрического поля; $L(x_F)$ - функции Ланжевена; $n = N_A/V_0$

Значения $P_{\text{деф}}^{\text{общ}}$ льда при $T_{\text{пл}}$ ($V_0 = 19.653 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$, $U_{\text{вз}} = 48800 \text{ Дж/моль}$, $\epsilon_\infty = 3.10$ (Auty R.P., R.H. Cole, 1952), $\epsilon_S = 91.75$), рассчитанные по данным ϵ_∞ и ϵ_S из соотношений (1)-(3) и (4)-(7), соответственно равны 0.3039 и 0.3012 Кл/м². В качестве величины ϵ_S льда Ih при $T_{\text{пл}}$ нами взято среднее значение из 91.5 (Auty R.P., R.H. Cole, 1952)) и 92.0 (Hasted J.B., 1961).

Согласно теореме Гаусса поток вектора поляризованности ($P_{\text{деф}}^{\text{общ}}$) через сферическую поверхность равен сумме связанных (поляризационных) зарядов

$$\Phi = P_{\text{деф}}^{\text{общ}} \times 4\pi (R^*)^2 = \sum q_{i.\text{пол}} = q_{\text{пол}}, \quad (8)$$

находящихся внутри этой поверхности.

В нашем методе важно выбрать величину площади поверхности S , окружающей молекулу и захватывающей атомы Н ее первых ближайших соседей (рис.1). Для этого надо знать структурные характеристики молекулы и ее ближайшего окружения (число ближайших соседей Z , межмолекулярное расстояние, длину химической связи и ковалентные радиусы атомов в молекулах). Данная процедура выполняется достаточно просто только для кристаллов, состоящих из небольшого числа частиц и структура которых хорошо изучена (лед Ih , аммиак и др.). В качестве радиуса сферы (R^*) следует брать расстояние, равное разности расстояния R_1 между ближайшими молекулами в структуре вещества, определяемого экспериментально, и радиуса центрального атома (r_o^*) молекулы (рис.1), т.е. $R^* = R_1 - r_o^*$. Внутри поверхности $S = 4\pi (R^*)^2$, окружающей молекулу воды во льду Ih , находятся 2 избыточных заряда q_H^* , которые формируют величину эффективного заряда атома кислорода $q_o^* = 2q_H^*$ во льду (рис.1).

При этом $q_{\text{пол}} = (Z/2) \times q_H^* = 2q_H^*$, (во льду Ih величина $Z=4$). «Звездочкой» обозначены характеристики атомов или молекул в кристаллическом состоянии.

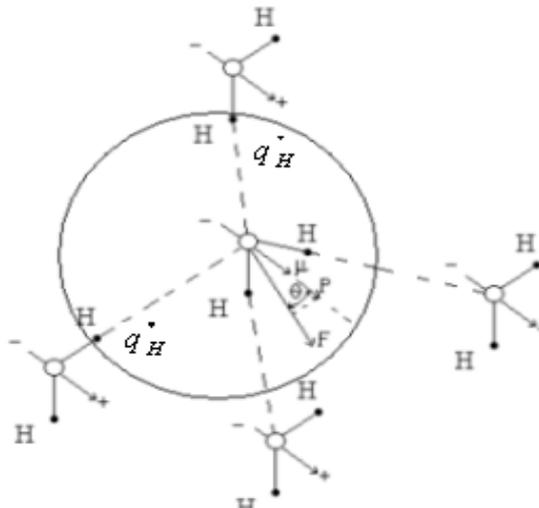


Рис. 1

Радиусы атомов зависят от условий среды (Сколунов А.В., 1999; *Краткий справочник физико-химических величин*, 1988) (от координационного числа Z , температуры и давления). Ковалентные радиусы атомов в мономерной молекуле воды (Сколунов А.В., 1999) равны: $r_O=0.587$ и $r_H=0.371\text{Å}$. Сумма r_O и r_H (0.958Å) не противоречит длине О-Н связи ($r_{O-H}=0.9572\text{Å}$) в мономерной молекуле воды (Эйзенберг Д., Кауцман В. 1975).

Предположим, что увеличение ковалентного радиуса атома (Δr) при переходе из мономерного состояния в кристаллическое при постоянстве температуры и давления пропорционально величине вклада i -го атома в длину химической связи. Тогда значения ковалентных радиусов атомов О и Н во льду lh при $T_{пл}$ будут определяться через радиусы соответствующих атомов мономерных молекул

$$r_i^* = r_i + \frac{r_{СВЯЗИ}^* - r_{СВЯЗИ}}{r_{СВЯЗИ}} \cdot r_i, \quad (9)$$

где $r_{СВЯЗИ}^*$ - длина химической связи в кристалле, а $r_{СВЯЗИ}$ - в мономерной молекуле.

Из выражения (9) получаем: $r_O^*=0.62 \times 10^{-10}$ и $r_H^*=0.39 \times 10^{-10}$ м. Величина $R^*=2.14\text{Å}$, так как расстояние R_1 во льду lh при $T_{пл}$ равно 2.760Å (Эйзенберг Д., Кауцман В. 1975). Справочное значение r_O^* в кристаллах при $Z=6$ по Полингу равно 0.66Å (*Краткий справочник физико-химических величин*, 1988). С учетом поправочного коэффициента (-6%) (*Краткий справочник физико-химических величин*, 1988)) для $Z=4$ (лед lh), получаем $r_O^*=0.62 \times 10^{-10}$ м. Значения характеристик процесса поляризации льда lh , рассчитанные из соотношений (1) – (8) по данным ϵ_∞ и ϵ_S , приведены в таблице.

Таблица. Значения характеристик процесса поляризации во льду lh при $T_{пл}$
(p в Кл×м, F в В/м, $\alpha_{деф}^{обц}$ в Кл×м²/В; $P_{деф}^{обц}$ в Кл/м²; q_H^* и q_O^* в |e|; |e|=1.602177×10⁻¹⁹Кл)

	$p \times 10^{30}$	$F \times 10^{-10}$	$\alpha_{деф}^{обц} \times 10^{42}$	$L(x_F)$	$P_{деф}^{обц}$	q_H^*	q_O^*
$\epsilon_\infty=3.10$	10.148	1.6343	606.815	0.97726	0.3039	0.5458	1.0916
$\epsilon_S=91.75$	10.060	1.6486	596.320	-	0.3012	0.5410	1.0814

Значения эффективных зарядов на атомах водорода и кислорода обуславливают дипольные моменты химических связей О - Н

$$\mu_{СВЯЗИ} = |q_H| \cdot r_{СВЯЗИ}. \quad (10)$$

Величина дипольного момента молекулы воды в мономерном состоянии или в кристалле определяется из соотношений

$$\mu(H_2O) = 2\mu_{O-H} \cos(\varphi/2), \quad (11)$$

$$p(H_2O) = 2p_{O-H} \cos(\varphi^*/2), \quad (12)$$

где p_{O-H} , φ^* - дипольный момент химической связи и угол между химическими связями в кристалле льда lh . В выражениях (11) и (12) предполагается, что дипольный момент молекулы равен векторной сумме дипольных моментов химических связей О-Н. Подставив значения параметров мономерной молекулы воды ($\mu=6.188 \times 10^{-30}$ Кл×м, $r_{O-H}=0.9572 \times 10^{-10}$ м, $\varphi=104.523^\circ$) и молекулы во льду при $T_{пл}$ ($p=10.06 \times 10^{-30}$ Кл×м; $r_{O-H}^*=1.01 \times 10^{-10}$ м, $\varphi^*=109.5^\circ$) в выражения (11) и (12), получаем значения эффективного заряда на атомах Н в мономерной молекуле ($q_H=0.3296|e|$) и в молекуле во льду при $T_{пл}$ ($q_H^*=0.5386|e|$).

Фактическое равенство зарядов q_H^* (табл.), найденных без привлечения понятия дипольный момент химической связи (0.5410 и 05458)|e|), с зарядом (0.5386|e|), найденным из выражений $p_{O-H} = |q_H^*| \cdot r_{O-H}$ и (12) при величине $p(H_2O) = 10.060 \times 10^{-30}$ Кл·м, показывает, что дипольный момент молекулы воды, имеющей две неподеленные электронные пары, может быть представлен в виде векторной суммы дипольных моментов химических связей О-Н без привлечения понятия "дипольный момент неподеленной электронной пары".

При переходе молекул H_2O из мономерного состояния ($q_H \approx 0.33|e|$) в лед II ($q_H^* \approx 0.54|e|$) величина эффективного заряда увеличивается, что объясняется поляризацией вещества.

Фактическое равенство значений q_H^* в молекуле воды, найденных разными методами, подтверждает основные положения работ (Путинцев Н.М., Путинцев Д.Н. 2007; Путинцев Н.М., Путинцев Д.Н., 2007).

Литература

1. Эйзенберг Д., Кауцман В. Структура и свойства воды. Л.: Гидрометеиздат. 1975. 279 с.
2. Путинцев Н.М., Путинцев Д.Н. // Журн. физ. химии. 2007. Т.81. №4. С.667-671.
3. Путинцев Н.М., Путинцев Д.Н. // Журн. физ. химии. 2007. Т.81. №4. С.660-667.
4. Auty R.P., R.H. Cole // J. Chem. Phys. 1952. V.20. №8. P. 1309-1314.
5. Hasted J.B. // Progress in Dielectric. 1961. V.3. P. 101-149.
6. Сколунов А.В. // Журн. физ. химии. 1999. Т.73. №9. С.1598 -1601.
7. Краткий справочник физико-химических величин. / Под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой. Л.: Химия. 1988. 231 с.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ СОДЕРЖАНИЯ СЕРЫ В ЛЕГИРОВАННОМ СЕЛЕНИДЕ ГАЛЛИЯ

Сачкова Е.И.¹, Горчаков Э.В.², Малиновская Т.Д.¹, Глызина Т.С.²
(г. Томск, ¹ОСП «Сибирский физико-технический институт Томского государственного университета», лаборатория полупроводникового материаловедения, e-mail: vioes@mail.ru; ²Томский политехнический университет, лаборатория «Геологии золота – платина», beski@mail.ru)

Abstract. In this work a possibility of sulfur quantitative determination in doped GaSe was studied by voltamperometric method at a mercury-film electrode. There was a peak of sulfide-ion solution on the voltamperometric curve at -0.3 V in a 1 M formic acid solution. The number of sulfur in doped GaSe was determined by a size of this peak.

За полярографическим поведением сульфид-ионов (S^{2-}) наблюдали многие исследователи (1-3). Но полученные данные были применимы для таких объектов как: сульфиды натрия, цинка, кадмия, продукты питания. Однако предложенные методики напрямую не давали достоверных результатов для определения серы в селениде галлия. Селенид галлия слоистый и хрупкий материал. Поэтому не мог быть использован напрямую, как материал рабочего электрода. Попытки проведения твердофазного определения серы в легированном селениде галлия не увенчались успехом. Количественная оценка по сере была занижена.

Цель работы заключалась в разработке методики определения серы из растворов в легированном селениде галлия.

Вольтамперные кривые снимали на анализаторе ТА-4 с программным обеспечением (производитель НПП «Томьаналит», г. Томск). В качестве рабочего электрода использовали ртутно-пленочный электрод, электрод сравнения – хлорсеребряный, заполненный насыщенным раствором хлорида калия (KCl).

При выборе условий проведения съемки вольтамперных кривых были построены зависимости силы тока аналитического сигнала компонента смеси от потенциала и времени накопления. Зависимости строили, исходя из анализа вольтамперных кривых растворов сульфида натрия (для серы), хлорида галлия (для галлия). При снятии вольтамперных кривых для сульфидных растворов наиболее приемлемыми являлись потенциал накопления – 1.0 В, время – 120 с. При этих условия пики были четкими, явно выраженными. В качестве фонов использовали 1 М растворы гидроксида натрия, муравьиной, щавелевой и винной кислот. Электрохимическое определение вели при УФ облучении анализируемых растворов на стадиях накопления и растворения. При отсутствии УФ облучения пики получались пологими, особенно у серы и селена. На вольтамперных кривых, полученных на фонах растворов щавелевой и винной кислот, не удалось обнаружить аналитические сигналы соответствующих компонентов, вероятно, они были экранированы пиками веществ, образовавшихся в результате УФ облучения перечисленных кислот.

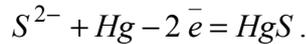
Для более концентрированных растворов сульфида натрия или при увеличении аликвоты сульфидных растворов на вольтамперных кривых было замечено раздвоение пика, которое исчезало при повторной съемке.

В ходе исследования влияния различных факторов на аналитический сигнал серы были установлены следующие условия проведения электрохимического определения серы: ультрафиолетовое облучение (УФ) анализируемого раствора на стадии накопления и растворения раствор; потенциал накопления серы составил –1.0 В,

время – 120 с; скорость развертки – 50 мВ/с. Вольтамперограммы фиксировали в интервале от –0.6 до 0.05 В.

Перед началом проведения электрохимического определения легированный селенид галлия (GaSe/S) сплавляли с гидроксидом натрия (NaOH) в соотношении 1:10. Полученный сплав растворяли в 20 мл 1 М раствора NaOH. Для получения аналитического сигнала брали аликвоту 0.02 мл.

На вольтамперной кривой анализируемого образца наблюдается наличие пика при - 0.3 В (рис. 1), который отвечает реакции растворения сульфида-ионов (S^{2-}):



Для достоверности полученного аналитического сигнала, отнесенного к сигналу определяемой серы, готовили раствор сульфида натрия ($c = 0,02$ моль/л). Вольтамперную кривую приготовленного раствора снимали при тех же условиях, что и анализируемый образец. Как видно из рисунка 1, пики серы сульфида натрия и легированного селенида галлия симметричны. Следовательно, для количественной оценки серы в легированном селениде галлия можно использовать калибровочный график (высота пика – концентрация серы) сульфида натрия, построенный из обработки вольтамперных кривых растворов сульфида натрия различных концентраций.

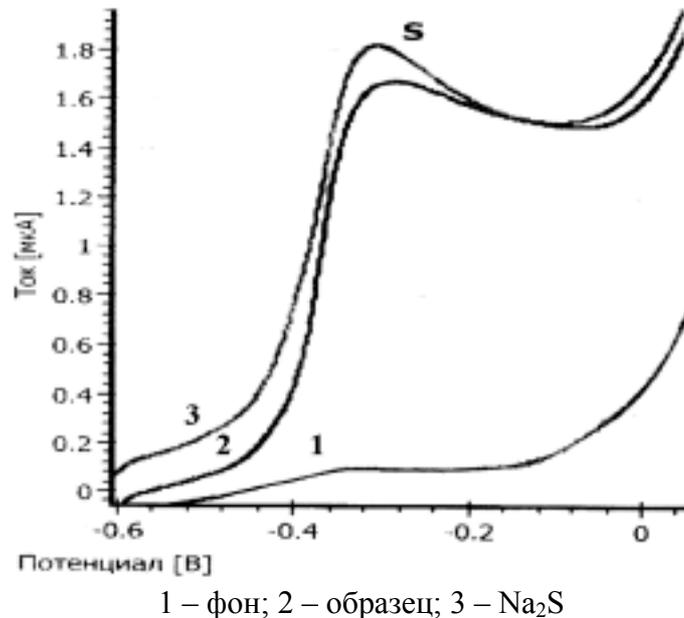


Рис. 1. Вольтамперные кривые раствора сульфида натрия и анализируемого образца (10 мас. % S /GaSe). Фон 1 М раствор муравьиной кислоты.

Сравнительная оценка истинного содержания серы в легированном селениде галлия с результатом, полученным в результате обработки вольтамперных данных, приведена в таблице 1.

Табл. 1 – Содержание серы в легированном селениде галлия

№ образца	Содержание серы, %	
	практическое	экспериментальное
1.2.02.08	2	1.8
2.11.02.08	7	7.1
3.20.02.08	10	9.6

Таким образом, из проделанного ряда экспериментов было показано, что разработанный процесс пробоподготовки позволяет получить четко выраженные сигналы серы в присутствии остальных компонентов анализируемого образца (селена, галлия). Установлено, что электрохимическое определение серы в легированном селениде галлия из растворов необходимо проводить на фоне 1М растворов муравьиной кислоты или гидроксида натрия с использованием ультрафиолетового облучения. Было замечено, что при повторном снятии вольтамперных кривых аналитический сигнал серы образца и сульфида натрия убывает.

Разработанная методика позволяет с достоверной точностью проводить количественную оценку серы в легированном селениде галлия. Методика проста и позволяет достаточно быстро проводить определения.

Литература

1. Брайнина Х.З., Нейман Е.Я., Слепушкин В.В. Инверсионные электроаналитические методы. М.: Химия. 1988. 239 с.
2. Бусев А.И., Симонова Л.Н. Аналитическая химия серы. М.: Наука. 1975. 271 с.
3. Выдра Ф., Штулик К., Полокова Э. Инверсионная вольтамперометрия. М.: Мир. 1980. с. 213-214.

ПОЛУЧЕНИЕ ХОНДРОИТИНА СУЛЬФАТА ИЗ ХРЯЩЕВОЙ ТКАНИ РЫБ И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО СВОЙСТВ

Снегерова М.Н. (МГТУ, кафедра химии), **Новиков В.Ю.** (Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (ПИИРО), лаборатория биохимии и технологии, E-mail: nowit@pinro.ru), **Коновалова И.Н.** (МГТУ, кафедра химии)

Хондроитинсульфат - сульфатированный гликозаминогликан (ГАГ), составленный из цепи чередующихся сахаров (N-ацетил-галактозамина и глюкуроновой кислоты). Длинные цепочки хондроитина образуют часть основной субстанции хрящевой ткани и помогают сделать хрящ более устойчивым к давлению, которое оказывает на него вес тела. Кроме того, хондроитин сульфат принимает участие в формировании костной ткани, связок, а также в поддержании упругости и эластичности сосудистой стенки. Наряду с глюкозамином, хондроитина сульфат стал широко используемой пищевой добавкой для лечения остеоартритов (AbdelFattah W., 2001; 2). В связи с этим, возникает вопрос разработки технологии получения хондроитинсульфата из доступного сырья. Соответственно, необходимо изучение его физико-химических свойств, разработка и апробация методов количественного анализа вещества.

На рис. 1 представлена структура молекулы хондроитинсульфата.

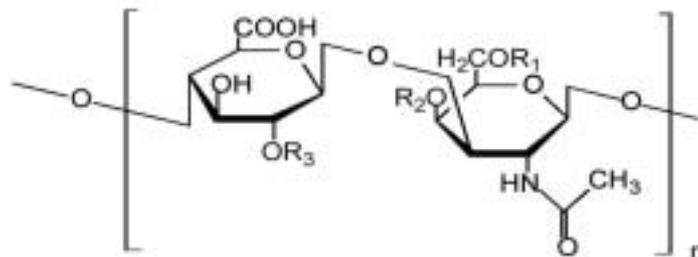


Рис. 1 – Строение основной структурной части хондроитинсульфата:
хондроитинсульфат А $R_1: H, R_2: SO_3H, R_3: H$;
хондроитинсульфат С $R_1: SO_3H, R_2: H, R_3: H$

Экспериментальная часть

Хондроитина сульфат был получен в лаборатории по технологии (Пат. 20030162744 US) из хрящевой ткани голов семги.

Из голов семги извлекался носовой хрящ, очищался от остатков окружающих тканей, затем перемалывался. Полученное сырьё обезжиривалось трехкратным промыванием ацетоном, потом высушивалось. Проводился щелочной гидролиз обезжиренного хряща 0,2 н. NaOH при температуре 37 °С в течение трёх часов. Далее проводился двухступенчатый ферментативный гидролиз при температуре 50 °С в течение 5 часов. Полученный гидролизат центрифугировали 30 минут при 8000 об/мин., а затем фильтровали через мембрану с размером пор 0,45 мкм. Затем в гидролизат добавлялся двукратный объём этанола, смесь выдерживалась не менее 20 часов. Для извлечения осадка смесь центрифугировали при 8000 об/мин. в течение 30 минут. Осадок промывали этанолом и снова центрифугировали. Полученное вещество высушивалось.

Так же был получен препарат хондроитина при помощи ультрафильтрационных колонок. В этом случае после гидролиза раствор пропустили через колонку на 100 кД,

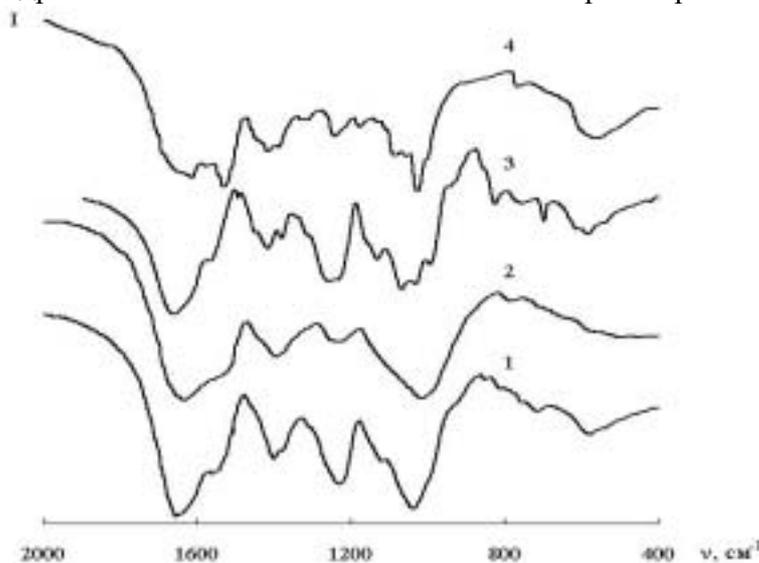
чтобы отделить от примесей белка и др., а потом сконцентрировали на мембранах колонки на 50 кД. Далее раствор обрабатывался как описано выше.

Для сравнения использовали препарат «Терафлекс» (Health Life, США), содержащий в составе хондроитин сульфат и D-глюкозамин гидрохлорид.

Идентификацию полученного препарата проводили сравнением инфракрасных спектров (ИК) со спектрами препарата «Терафлекс» и приведенными в научной литературе (Fourier transform..., 2005). Спектры поглощения препаратов в таблетках KBr записывали на ИК спектрофотометре IR-420 (Shimadzu Corp., Япония) в диапазоне частот от 4000 до 400 cm^{-1} (рисунок 2).

Для изучения фракционного состава хондроитина в полученном препарате хондроитина сульфата и «Терафлекс» использовали эксклюзионную ВЭЖХ.

Хроматографирование растворов образцов проводили на жидкостном хроматографе LC-10A_{VP} (Shimadzu Corp., Япония) с использованием эксклюзионной колонки TSK-gel Alpha-4000 (30 × 0,78 см) с предколонкой TSK-guardcolumn Alpha (6 × 0,4 см) (TOSOH, Япония). Выходящие с колонок фракции регистрировали по оптическому поглощению веществ с помощью ультрафиолетового спектрофотометрического детектора SPD-10A_{VP} и диодной матрицы SPD-M10A_{VL} на длине волны 205 нм. На рисунке 3 представлены хроматограммы препарата хондроитина в зависимости от ионной силы раствора элюента (NaCl).



1 – спектр препарата, полученного по технологии (Пат. 20030162744 US);
2 – спектр препарата, полученного на мембранах;
3 – спектр хондроитинсульфата из (Fourier transform..., 2005);
4- спектр препарата «Терафлекс».

Рис. 2 – Инфракрасные спектры поглощения полученных препаратов в таблетках KBr:

Обсуждение результатов

Пики поглощения на инфракрасном спектре препарата хондроитина полученного по технологии (Пат. 20030162744 US) совпадают с данными из литературного источника (Fourier transform..., 2005). Спектр препарата, полученного на мембранах так же показывает три характерных пика, но в данном случае нечетких, что может означать наличие нежелательных примесей. ИК препарата «Терафлекс» не имеет хорошо выраженных пиков, характерных для хондроитина сульфата, что вызвано наложением спектра содержащегося в смеси D-глюкозамина гидрохлорида.

При хроматографировании растворов, содержащих препарат хондроитина, было замечено смещение пиков одной хроматограммы относительно другой (рис. 3). Было выяснено, что на положение пиков влияет ионная сила раствора элюента (NaCl). С увеличением ионной силы пики сдвигаются вправо, как это отмечается для других полиэлектролитов (Беленький, Б. Г., 1978). При уменьшении ионной силы раствора становятся выгоднее развернутые конформации макромолекул полиэлектролитов (так

называемое полиэлектролитное набухание). Среднестатистические размеры молекул растут и это приводит к уменьшению удерживаемых объемов в эксклюзионной ВЭЖХ. Избежать полиэлектролитного набухания можно добавлением в раствор нейтрального электролита, экранирующего ионные группы. В этом случае хроматограмма образцов будет соответствовать их молекулярно-массовому распределению. При анализе полученной зависимости удерживаемого объема хондроитина сульфата от концентрации NaCl нами установлено, что полное подавление полиэлектролитного набухания происходит при концентрации NaCl, превышающей 0,05 моль/л. При меньшей ионной силе раствора наблюдается несколько пиков на хроматограммах, обусловленных различными конформациями молекул хондроитина сульфата. При концентрации NaCl больше 0,05 моль/л наблюдаются два основных перекрывающихся пика с удерживаемыми объемами 10 и 10,8 мл, соответствующими двум фракциям полисахарида.

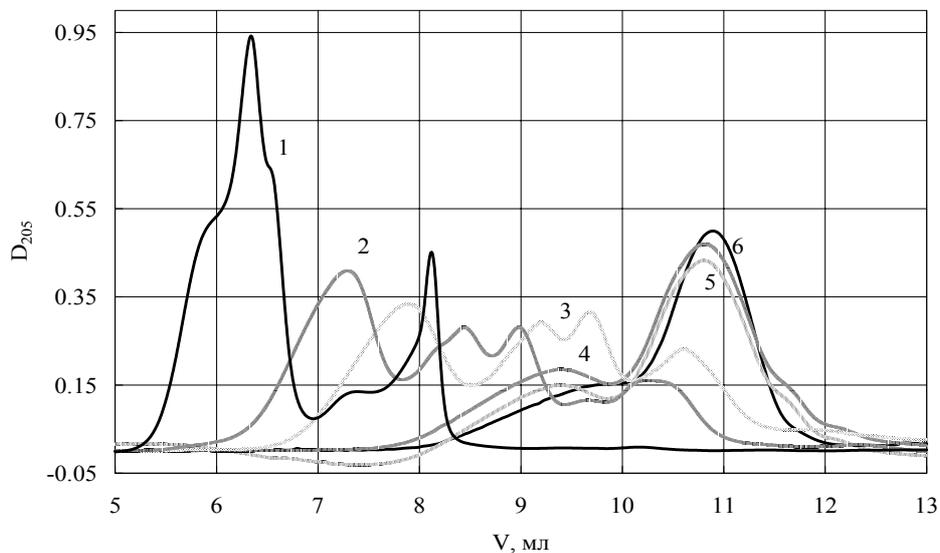


Рис. 3 – Хроматограммы препарата хондроитина в зависимости от концентрации NaCl в элюенте.

Выводы

1. Был получен препарат хондроитина из хрящевой ткани голов сёмги по известной технологии
2. Инфракрасные спектры препаратов сходны с литературными данными.
3. Выявлена зависимость смещения пиков на хроматограмме препаратов хондроитина от ионной силы раствора элюента.

Литература

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. Fourier transform infrared imaging of focal lesions in human osteoarthritic cartilage / E. David-Vaudey, A. Burghardt, K. Keshari, A. Brouchet, M. Ries, S. Majumdar // Eur. Cells and Mater. – 2005. – Vol. 10. – P. 51-60.
3. Пат. 20030162744 US, МПК А61К 031/737, С08В 037/00. Salmon-origin chondroitin sulfate / М. Takai, Н. Kono; № 220539; заявл. 17.12.2002; опубл. 28.08.2003.
4. Беленький, Б. Г. Хроматография полимеров / Б. Г. Беленький, Л. З. Виленчик. – М.: Химия, 1978. – 344 с.

ДЕПОЛИМЕРИЗАЦИЯ ХИТОЗАНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ФЕРМЕНТОВ ГЕПАТОПАКРЕАСА КАМЧАТСКОГО КРАБА В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Степанова Н.В., Коновалова И.Н. (МГТУ, кафедра химии,
e-mail: putincevnm@mstu.edu.ru, stepanovanv@mstu.edu.ru)

Abstract. Influence of electrochemical processing on an intensification of process chitosan hydrolysis by a fermental preparation from the *Paralithodes Camtschaticus* hepatopancreas is investigated. Decrease of molecular weight of chitosan is revealed at electrochemical processing in comparison with hydrolysis by ferment in absence of electrochemical processing.

Переработка отходов промысла северной креветки *Pandalus borealis* включает в себя получение белкового ферментативного гидролизата, хитина и продуктов переработки последнего – хитозана и глюкозамина. В целях комплексной обработки таких ценных продуктов как хитозан и получения глюкозамина рядом исследователей изучена хитиназная и хитоназная активность ферментного препарата, выделенного из гепатопанкреаса камчатского краба. Показана возможность использования ферментного препарата для гидролиза хитина и хитозана. Однако вопрос об интенсификации данного процесса остается актуальным.

Целью данной работы является интенсификация процесса ферментативного гидролиза хитозана ферментным препаратом из гепатопанкреаса камчатского краба в условиях электрохимической обработки.

В качестве гидролизующего агента использовали комплексный ферментный препарат, полученный из гепатопанкреаса камчатского краба *Paralithodes Camtschaticus* и обладающий как протеолитической и коллагенолитической, так и амилолитической и липолитической активностью. Исследовали влияние электрохимической обработки на интенсификацию процесса ферментативного гидролиза хитозана. В качестве субстрата использовали хитозан, полученный из хитина панциря северной креветки *Pandalus borealis*. Гидролиз хитозана оценивали по изменению молекулярной массы полисахарида. Молекулярную массу определяли вискозиметрически, для чего определяли характеристическую вязкость в системе 0,3 М уксусная кислота и 0,3 М хлорид натрия. Средневязкостную молекулярную массу рассчитывали по уравнению Марка-Куна-Хаувинка. Кинематическую вязкость 1 %-ного раствора хитозана в 2 % растворе уксусной кислоты измеряли с помощью капиллярных вискозиметров ВПЖ-4 при 20 °С.

Гидролиз хитозана осуществляли при температуре 50 °С в течение 2 часов при концентрации ферментного препарата 10 %. В качестве контроля использовали хитозан в отсутствии ферментного препарата. В случае электрохимической обработки исследуемая смесь помещалась в электролизер и, одновременно с ферментативным гидролизом, обрабатывалась постоянным током при плотности тока 20 А/м².

Исследовано влияние электрохимической обработки на интенсификацию процесса ферментативного гидролиза хитозана ферментным препаратом из гепатопанкреаса камчатского краба. Обнаружено снижение молекулярной массы хитозана при электрохимической обработке по сравнению с ферментативным гидролизом в отсутствии электрохимической обработки.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НЕВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ В РАМКАХ ПЛАЗМОПОДОБНОЙ МОДЕЛИ

Танганов Б.Б., Бубеева И.А., Багаева Т.В. (г. Улан-Удэ, ВСГТУ, кафедра «Неорганическая и аналитическая химия», e-mail: b-ir@rambler.ru)

Abstract. We present model of teoretical estimation of thermal conduction of electrolytic solutions based on application of model ideas and notions onf plasma-like condition of ions in different dielectric phases. This work estimated attempt of utilization the notion's data for defenition conduction of electrolytes in the organic solvents.

Растворы электролитов являются удобными объектами для исследования таких транспортных свойств как электропроводность, вязкость, диффузия и теплопроводность. Среди перечисленных свойств растворов электролитов одним из самых интересных как с прикладной, так и фундаментальной точки зрения является теплопроводность.

Целью работы является определение возможности применения модельных представлений и понятий плазмopodobного состояния ионов (1-8) для оценки коэффициента теплопроводности неводных растворов электролитов в диапазоне изменения температур и концентраций.

Применение одной модели для расчета теплопроводности предполагает использование диэлектрической постоянной, энергии межмолекулярных взаимодействий, дипольного момента, радиуса и молярной массы молекулы растворителя.

В основе исследования теплопроводности в неводных растворах электролитов лежит плазмopodobная модель оценки коэффициента теплопроводности (9-16), разработанная для водных растворов. При этом теоретические оценки теплопроводности водных растворов индивидуальных и смешанных электролитов на основе модельных представлений и понятий плазмopodobного состояния ионов проводились по уравнению:

$$\lambda = \frac{\left(\frac{5}{2}RT - 2\hbar\omega\right) \cdot N_A}{6\pi \cdot \mu \cdot r_s \cdot b \cdot \left(1 + \frac{r_s}{r_d}\right)},$$

где R – газовая постоянная; T – температура, К; $\hbar\omega = \sqrt{\frac{4\pi \cdot z_i^2 \cdot e^2 \cdot \hbar^2 \cdot C \cdot N_A}{1000\mu}}$ – энергия

колебательного процесса "ассоциация – диссоциация"; $z_i e$ – элементарный заряд; \hbar – постоянная Планка; C – концентрация раствора, моль/л; N_A – постоянная Авогадро;

$\mu = \frac{m_{Kt} \cdot m_{An}}{m_{Kt} + m_{An}}$ – приведенная масса несольватированных ионов; m_i – молярная масса

иона; $r_s = \sqrt[3]{\frac{25z_i \cdot e \cdot p \cdot \hbar^2 \cdot n_s}{3M \cdot R_s \cdot k_B^2 \cdot T^2}}$ – радиус сольватированных ионов; p – дипольный

момент молекулы растворителя; $n_s = \frac{z_i e \cdot R_s^2}{r_i \cdot p} - \frac{5k_B \cdot T \cdot \epsilon \cdot R_s^2}{2e \cdot p}$ – сольватное число иона;

R_s – радиус молекулы растворителя; r_i – радиус иона; k_B – постоянная Больцмана; ϵ –

диэлектрическая постоянная; M – молярная масса растворителя;
 $b = \frac{z_i^2 \cdot e^2}{4\epsilon \cdot \Delta H^2} \sqrt{\frac{2}{\mu_s} \left(\frac{5}{2} RT - 2\hbar\omega \right)} \cdot f$ – подвижность иона; ΔH – энергия водородной связи

растворителя; $\mu_s = \frac{m_s(Kt) \cdot m_s(An)}{m_s(Kt) + m_s(An)}$ – приведенная масса сольватированных ионов;

$m_s = m + n_s \cdot M$ – масса сольватированного иона; $f = \exp\left(-\sqrt{\frac{4\pi \cdot z_i^2 \cdot e^2 \cdot C \cdot N_A \cdot \hbar^2}{1000\mu \cdot k_B^2 \cdot T^2}}\right)$ –

функция максвелловского распределения по скоростям движения ионов;

$r_d = \sqrt{\frac{1000\epsilon \cdot k_B \cdot T}{4\pi \cdot z_i^2 \cdot e^2 \cdot C \cdot N_A}}$ – дебаевский радиус экранирования.

Получение обобщающей модели для расчета теплопроводности растворов электролитов дает возможность использования ее для оценки теплопроводности электролитов в органических растворителях.

В таблице представлены некоторые значения коэффициента теплопроводности растворов электролитов в этаноле при различных концентрациях и температурах.

Таблица. Значения коэффициента теплопроводности растворов электролитов в этаноле

Электролит	Температура, К	$\lambda \cdot 10^3, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$			
		при концентрации, моль/л			
		0,0001	0,001	0,01	0,1
$Ba Cl_2$	288	505	498	480	430
	293	506	500	481	433
	298	507	501	483	435
$(NH_4)_2 SO_4$	288	509	503	486	439
	293	510	505	488	442
	298	512	506	489	444

Полученные результаты свидетельствуют о том, что, пользуясь одной теоретической моделью, апробированной на водных растворах, возможно получение данных по теплопроводности растворов электролитов в неводных растворителях.

Теоретические расчеты коэффициентов теплопроводности растворов электролитов по разработанной модели позволят прогнозировать перенос количества теплоты в водных и неводных растворах электролитов и их смесях. Смешанные растворители имеют ряд неоспоримых преимуществ перед индивидуальными растворителями. Одним из важнейших преимуществ смешанных растворителей является высокая растворяющая способность в отношении веществ, плохо или вовсе нерастворимых в индивидуальных растворителях.

Технической задачей предложенной теоретической модели является исследование теплофизических свойств смешанных растворов электролитов, получение данных по теплопроводности смешанных растворов электролитов в широком диапазоне изменения концентраций и температур, а также применение полученных данных в исследовательских целях.

Полученные уравнения для оценки теплопроводности позволят проводить теоретические оценки температурной и концентрационной зависимости водных и неводных растворов симметричных и несимметричных электролитов, а в дальнейшем и их смесей.

Исследование физико-химических свойств растворов электролитов в широком диапазоне изменения температур и концентраций необходимо для более глубокого понимания температурно-концентрационных изменений в структуре растворов при решении технологических вопросов.

Для экспериментального подтверждения теоретически полученных данных по теплопроводности неводных растворов электролитов была использована ранее разработанная установка (17). Данное устройство позволяет исследовать теплофизические свойства растворов электролитов, проводить научно-исследовательские эксперименты и лабораторные работы по теплофизическим измерениям.

Установка для определения теплопроводности растворов электролитов содержит электрически связанные два датчика-преобразователя, блок регистрации, источник питания. Термоэлектроды располагаются внутри датчиков-преобразователей, которые соединяются с регистрирующим блоком. При этом один из датчиков соединяется с источником питания и помещается в термостатированную измерительную ячейку с исследуемым раствором, поддерживающую постоянную температуру с помощью жидкостного термостата, а другой датчик помещается в микрохолодильник с тающим льдом.

Предлагаемая установка для определения теплопроводности растворов электролитов, выполненная с двумя датчиками - преобразователями, позволяет получать данные по теплопроводности исследуемых растворов электролитов в широком диапазоне изменения концентраций и температур.

Предлагаемая установка позволяет широко ее использовать для исследования теплопроводности растворов электролитов. Она обладает достаточной воспроизводимостью получаемых данных по теплопроводности водных растворов электролитов и может использоваться для определения теплопроводности неводных растворов электролитов в интервале концентраций и температур.

Литература

1. Балданов М.М., Танганов Б.Б., Мохосоев М.В. Плазмоподобное состояние растворов электролитов и диссипативные процессы // ДАН СССР.-1989.-Т.308.-№2.-С. 397-401.
2. Балданов М.М., Иванов С.В., Танганов Б.Б. Плазмоподобное состояние растворов электролитов и проблема вязкости // ЖОХ.-1994.-Т.64.-№5.-С. 719-721.
3. Балданов М.М., Танганов Б.Б., Иванов С.В. Плазмоподобное состояние растворов электролитов и проблема диффузии // Тез. докл. III Российской конф. "Химия и применение неводных растворов".-Иваново.-1993.-С. 44.
4. Балданов М.М., Иванов С.В., Иванов В.Ф., Танганов Б.Б. К проблеме устойчивости состояния ионов в растворах электролитов // ЖФХ.-1995.-Т.69.-№3.-С. 529-531.
5. Балданов М.М., Танганов Б.Б., Мохосоев М.В. Неэмпирический расчет сольватных чисел ионов в растворах // Тез. докл. IV Всесоюз. совещания "Проблемы сольватации и комплексообразования в растворах".-Иваново.-1989.-ч. II.-С. 174.
6. Балданов М.М., Мохосоев М.В., Танганов Б.Б. Неэмпирический расчет сольватных чисел ионов в растворах // ДАН СССР.-1989.-Т.308.-№1.-С. 106-110.
7. Балданов М.М., Танганов Б.Б., Мохосоев М.В. Неэмпирический расчет сольватных чисел ионов в растворах // Проявление природы растворителя в термодинамических свойствах растворов: Межвуз. сборник.-Иваново.-1989.-С. 66-70.
8. Балданов М.М., Танганов Б.Б. К проблеме сольватных чисел и масс сольватированных ионов в спиртовых растворах // ЖФХ.-1992.-Т.66.-№4.-С. 1084-

1088.

9. Танганов Б.Б., Балданов М.М., Гребенщикова М.А., Балданова Д.М., Бубеева И.А. Применимость модели гидродинамических флуктуаций к оценке температурной зависимости транспортных свойств растворов симметричных и несимметричных электролитов // Вестник ВСГТУ. Улан-Удэ, 2001. Вып. 3. С. 68-75.
10. Танганов Б.Б., Бубеева И.А. Теплопроводность водных растворов индивидуальных электролитов и их смесей // Актуальные проблемы современной науки: Тр. 3-й междунар. конф. молодых ученых. Естественные науки. Ч.4-6. Секции: Физика. Химия. Науки о Земле. Электронное издание. Самара. 2002. С. 39-40. Web-сайт.- Системные требования: IBM PC, Internet Explorer (<http://povman.sstu.edu.ru>). Гос. Рег. 0320201180.
11. Балданов М.М., Танганов Б.Б., Бубеева И.А. Теплопроводность водных растворов электролитов // Докл. СО АН ВШ. 2003. № 2(8). С. 14-17.
12. Бубеева И.А., Танганов Б.Б., Балданов М.М. Перенос энергии в растворах электролитов (модель и эксперимент) // Сборник науч. тр. Серия: Химия и биологически активные вещества. Улан-Удэ. Изд-во ВСГТУ. 2004. Вып. 8. С. 17-21.
13. Бубеева И.А., Танганов Б.Б., Балданов М.М. Применение плазмоподобной модели к оценке теплопроводности смешанных растворов электролитов // Актуальные проблемы современной науки: Сб. статей 4-й междунар. конф. молодых ученых и студентов. Ч. 4-7. Самара. 2003. С. 62-64.
14. Бубеева И.А., Танганов Б.Б., Балданов М.М. Использование плазмоподобной модели для расчета теплопроводности смешанных систем // Сборник науч. тр. Серия: Химия и биологически активные вещества. Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ. 2004. Вып. 9. С. 9-12.
15. Танганов Б.Б., Балданов М.М., Бубеева И.А. Определение коэффициента теплопроводности смешанных растворов электролитов в рамках плазмоподобной модели // Мат-лы IV междунар. науч. конф. «Химия, химическая технология и биотехнология на рубеже тысячелетий». Том 2. Томск. Изд-во ТПУ. 2006. С. 130-131.
16. Танганов Б.Б., Балданов М.М., Бубеева И.А. Оценка теплопроводности водных растворов смесей электролитов // Вестник ВСГТУ. Улан-Удэ, 2005. Вып. 4. С. 11-14.
17. Патент на полезную модель № 34250, МПК G01N25/18. Установка для определения теплопроводности растворов электролитов / Б.Б. Танганов, В.Ч.-Д. Гармаев, И.А. Бубеева, Ж.В. Гармаев.- Заяв. 23.06.2003; Опубл. 27.11.2003, Бюл. № 33.

ХРОНОПОТЕНЦИОМЕТРИЯ СТЕКОЛ И ИСХОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ ГЕРМАНИЙ-МЫШЬЯК-ТЕЛЛУР В РАСТВОРАХ ОКИСЛИТЕЛЕЙ

Фунтиков В.А., Волошина А.А. (г. Калининград, Российский государственный университет им. И. Канта, кафедра химии, e-mail: funtikovva@mail.ru, voloanta@mail.ru)

The chronopotentiometric investigations of chalcogenide glasses in aggressive solution are interesting in connection with study their electrode characteristic. The results of chronopotentiometric investigation of chalcogenide glasses and initial components of the system germanium-arsenic-tellurium in aggressive oxidizing solution are presented in this report.

Халькогенидные стекла используются в ионометрии в качестве материала мембран ионселективных электродов. Мембраны ионселективных халькогенидных полупроводниковых электродов и резистов, которые применяются для химического анализа водных растворов, могут подвергаться коррозионным процессам. Бестоковая хронопотенциометрия позволяет оценить характер этих процессов в различных агрессивных средах. В настоящей работе исследовались временные зависимости электродных потенциалов металлосодержащих стекол теллуридной системы Ge-As-Te и простых веществ Ge, As, Te, помещенных при перемешивании электролитов в децинормальные растворы окислителей $K_2Cr_2O_7$, $KMnO_4$.

Индикаторные халькогенидные электроды представляют собой полностью твердофазные электроды с внутренним металлическим проводником. В качестве электрода сравнения использовался хлорсеребряный электрод с насыщенным раствором хлорида калия. Электродный потенциал измерялся с суммарной погрешностью в среднем 3-5 мВ.

На рис. 1-6 приведены типичные хронопотенциометрические кривые для твердофазных электродов системы Ge-As-Te в децинормальных растворах окислителей $K_2Cr_2O_7$, $KMnO_4$.

С увеличением содержания теллура в составе халькогенидных стеклообразных полупроводников системы Ge-As-Te при переходе к сплаву $AsTe_4Ge_{0,3}$ средний стационарный электродный потенциал устанавливается практически мгновенно.

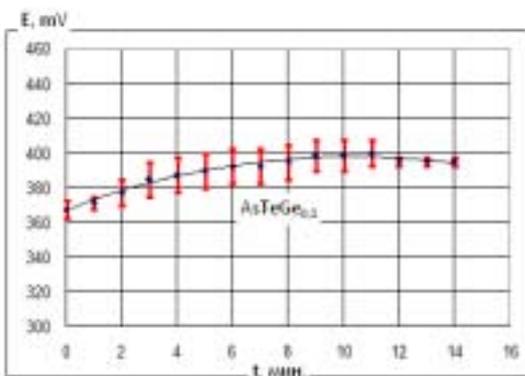


Рис.1. Временная зависимость электродного потенциала твердофазного электрода состава $AsTeGe_{0,1}$ в 0,1 н растворе $K_2Cr_2O_7$.

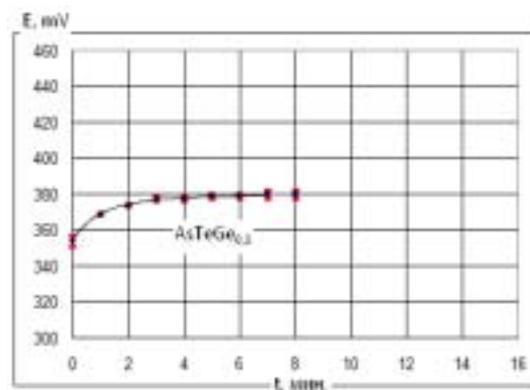


Рис.2. Временная зависимость электродного потенциала твердофазного электрода состава $AsTeGe_{0,1}$ в 0,1 н растворе $KMnO_4$.

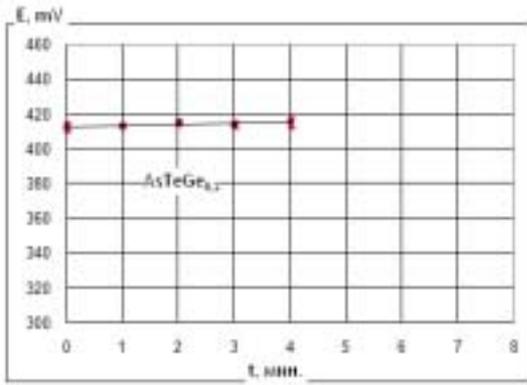


Рис.3. Временная зависимость электродного потенциала твердофазного электрода состава $AsTeGe_{0,2}$ в 0,1 н растворе $K_2Cr_2O_7$.

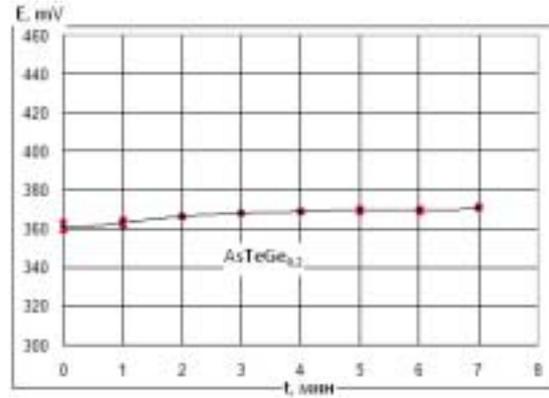


Рис.4. Временная зависимость электродного потенциала твердофазного электрода состава $AsTeGe_{0,2}$ в 0,1 н растворе $KMnO_4$.

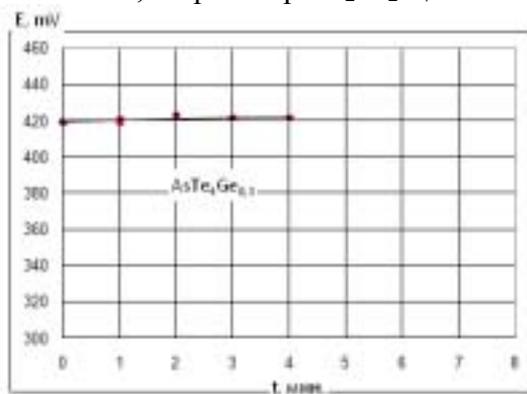


Рис.5. Временная зависимость электродного потенциала твердофазного электрода состава $AsTe_4Ge_{0,3}$ в 0,1 н растворе $K_2Cr_2O_7$.

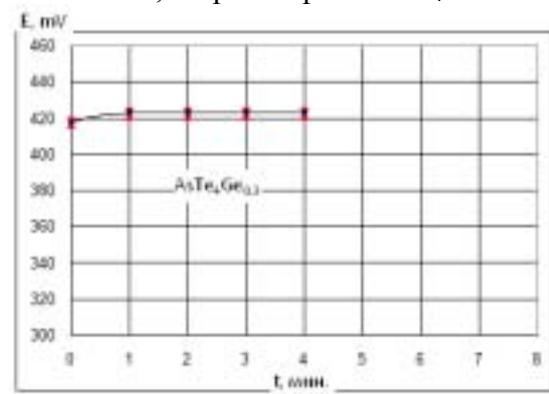


Рис.6. Временная зависимость электродного потенциала твердофазного электрода состава $AsTe_4Ge_{0,3}$ в 0,1 н растворе $KMnO_4$.

На рис. 7-12 приведены типичные хронопотенциометрические кривые для твердофазных электродов простых веществ Ge, As, Te в децинормальных растворах окислителей $K_2Cr_2O_7$, $KMnO_4$.

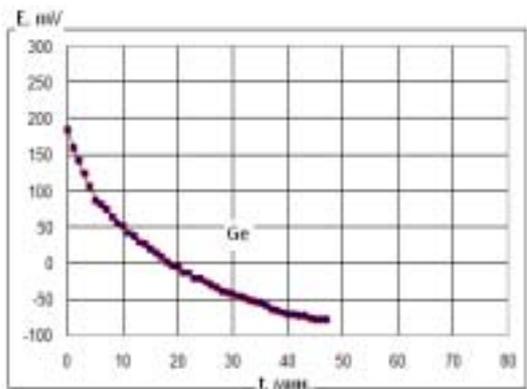


Рис.7. Временная зависимость электродного потенциала твердофазного электрода простого вещества Ge в 0,1 н растворе $K_2Cr_2O_7$.

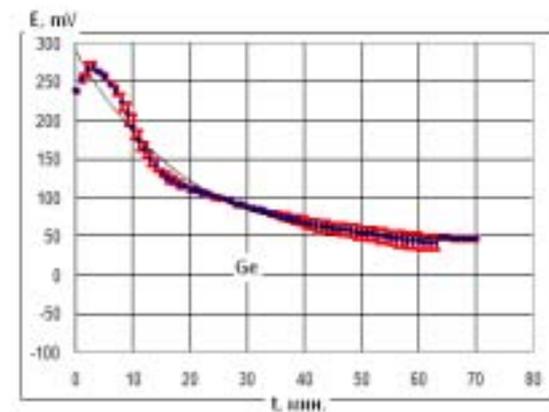


Рис.8. Временная зависимость электродного потенциала твердофазного электрода простого вещества Ge в 0,1 н растворе $KMnO_4$.

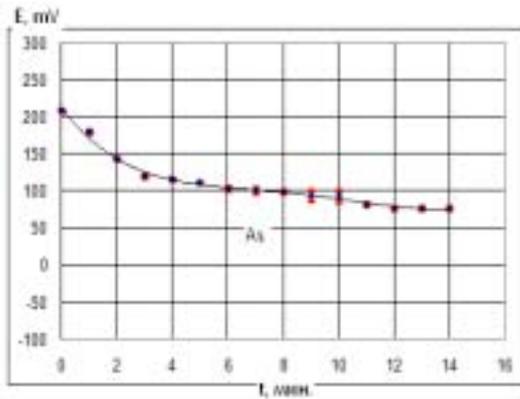


Рис.9. Временная зависимость электродного потенциала твердофазного электрода простого вещества As в 0,1 н растворе $K_2Cr_2O_7$.

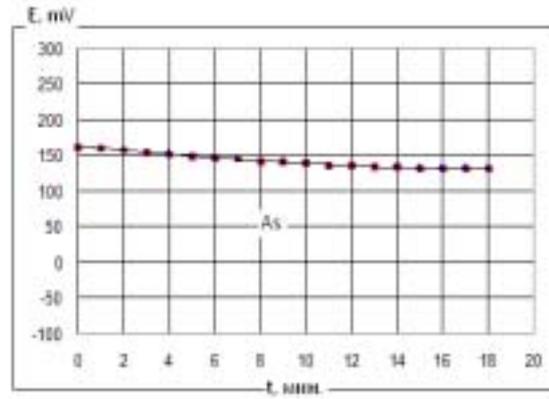


Рис.10. Временная зависимость электродного потенциала твердофазного электрода простого вещества As в 0,1 н растворе $KMnO_4$.

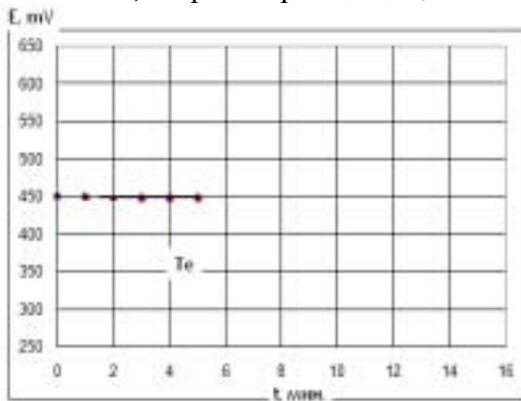


Рис.11. Временная зависимость электродного потенциала твердофазного электрода простого вещества Te в 0,1 н растворе $K_2Cr_2O_7$.

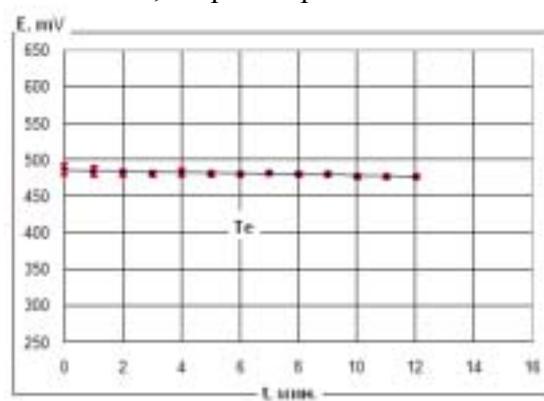


Рис.12. Временная зависимость электродного потенциала твердофазного электрода простого вещества Te в 0,1 н растворе $KMnO_4$.

У халькогенидных стеклообразных полупроводников системы Ge-As-Te наблюдается тенденция к постоянству среднего стационарного электродного потенциала, или к смещению его в область положительных значений. У исходных компонентов происходит смещение среднего стационарного электродного потенциала в область отрицательных значений.

В таблицах 1, 2 представлены хронопотенциометрические характеристики твердофазных электродов на основе халькогенидных стеклообразных полупроводников системы Ge-As-Te и исходных компонентов Ge, As, Te в децинормальных растворах окислителей $K_2Cr_2O_7$, $KMnO_4$.

Таблица 1. Характеристики электродов на основе халькогенидных стеклообразных полупроводников системы Ge-As-Te, в растворе $K_2Cr_2O_7$

№	Состав	ат. %			$E_{ст.сп.} \pm SE_{ст.сп.}$	$E_{0сп.} \pm SE_{0сп.}$	$\tau_{ст.сп.} \pm S\tau_{ст.сп.}$	$\Delta = E_{ст.сп.} - E_{0сп.} \pm \delta\Delta$
		As	Te	Ge				
1	$AsTeGe_{0,1}$	47,62	47,62	4,76	401 ± 6	368 ± 5	$13,5 \pm 1,5$	33 ± 3
2	$AsTeGe_{0,2}$	45,45	45,45	9,09	414 ± 2	413 ± 3	$4,7 \pm 0,3$	1 ± 3
3	$AsTe_4Ge_{0,3}$	18,87	75,47	5,66	422 ± 1	419 ± 1	$5,0 \pm 0,5$	3 ± 3
4	As	100,00	0,00	0,00	90 ± 13	209 ± 1	$13,0 \pm 2,0$	-119 ± 3
5	Te	0,00	100,00	0,00	448 ± 3	450 ± 1	$4,7 \pm 0,7$	-2 ± 3
6	Ge	0,00	0,00	100,00	-78 ± 3	185 ± 3	$48,0 \pm 0,5$	-263 ± 3

Таблица 2. Характеристики электродов на основе халькогенидных стеклообразных полупроводников системы Ge-As-Te, в растворе KMnO_4

№	Состав	ат. %			$E_{\text{ст.ср.}} \pm SE_{\text{ст.ср.}}$	$E_{0\text{ср.}} \pm SE_{0\text{ср.}}$	$\tau_{\text{ст.ср.}} \pm S\tau_{\text{ст.ср.}}$	$\Delta = E_{\text{ст.ср.}} - E_{0\text{ср.}} \pm \delta\Delta$
		As	Te	Ge				
1	$\text{AsTeGe}_{0,1}$	47,62	47,62	4,76	379 ± 2	354 ± 3	$8,3 \pm 0,7$	25 ± 3
2	$\text{AsTeGe}_{0,2}$	45,45	45,45	9,09	370 ± 1	362 ± 3	$7,7 \pm 0,3$	8 ± 3
3	$\text{AsTe}_4\text{Ge}_{0,3}$	18,87	75,47	5,66	423 ± 3	418 ± 3	$4,7 \pm 0,3$	5 ± 3
4	As	100,00	0,00	0,00	133 ± 3	163 ± 3	$19,0 \pm 0,5$	-30 ± 3
5	Te	0,00	100,00	0,00	478 ± 3	488 ± 8	$8,0 \pm 2,6$	-10 ± 3
6	Ge	0,00	0,00	100,00	40 ± 8	239 ± 1	$67,5 \pm 3,5$	-199 ± 3

В таблицах E_0 - первоначальное значение электродного потенциала халькогенидного электрода, а $\tau_{\text{ст.}}$ – время установления стационарного значения потенциала $E_{\text{ст.}}$. Изменение потенциала ($E_{\text{ст.}}$ - E_0) при установлении стационарного значения потенциала несет информацию о процессах, происходящих на поверхности электрода.

В децинормальном растворе бихромата калия заметно постоянство среднего стационарного электродного потенциала у халькогенидных стеклообразных полупроводников системы Ge-As-Te и у элементного теллура (таблица 1). При переходе от сплавов системы Ge-As-Te к элементному теллуру в децинормальном растворе перманганата калия наблюдается незначительное возрастание среднего стационарного электродного потенциала (таблица 2).

Средний стационарный электродный потенциал халькогенидных стеклообразных полупроводников системы Ge-As-Te близок к среднему стационарному электродному потенциалу элементного теллура. Таким образом, с точки зрения потенциалообразования, исходный компонент теллур формирует электродный потенциал стекол системы Ge-As-Te.

Время установления стационарного значения электродного потенциала стекол системы Ge-As-Te с увеличением содержания теллура в составе халькогенидных стеклообразных полупроводников, как правило, уменьшалось в растворах окислителей.

Выводы

Таким образом, впервые проведено систематическое хронопотенциометрическое исследование халькогенидных стекол системы Ge-As-Te и исходных компонентов As, Te, Ge. Показано, что с возрастанием содержания теллура в составе халькогенидных стеклообразных полупроводников системы Ge-As-Te потенциал теллуридных стекол становится более положительным, приближаясь к величине потенциала гексагонального теллура. Таким образом, потенциалообразующим компонентом стекол системы Ge-As-Te в растворах окислителей бихромата калия и перманганата калия является теллур.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОКИСЛИТЕЛЕЙ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ С ПОМОЩЬЮ РЕЗИСТИВНЫХ ДАТЧИКОВ

Фунтиков В.А., Юрченко О.В. (г. Калининград, Российский государственный университет им. И. Канта, кафедра химии, e-mail: funtikovva@mail.ru)

Abstract. The contents of oxidations in there water solutions are checked by chalcogenide semiconductoring glasses. For the first time the applicability of researched chalcogenide resists as sensors for oxidation-reduction titration in iodometry and chromatometry is investigated.

Последние годы характеризуются интенсивным развитием в области исследования, создания и применения электрохимических сенсоров, что связано как с применением новых чувствительных материалов для традиционных сенсоров, так и с созданием сенсоров на основе микроэлектронной технологии. Среди них особый интерес представляют мембраны на основе халькогенидных стеклообразных сплавов полупроводниковой электрической проводимости.

Ранее в работах впервые был установлен ионорезистивный эффект в халькогенидных стеклах и стеклокристаллах, заключающийся в логарифмической зависимости электрического сопротивления полупроводниковых сплавов от активной концентрации катиона-окислителя в водных растворах, в которые погружаются халькогенидные резисты. Резистивный эффект изучен на примере, главным образом, системы Cu-As-Se в водных растворах, содержащих катионы Cu^{2+} , при увеличении концентрации которых наблюдалось снижение электрического сопротивления. Ионорезистивный эффект подтвердился на примере водных растворов солей трехвалентного железа Fe^{3+} [1-3].

Целью данной работы явилось определение содержания окислителей в водных растворах с помощью резистивных датчиков и установление возможности использования резистов на основе стеклообразных халькогенидов для проведения окислительно-восстановительного титрования.

Образцы для измерения сопротивления представляли собой плоскопараллельные пластины, в которые с помощью легкоплавких сплавов эвтектического состава внедрялись два твердых контакта, после чего провода с образцом помещались в стеклянную трубку и герметично заклеивались. После затвердевания клея наружная часть образца шлифовалась и полировалась.

Сопротивление измерялось по принципу двухзондового метода. Суть метода заключалась в следующем: подготовленный образец халькогенидного стекла с двумя твердыми контактами помещался в исследуемый раствор. Для интенсивного перемешивания раствора использовалась магнитная мешалка. Измерение сопротивления на постоянном токе осуществлялось с помощью цифрового комбинированного прибора Щ 4313.

Использовались растворы окислителей $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и I_2 следующих концентраций 10^{-6} , 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} , 10^{-1} моль/л. Растворы готовили методом последовательного разбавления.

На рисунках 2 – 3 представлены типичные зависимости электрического сопротивления стекла состава $\text{AsSe}_{1.5}\text{Cu}_{0.6}$ от концентрации бихромат-ионов и йода в исследуемых растворах.

Рис. 1. Схема установки для измерения сопротивления

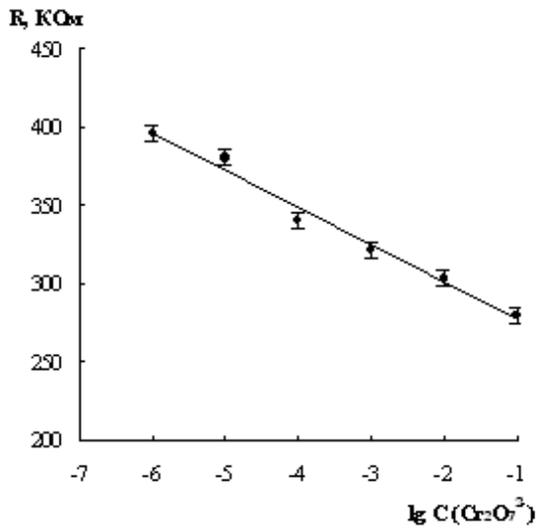
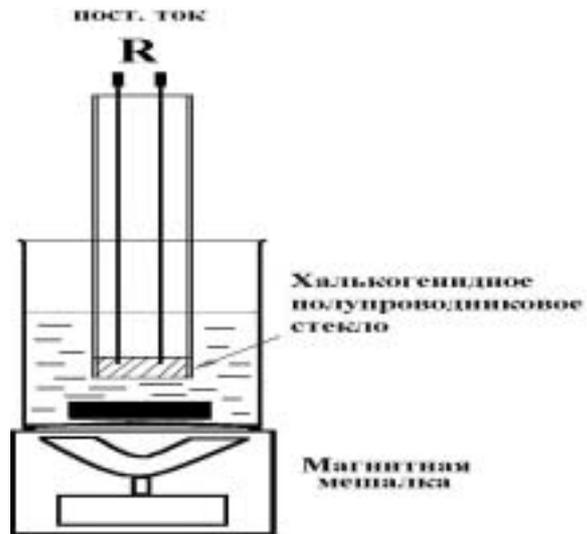


Рис. 2. Зависимость электрического сопротивления стекла состава $\text{AsSe}_{1.5}\text{Cu}_{0.6}$ от концентрации бихромат-ионов $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ в исследуемом растворе

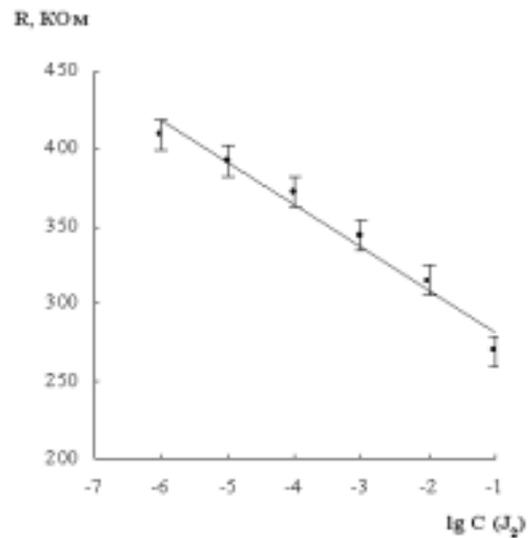


Рис. 3. Зависимость электрического сопротивления стекла состава $\text{AsSe}_{1.5}\text{Cu}_{0.6}$ от концентрации J_2 в исследуемом растворе

Таким образом, наблюдается монотонное уменьшение электрического сопротивления халькогенидных резисторов с увеличением концентрации окислителя.

В связи с этим актуальным оказалось установление возможности использования резисторов на основе стеклообразных халькогенидов для проведения окислительно-восстановительного титрования. На рис. 4 – 5 представлены типичные кривые титрования, полученные с помощью халькогенидных стеклянных резисторов системы Cu-As-Se на примере стекла состава $\text{AsSe}_{1.5}\text{Cu}_{0.6}$. Форма кривых зависит от природы титранта. Меняется направление изменения электрического сопротивления в зависимости от того, титруется окислитель или восстановитель.

Проверка осуществлялась на примере йодометрического и бихроматометрического титрования. Проводились йодометрическое титрование раствора йода (0,1н) раствором тиосульфата натрия (0,1н) и бихроматометрическое титрование йодида калия (0,1н) раствором бихромата калия (0,1н), подкисленного 2н раствором серной кислоты (рН=1).

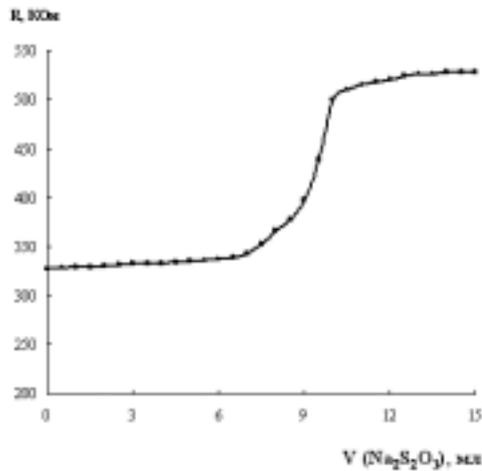


Рис. 4. Кривая титрования 10 мл 0,1н раствора йода, полученная с помощью стекла состава $\text{AsSe}_{1.5}\text{Cu}_{0.6}$ при титровании 0,1н раствором тиосульфата натрия

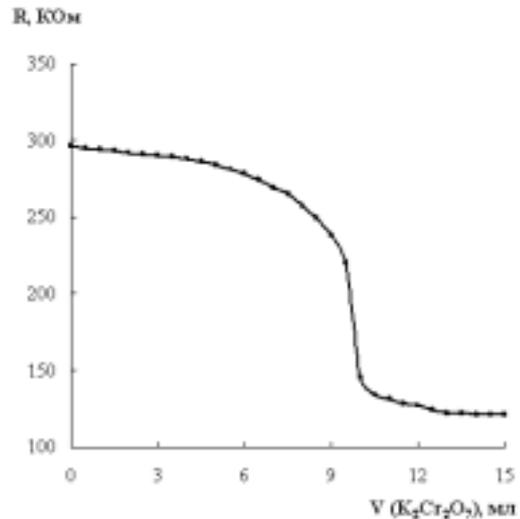


Рис. 5. Кривая титрования 10 мл 0,1н раствора йодида калия, полученная с помощью стекла состава $\text{AsSe}_{1.5}\text{Cu}_{0.6}$ при титровании 0,1н раствором бихромата калия ($\text{pH} = 1$)

Из рис. 4-5 видно, что формируются кривые титрования с четко выраженным переломом в точке эквивалентности, что позволяет использовать резисты на основе стеклообразных халькогенидов в качестве новых типов датчиков для контроля за процессом окислительно-восстановительного титрования.

Выводы

1. С помощью резистивных датчиков на основе халькогенидных стеклообразных полупроводников может осуществляться контроль за содержанием окислителей в водных растворах.
2. Установлена возможность применения резистов на основе халькогенидных стекол в качестве химико-аналитических датчиков для окислительно-восстановительного титрования.

Литература

1. Фунтиков В.А., Антонова Н.Е. Ионорезистивный эффект в поверхностных слоях стекол и стеклокристаллов систем Cu-As-Se и Cu-As-Te // Физика и химия стекла. 2007. Т. 33. № 2. С. 117-122.
2. Funtikov V.A., Antonova N.E. Ion-Resistive Effect in Surface Layers of Glass and Glass-Ceramics in the Cu-As-Se and Cu-As-Te systems // Glass Physics and Chemistry. 2007. Vol. 33. No. 2. P. 183-186.
3. Фунтиков В.А., Юрченко О.В. Железочувствительность резистов на основе селенидных и теллуридных стекол // Акт. пробл. неорг. и анал. химии: Межвуз. сб. научн. тр.. Калининград: Изд-во РГУ им. Канта, 2005. Вып. 1. С. 61-66.

ИЗУЧЕНИЕ ГЕТЕРОГЕННЫХ РАВНОВЕСИЙ В СИСТЕМЕ CuSO₄ - Na₂SO₃ - H₂SO₄ - H₂O

Хадыкина Е.А. (МГТУ, кафедра химии, Hadykinaea@mstu.edu.ru)

Abstract. Is studied balance in system CuSO₄ - Na₂SO₃ - H₂SO₄ - H₂O with isolation of solid substances by potentiometry method. Is established the influence of the acidity of dilution on the education of sediments Cu₂SO₃·5H₂O or Cu₂SO₃·CuSO₃·2H₂O and red-ox potential of system.

Известно, что соли сульфитного ряда применяются в различных областях техники, что основано, главным образом на их восстановительных свойствах (1). Сульфиты меди и их производные являются ценными товарными продуктами. Сульфит меди(I) и (II) Cu₂SO₃·CuSO₃·2H₂O, известный в технике как соль Шевреля нашла широкое применение в гальванотехнике, в качестве составляющей электролита, при омеднении из цианистых ванн (2). Соль Шевреля, благодаря наличию в ее составе одновалентной меди, можно использовать как эффективный обесхлорлоривающий реагент в цинковом производстве(5). Она может являться сырьем для получения других соединений меди (CuO, Cu₂O, CuCl и др.) (3).

В системе CuSO₄ - Na₂SO₃ - H₂SO₄ - H₂O при введении безводного сульфита натрия в кислый раствор сульфата меди формируются два малорастворимых соединения: осадки желто-зеленого Cu₂SO₃·5H₂O и красного цветов Cu₂SO₃·CuSO₃·2H₂O (6).

При средних суммарных концентрациях > 0,12 моль/л первоначально образуется малорастворимый осадок сульфита меди(I) Cu₂SO₃·5H₂O (6). При изучении устойчивости сульфита меди(I) было установлено(4), что возможен переход данного соединения в соль Шевреля двумя путями:

1. Нагревание осажденного сульфита меди(I) с маточным раствором в диапазоне температур 40-60 °С приводит к образованию оранжевой разновидности соли Шевреля.
2. Длительная выдержка осажденного сульфита меди(I) с маточным раствором при 20 °С вызывает постепенный переход этой соли в оранжевую разновидность соли Шевреля, который завершается через 12 часов. При выдерживании системы более 16 часов соль Шевреля укрупняется и переходит в красную разновидность.

Целью данной работы являлось установление влияния pH маточного раствора на устойчивость осажденного сульфита меди(I) и определение возможности перехода сульфита меди(I) в соль Шевреля при изменении pH маточного раствора.

Систему CuSO₄ - Na₂SO₃ - H₂SO₄ - H₂O исследовали при суммарной концентрации компонентов $C(\text{CuSO}_4) + C(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 0.24$ моль/л, при молярном отношении меди(II) от 0.1 до 0.9. Проводили потенциметрическое титрование смесей раствором 1М H₂SO₄ с контролем pH, E системы и определение химического состава выделяющихся малорастворимых соединений.

Установлено, что при уменьшении величины pH маточного раствора ниже определенного предела свежесаженный сульфит меди (I) быстро переходит в соль Шевреля независимо от молярной доли меди в растворе. Величина pH перехода сульфита меди (I) в соль Шевреля уменьшается при увеличении молярной доли меди в растворе.

Расчет формальных потенциалов протекающих окислительно-восстановительных процессов с учетом образования малорастворимых сульфитов меди

подтвердил первоочередное влияние рН на величину формальных потенциалов и процесс перехода сульфита меди (I) в соль Шевреля.

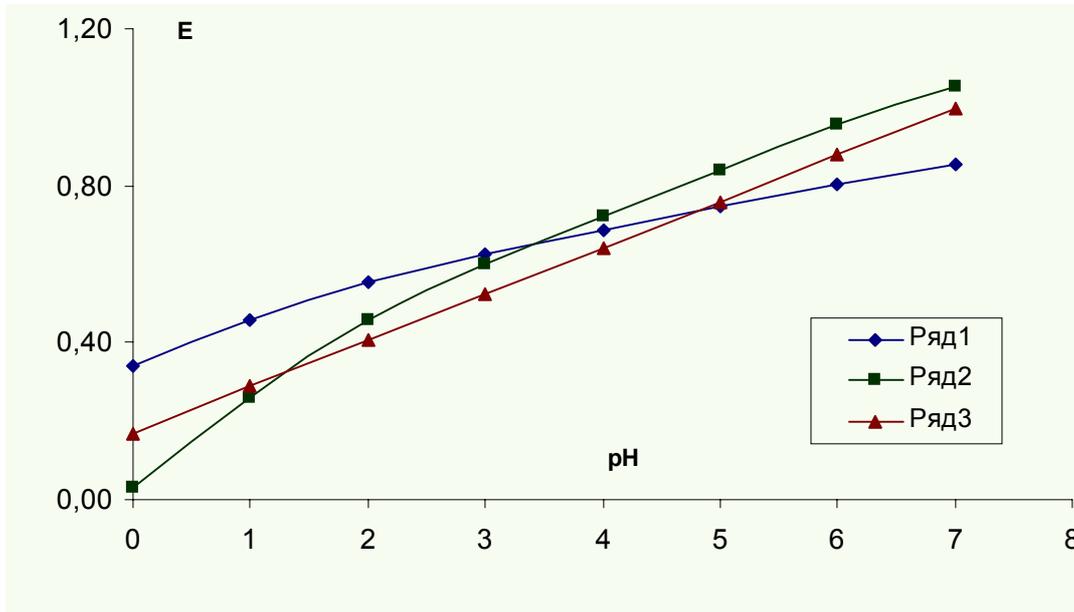


Рис. Зависимость формальных потенциалов окислительно-восстановительных переходов:

- 1 - $H_2SO_3 + H_2O / SO_4^{2-} + 4H^+$ с учетом образования $Cu_2SO_3 \cdot 5H_2O$;
- 2 - $H_2SO_3 + H_2O / SO_4^{2-} + 4H^+$ с учетом образования $Cu_2SO_3 \cdot CuSO_3 \cdot 2H_2O$;
- 3 - $H_2SO_3 + H_2O / SO_4^{2-} + 4H^+$

Литература

1. Вилесов, Н.Г. Серия: Производство тяжелых цветных металлов/ Н.Г.Вилесов, С.Л. Зальцман, О.Г. Еремин //Обзорная информация.- Вып. 8.-М.:ЦНИИЭиНЦМ. 1979.- С.2.
2. Розенкнот, З.П. Извлечение двуокиси серы из газов/ З.П. Розенкнот.-Л.:ГНТИ хим. лит-ры, 1952.- 192 с.
3. Макарова, В.Н. Основные направления научно-исследовательских разработок зарубежных фирм в области очистки отходящих газов металлургических производств. / В.Н. Макарова, С.С. Пыжов. Серия: Охрана окружающей природной среды и рациональное использование// Обзорн. инф.-М.:ЦНИИ цветмет экономики и информации.-1980.- Вып. 8.- 32с.
4. Маргулис, Е.В. Условия образования и растворимость в воде сульфитов меди/ Е.В. Маргулис, И.В. Родин //Ж.неорг.химии.-1982.-Т.27, вып.2.-С.374.
5. Люмет, О.А. Переработка медьсодержащих промпродуктов с использованием сернистых газов пирометаллургического производства/ О.А. Люмет, Л.М. Богачева, Х.Р. Исмаев, В.М. Пилецкий // Цветные металлы.1992.- № 8.- С.17.
6. Хадыкина Е.А. Синтез, состав, устойчивость сульфитов меди их выделение из растворов медно-никелевого производства: Дисс. ... канд.тех.наук.-Апатиты.2003.- 146 с.

ЭЛЕКТРОЛИТНЫЕ ДОБАВКИ ДЛЯ КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ СУЛЬФИРОВАННЫХ 2,6-ДИАЛКИЛФЕНОЛОВ

Чигорина Т.М., Горбунов А.И., Арутюнянц А.А. (Владикавказ, Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, кафедра органической химии. e-mail: tchigorina@mail.ru)

Abstract. The purpose of the work is the improvement of the electrical characteristics and prolongation of service life for acid accumulators. The alkaline metal salts of sulfoacids derived from 2,6-dialkylphenols have been synthesized and the opportunity of their application as the additives for the electrolytes in the acid accumulators is investigated. The possible mechanism of phenolic additives action is considered on the basis of previous research of steric hindered phenols (SHP) derivatives and corresponding phenoxylic radicals by the methods of NMR-spectroscopy and electrochemistry.

В работе синтезированы соли I-A группы сульфокислот 2,6-диалкилфенолов, хиноловый эфир 2,6-ди-трет-бутил-4-метилфенол и исследована возможность их применения в качестве электролитных добавок для кислотных аккумуляторов, с целью улучшения электрических характеристик и продления срока службы последнего.

Отработана методика получения натриевой соли сульфокислоты 2,6-ди-трет-бутилфенола (ПЗФ) путем алкилирования фенолсульфокислот жидким изобутиленом без катализатора или третичным спиртом в присутствии хлорной кислоты. Разработанный способ эффективен и целесообразен, так как упрощается схема синтеза, уменьшается число стадий выделения, и соответственно увеличивается выход целевого продукта на 50 %, в сравнении с известными производными пространственно-затрудненных фенолов и широко применяемыми (1, 2, 3).

Синтезированные соединения – хиноловый эфир 2,6-ди-трет-бутил-4-метилфенол, натриевая (калиевая) соль сульфокислоты 2,6-ди-трет-бутилфенола – испытаны в качестве добавки к электролитам кислотных аккумуляторов с целью замедления деструкции активной массы положительного электрода и повышения срока службы последних.

Испытаниям подвергались 3 группы свинцовых аккумуляторных батарей типа 3 МТ-8 в количестве 9 штук. Первая группа батарей не содержала в электролите добавки поверхностно-активного вещества (ПАВ) (контрольные), вторая группа содержала в электролите 4-метил-2,6-ди-трет-бутилфенол (ионол, известный и широко применяемый) и, наконец, третья группа содержала в электролите в качестве ПАВ, синтезированную натриевую соль сульфокислоты 2,6-ди-трет-бутилфенола.

Анализируя результаты испытаний, пришли к заключению:

- введение добавок солей сульфокислот 2,6-ди-трет-бутилфенола (ПЗФ) позволяет уменьшить дозу введения ПЗФ в электролит, в связи с хорошей растворимостью и высокой температурой плавления $>250^{\circ}\text{C}$ (исключается вынос вещества);
- за счет адсорбции сульфопроизводного 2,6-диалкилфенола увеличивается дисперсность и плотность сульфата свинца, образующегося в процессе разряда диоксидсвинцового положительного электрода аккумулятора;
- стабилизируется емкость аккумуляторов во время эксплуатации и увеличивается срок службы последних в 1,5-2 раза.

Определена оптимальная концентрация натриевой соли сульфокислоты 2,6-ди-трет-бутилфенола для кислотного электролита аккумуляторных батарей. Она

составляет 0,015 мас. %. Положительный эффект добавки ПЗФ не зависит от концентрации серной кислоты и распространяется на всю область рабочих концентраций электролита.

Важным свойством синтезированных производных 2,6-диалкилфенолов является их хорошая растворимость в электролите, что создает гомогенную среду. Используемые ранее аналогичные соединения (2), вследствие нерастворимости в электролите не оказывают столь положительного действия, кроме того, при нагревании электролита они плавятся и налипают к электродам. Натриевая соль сульфокислоты 2,6-ди-трет-бутилфенола, помимо хорошей растворимости, обладает поверхностно-активным действием.

Синтезированные производные ПЗФ, в отличие от агидола, хиолового эфира (2), не окисляются в процессе работы аккумулятора (по крайней мере, при тех значениях потенциала, которые возникают в аккумуляторной батарее в процессе работы). Они обладают повышенной адсорбцией на положительном свинце-диоксидном электроде, тем самым исключаются побочные химические реакции на нем. Обладая в растворе сильнокислотным свойством (за счет образования сульфокислоты), синтезированная натриевая соль 2,6-ди-трет-бутилфенола продолжительное время не снижает концентрацию электролита.

Производные ПЗФ, а именно натриевая соль сульфокислоты 2,6-ди-трет-бутилфенола, может быть использована в качестве эффективной добавки для электролитов кислотных аккумуляторов, так как она – технологична, растворима в электролите и обладает более быстрым эффектом срабатывания в сравнении с 4-метил-2,6-ди-трет-бутилфенолом. Использование синтезированных добавок позволит повысить срок службы и надежность эксплуатации кислотного аккумулятора, при этом повысятся также эксплуатационные и электрические характеристики последнего.

Литература

1. Lander J.J. // J. Electroch. Soc. – 105. – v. 289. – 1998
2. А.с. 1389620 (СССР). Свинцовый аккумулятор // В.И.Гончаров, А.И.Русин, В.С.Молостов, В.Г.Чернов. - 1988
3. Монастырская В.И., Люткин Н.И., Горбунов А.И. и др. – Синтез и электрохимические свойства 1-(3,5-ди-трет.-бутил-4-гидроксифенил)алкил-(арил) кетонов и радикалов на их основе. – ЖОрХ. – Т.33. – Вып.10. – 1997. - С.1490-1496

ДОЛГОСРОЧНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ГЕНЕЗИС ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ

Шавырина О.А. (г. Тула, ТГУ, кафедра «Химии»),

Введенская И.В. (г. Тула, ТГПУ им. Л.Н.Толстого, кафедра «Общеобразовательных дисциплин» e-mail: ivv@tula.net)

Abstract. The simulation of the initial stage of the coal-forming, the transformations of the plant reduces were in parallel carried out both in a natural water reservoir and in the laboratory. The time history measurements of pH, EMF, various forms of iron and manganese, of type organic, functional and elementary water content, of different levels of bed silt and water-silt boundary layer within 13 year period proved a high degree of colloidal processes with the participation of humic and silicon acid and ferric hydroxide gel in the initial stage of coal-forming. It is an ascertained fact, that within the examination period the above mentioned processes were not influenced by sharp changes in the weather and hydrological regime.

В последнее десятилетие явно сократилось число публикаций, посвященных химии и генезису твердых горючих ископаемых. На данном этапе изучения этого аспекта химии горючих ископаемых отмечается недостаток аналитического подхода, а, следовательно, и поиск принципиально новых методов решения столь сложной и актуальной проблемы.

С учетом сложности состава ископаемых топлив, и трудности определения его генезиса, на наш взгляд, оптимальным подходом в изучении этой проблемы может стать моделирование.

В период с 40-х до 80-х г.г. XX в. принцип моделирования использовался, хотя и для решения узкоспециальных задач, в основном, прикладного характера. Тем не менее, ряд исследователей (1,2) пытались воспроизвести в лабораторных условиях геохимические процессы, приводящие к образованию жидких и газообразных углеводородов. Продолжительность данных экспериментов составляла от нескольких дней до нескольких месяцев и, как правило, проводились при постоянных температурах.

Saxby Y.D. и Riley K.W. (3) принадлежит одна из немногих долгосрочных (4-7 лет) попыток смоделировать геохимическое поведение торбанита и бурого угля при градиенте температуры 1 °C/неделю в диапазоне температур от 100 до 400 °C. Результатом их 4-летних экспериментов стало получение из торбанита парафинистой нефтеподобной жидкости, тогда как бурый уголь превращался, в основном, в углекислый газ (~70%), метан (~22%), воду, разветвленные и циклические алканы.

Органическая теория происхождения нефти, поддерживаемая большинством исследователей, в последние годы активно и доказательно оспаривается В.П.Осиповым (1) и рядом других исследователей. Выводы о невозможности превращения захороненного органического вещества по нефтяному пути в мягких термобарических условиях подтверждались модельными автоклавными экспериментами протяженностью до 150 час в температурном диапазоне 200-500 °C. Особое возражение вызывает миграция нефтеподобного материала из глины в коллектор. По меткому выражению геолога А.Ларсена: «удалить нефть из глины – то же самое, что отжать чернила из промокательной бумаги».

Еще больше вопросов в теории углеобразования. Общее число нерешенных вопросов как в генезисе угля (вопрос о начальной стадии преобразования

растительного материала), так и на стадиях диагенеза и метаморфизма столь велика, что попытаться решить все сразу нереально. Поэтому мы решили начать с моделирования начальной стадии – преобразования растительных остатков. Эксперименты проводились параллельно в природном водоеме («бобровая заводь» на р.Хвошне, Тульской области) и в лаборатории. Эксперимент продолжительный во времени (начат в 1994 г.), включал измерения динамики изменения рН, ЭДС, различных форм железа и марганца, группового органического, функционального и элементарного состава и др. Натурные эксперименты касались исследования воды, различных уровней донных отложений и пограничного слоя вода – ил в течение 13 лет. Особое внимание уделялось коллоидным процессам и влиянию на них различных факторов, агрегативной устойчивости и седиментации природных коллоидов, каталитическим процессам в донных отложениях и выявлению возможных природных катализаторов.

В результате проведенных исследований, часть из которых опубликована (4,5), были сделаны выводы о каталитическом влиянии на процессы, протекающие в донных отложениях, голубой глины и тетрапиррольных природных катализаторов. Отмечена высокая степень участия коллоидных процессов. Достаточно подробно изучены коллоидные системы с участием гуминовых кислот, кремниевых кислот и гелей гидроксидов железа. Выявлены факторы, стабилизирующие и дестабилизирующие устойчивость природных коллоидных систем водоема. Одним из главных выводов, основывающихся на динамике изменения ЭДС и химического состава придонного и глубинных слоев иловых отложений, является то, что несмотря на сложность исходного состава этих отложений, участия многих последовательных и параллельных реакций, взаимного влияния органической и неорганической составляющих донных отложений и многие другие факторы, равновесие, характеризующее постоянством ЭДС и химического состава достигается довольно быстро – от полугода до полутора лет. Было установлено, что в течение тринадцатилетнего срока наблюдений на протекающие процессы практически не оказывали влияние резкие колебания погодного и гидрологического режима в течение. В модельных опытах, исключая привнесённый материал, за этот же срок синтезирован гуминовый материал отложений как микробиологическим, так и абиотическим путем.

Сопоставление результатов лабораторного и натурального моделирования позволяет нам наиболее достоверно предположить химизм начальной стадии углеобразования.

Литература

1. Осипов В.П. Нефть, газ, уголь (новые концепции генезиса). - Владивосток, - 1996,- с.46-94.
2. Мизандронцев И.Б. Химические процессы в донных отложениях водоемов. Новосибирск, Наука, 1990, 176 С.
3. Saxby Y.D., Riley K.W. Petroleum generation by laboratory scale pyrolysis over six years imulating conditions in a subsiding basin // Nature.1984, v.308, № 8, p.177-179.
4. Шавырина О.А., Введенская И.В., Сапелкина М.В. Каталитическое влияние тетрапиррольных пигментов на сапропелеобразование. //Естественные и технические науки. 2004, № 3, с. 63 – 66.
5. Шавырина О.А., Введенская И.В., Титова Н.В. К вопросу о химизме сапропелеобразования. / Рук. деп. ВИНТИ. 06.10.2004, № 1569-В2004, 10 С.

СЕКЦИЯ
«ЭКОЛОГИЯ И ЗАЩИТА
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

Секция «Экология и защита окружающей среды»

АБУЗАРОВА Л.Х., КАБИРОВ Р.Р. Изучение реакции цианобактерий на действие различных удобрений.....	335
АСВАРОВА Т.А., БУТАЕВ А.М. Экологические закономерности миграции урана и тория в почвенно–растительном покрове Большого Кавказа	339
БАХОВ Ж.К., ЧИНГИЗБАЕВ М.М. Принципы изучения безопасности и экологичности функционирования автотранспортной техники	344
ВЕРХОЗИНА Е.В. Экологические проблемы озера Байкал.....	347
ГОРЧАКОВ Э.В. Золото, таллий и платиновые металлы как источники техногенного загрязнения.....	350
ДЕМИНА А.В. Экологическое сознание менеджера как параметр порядка биосферы на этапе перехода общества к устойчивому развитию	353
ДЖАЛАЛОВА М.И. Экотоны в растительном покрове Западного Прикаспия в условиях нестабильного уровня моря	356
ДУБРОВ Д.Ю. , ГАРШИН В.И., ДУБРОВ Ю.С., НИКОЛАЕВА Г.С. Пути повышения экологической безопасности при металлообработке	360
ЕГОРКИНА Р.Ю. Процесс горения в сверхадиабатическом режиме как способ утилизации углеродсодержащих отходов	364
ЖИДКОВ М.В. Токсикологическая оценка состояния внутренних водоемов России (на примере Рузского водохранилища Московской области).....	368
ИЩЕНКО Н.С. Право на благоприятную окружающую среду – гарантия выживания человечества.....	370
КАНИЩЕВ А.А., ДАУВАЛЬТЕР В.А. Геоэкологическая оценка качества поверхностных вод в зоне влияния промышленных предприятий Мурманской области.....	375
КУДРЯШОВА М.Ю., ФЕДОРОВА О.А. Некоторые аспекты обработки осадков сточных вод	379
ЛЕБЕДЕВА И.П., ЛУБИНСКИЙ М.И., ДОШЛОВ О.И. Перспективы использования тяжелой смолы пиролиза для производства углеродных материалов.....	383
МАГОМЕДОВА М.Х-М., АЛИЕВА М.Ю. Фотосинтетическая активность, замедленная флуоресценция и ростовые параметры растений, выросших на разных средах ...	385
МОСИН А.В. Содержание тяжелых металлов в донных отложениях канала имени Москвы.....	389
МУТАШЕВА Г.С., БАХОВ Ж.К., ШАКИРОВ Б.С. Физико-химическое исследование фенолсодержащего отхода нефтепереработки	392
СМИРНОВ Д.В., СТАНКЕВИЧ О.И. Количественная оценка эффективности ликвидации разлива мазута	396
СТЕПАНОВА Н.Л., ФЕДОРОВА О.А. Исследование агрономических свойств осадков сточных вод объектов малой канализации.....	397

ТОРОСЯН В.Ф., ОСИНСКАЯ Е.С. Деятельностный подход в формировании экологической культуры студентов	401
ТОКБЕРГЕНОВА А.А., АБДУРАХМАНОВ Н.А. Мониторинг земель Республики Казахстан	403
ХАМЗИНА Ш.Ш., ВАВИЛОВА И.Б. К вопросу создания водоохранных зон и речных полос реки Иртыш	407
ЯХИЯЕВ М-П.А., САЛИХОВ Ш.К., АХМЕДОВА З.Н., РАМАЗАНОВА Н.И., БАШИРОВ Р.Р. Тяжелые металлы в почвах горных ландшафтов Дагестана.....	410
ЯЩИШИНА С.И, ДАУВАЛЬТЕР В.А. Современный гидрохимический режим озера Умбозера.....	414

ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ ЦИАНОБАКТЕРИЙ НА ДЕЙСТВИЕ РАЗЛИЧНЫХ УДОБРЕНИЙ

Абузарова Л.Х., Кабиров Р.Р. (г. Уфа, Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, кафедра «ботаники, биоэкологии и ландшафтного проектирования», e-mail: karolada@mail.ru)

Abstract. The effect of urea and potassium chloride on vegetative cells, heterocyst and spore morphological characteristics of cyanobacteria *Cylindrospermum michailovskoense* (Cyanoprokaryota) was studied. Urea was applied at concentrations $2 \cdot 10^{-3}$; $8 \cdot 10^{-3}$; $2 \cdot 10^{-2}$; $8 \cdot 10^{-2}$; $2 \cdot 10^{-1}$; $5 \cdot 10^{-1}$; $8 \cdot 10^{-1}$; 1,7 M/l, potassium chloride was applied at concentration $1 \cdot 10^{-3}$; $5 \cdot 10^{-3}$; $1 \cdot 10^{-2}$; $5 \cdot 10^{-2}$; $1 \cdot 10^{-1}$; $3 \cdot 10^{-1}$ M/l. Studied fertilizers caused cytoplasm granulation, heterocyst destruction, shapeless and ellipsoidal cells appearance and complete destruction of cellular contents. Cyanobacteria spores passed all tested concentrations of fertilizers. When urea was applied at concentration 1,7 M/l, it caused the increasing of heterocyst width, cell length and spore length. Quick response of cyanobacteria to fertilizers may be used for environment biomonitoring.

Введение

Изучением влияния удобрений на водоросли и цианобактерии занимался ряд учёных (1,3, 5, 7). Сведения о влиянии удобрений на развитие почвенных водорослей и цианобактерий достаточно противоречивы (4). По данным одних исследователей, при внесении удобрений возрастает количество водорослей и цианобактерий в почве (3). В других работах отмечается расширение видового состава водорослей и цианобактерий (1, 7). Исследования, направленные на изучение влияния удобрений на цианобактерии, и, в частности, на вид *Cylindrospermum michailovskoense*, практически не проводились.

Цель исследования: изучить влияние мочевины и хлорида калия на морфологические показатели цианобактерии *Cylindrospermum michailovskoense* (Cyanoprokaryota).

Материал и методы

Изучали влияние мочевины и хлорида калия на морфометрические показатели цианобактерии *C. michailovskoense*. Выбор данных удобрений определялся тем, что они широко используются в сельском хозяйстве (2). Удобрения испытывали в следующих концентрациях: мочевина - $2 \cdot 10^{-3}$; $8 \cdot 10^{-3}$; $2 \cdot 10^{-2}$; $8 \cdot 10^{-2}$; $2 \cdot 10^{-1}$; $5 \cdot 10^{-1}$; $8 \cdot 10^{-1}$; 1,7 моль/л; хлорид калия - $1 \cdot 10^{-3}$; $5 \cdot 10^{-3}$; $1 \cdot 10^{-2}$; $5 \cdot 10^{-2}$; $1 \cdot 10^{-1}$; $3 \cdot 10^{-1}$ моль/л. Морфометрические измерения проводили по 6 показателям: длина и ширина вегетативных клеток, гетероцист и спор в мкм. В каждой серии эксперимента и в контроле просматривали по 50 вегетативных клеток, гетероцист, спор (по 25 из каждой повторности) с помощью светового микроскопа МИКМЕД-1 ЛОМО (объектив×40, апертура 0,65) при помощи окуляр-микрометра 510. Просмотр проводили на 7 сутки. Для оценки степени воздействия на размерные признаки *C. michailovskoense* использовали статистические показатели. Достоверность влияния фактора оценивали с использованием коэффициента Стьюдента (6).

Результаты и обсуждение

Исследования показали, что действие изученных удобрений имеет следующий ряд: мочевина > хлорид калия. Концентрации мочевины $2 \cdot 10^{-1}$, $5 \cdot 10^{-1}$, $8 \cdot 10^{-1}$, хлорида калия $5 \cdot 10^{-2}$, $1 \cdot 10^{-1}$, $3 \cdot 10^{-1}$, $2 \cdot 10^{-1}$ моль/л для вегетативных клеток оказались губительными, которые привели к обесцвечиванию и полному разрушению клеточного содержимого.

Таблица 1. Влияние мочевины на морфометрические показатели размерных признаков *S. michailovskoense*

Концентрация, моль/л	X _{min}	X _{max}	X ±S _x	Me	σ	cv, %	t _{факт}							
Мочевина														
Длина вегетативных клеток, мкм														
Контроль	3,7	6,8	6,06±0,24	5,1	1,36	22,44	-							
2x10 ⁻³	3,23	6,63	4,97±0,15	5,1	1,03	20,72	9,60+							
8x10 ⁻³	3,4	5,27	4,10±0,10	3,90	0,72	17,56	9,87+							
2x10 ⁻²	3,4	7,3	3,97±0,17	3,4	1,18	29,72	2,65+							
8x10 ⁻²	3,4	7,3	3,96±0,17	3,4	1,17	29,55	2,54+							
2x10 ⁻¹	Погибли													
5x10 ⁻¹														
8x10 ⁻¹														
1,7	3,4	6,97	5,05±0,16	5,1	1,02	20,20	7,25+							
Ширина клеток, мкм														
Контроль	3,4	5,60	4,04±0,22	3,4	0,64	15,84	-							
2x10 ⁻³	3,4	5,61	4,42±0,06	4,56	0,78	17,65	5,67+							
8x10 ⁻³	3,5	5,1	4,05±0,04	4,4	0,73	18,02	5,93+							
2x10 ⁻²	3,5	5,1	4,05±0,04	4,4	0,73	18,02	5,93+							
8x10 ⁻²	3,4	5,1	3,74±0,10	3,4	0,69	18,45	12,14+							
2x10 ⁻¹	Погибли													
5x10 ⁻¹														
8x10 ⁻¹														
1,7	3,4	6,8	4,84±0,18	5,1	1,30	26,86	2,61+							
Длина гетероцист, мкм														
Контроль	5,1	6,8	6,05±0,14	6,63	0,79	13,06	-							
2x10 ⁻³	5,1	8,5	6,49±0,06	6,8	0,80	12,33	0,43							
8x10 ⁻³	5,1	8,65	6,62±0,16	6,8	1,06	16,01	11,71+							
2x10 ⁻²	5,1	8,65	6,63±0,16	6,8	1,06	15,99	5,17+							
8x10 ⁻²	Погибли													
2x10 ⁻¹														
5x10 ⁻¹														
8x10 ⁻¹	Погибли													
1,7								5,49	7,14	5,84±0,11	5,53	0,69	11,82	0,54
Ширина гетероцист, мкм														
Контроль	5,1	7,66	6,69±0,12	6,80	0,79	11,81	-							
2x10 ⁻³	5,44	9,02	7,38±0,13	6,8	0,95	12,87	15,46+							
8x10 ⁻³	5,1	12	7,48±0,23	6,8	1,56	20,86	0,49							
2x10 ⁻²	3,4	3,57	3,49±0,01	3,57	0,09	2,58	0,74							
8x10 ⁻²	Погибли													
2x10 ⁻¹														
5x10 ⁻¹														
8x10 ⁻¹	Погибли													
1,7								4,76	8,14	5,95±0,14	6,29	0,85	14,29	3,35+

Примечание: X_{min} – минимальное значение признака; X_{max} – максимальное значение признака; X ±S_x – средняя арифметическая и ее ошибка; Me – медиана; σ – стандартное отклонение; cv – коэффициент вариации; t_{факт} – достоверность различий между опытными и контрольными вариантами по критерию Стьюдента при P=0,05; «+» – различия достоверны

При внесении мочевины наблюдали гранулированность цитоплазмы, клетки приобретали изогнутую форму. Внесение мочевины вызывало укорачивание клеток, увеличение длины гетероцист. При высокой концентрации 1,7 моль/л наблюдали увеличение длины клеток, спор, увеличение ширины гетероцист.

Споры под действием мочевины увеличивались в длину, приобретали все более тёмно-желтую окраску с плотной оболочкой (табл.1).

Морфологические нарушения при внесении хлорида калия проявлялись в появлении бесформенных и эллипсоидных клеток, а так же полном разрушении клеточного содержимого. При концентрациях хлорида калия 1×10^{-2} , 5×10^{-2} , 1×10^{-1} , 3×10^{-1} моль/л наблюдали разрушение гетероцист, которые были разбросаны и оторваны от вегетативных клеток.

Таблица 2. Влияние хлорида калия на морфометрические показатели размерных признаков *S. michailovskoense*

Концентрация, моль/л	X _{min}	X _{max}	X ± S _x	Me	σ	cv, %	t _{факт}
Хлорид калия							
Длина вегетативных клеток, мкм							
Контроль	3,4	5,1	4,35±0,14	6,80	0,69	15,86	-
1×10^{-3}	5,1	8,5	6,82±0,15	6,8	1,25	18,33	15,40+
5×10^{-3}	4,6	8,5	5,77±0,13	5,1	0,92	15,94	6,86+
1×10^{-2}	3,4	5,62	4,51±0,14	3,8	0,80	17,74	7,74+
5×10^{-2}	Погибли						
1×10^{-1}							
3×10^{-1}							
Ширина клеток, мкм							
Контроль	3,4	5,1	4,09±0,14	3,4	0,86	21,03	-
1×10^{-3}	3,74	5,1	3,76±0,16	5,1	1,42	37,77	16,52+
5×10^{-3}	3,7	5,27	4,97±0,16	3,4	0,82	16,50	7,89+
1×10^{-2}	3,7	5,27	4,92±0,15	3,4	0,81	16,46	7,36+
5×10^{-2}	Погибли						
1×10^{-1}							
3×10^{-1}							
Длина гетероцист, мкм							
Контроль	5,1	6,8	6,04±0,10	6,62	0,78	12,91	-
1×10^{-3}	5,27	11,6	7,64±0,14	7,45	1,12	14,66	17,85+
5×10^{-3}	3,4	4,5	4,36±0,09	3,4	1,34	30,73	3,39+
1×10^{-2}	Погибли						
5×10^{-2}							
1×10^{-1}							
3×10^{-1}							
Ширина гетероцист, мкм							
Контроль	3,57	5,66	6,43±0,18	6,30	1,31	20,37	-
1×10^{-3}	3,4	5,27	4,36±0,13	4,76	0,69	15,83	3,14+
5×10^{-3}	3,4	5,27	4,34±0,13	4,76	0,62	14,29	2,16+
1×10^{-2}	Погибли						
5×10^{-2}							
1×10^{-1}							
3×10^{-1}							

Примечание. Обозначения такие же, как и в таблице 1.

Под действием хлорида калия наблюдали скачкообразные изменения длины и ширины спор. Внесение хлорида калия вызывало увеличение длины вегетативных клеток, гетероцист (табл. 2).

Исследованные удобрения оказывали воздействие на степень изменчивости морфологических признаков и медиану выборок, однако характер изменений зависел от удобрения.

Выводы

1. При изучении влияния мочевины и хлорида калия на *Cylindrospermum michailovskoense* установлено, ряд их токсичности: мочевина > хлорид калия.
2. Исследованные металлы в высоких концентрациях (мочевина в концентрациях 8×10^{-2} , 2×10^{-1} , 5×10^{-1} , 8×10^{-1} моль/л, хлорид калия – 1×10^{-2} , 5×10^{-2} , 1×10^{-1} , 3×10^{-1} моль/л) вызывали гибель гетероцист, гранулированность цитоплазмы, появление бесформенных и эллипсоидных клеток и полное разрушение клеточного содержимого.
3. Устойчивость вегетативных клеток была больше устойчивости гетероцист. При концентрации мочевины 1,7 моль/л происходило увеличение ширины гетероцист, а также длины клеток и спор. Споры при воздействии удобрений в испытанных концентрациях оказались устойчивыми. При высоких концентрациях происходило образование жёлтых спор с толстой оболочкой.
4. Чувствительность цианобактерии *Cylindrospermum michailovskoense* к удобрениям открывает возможности её использования в биомониторинге окружающей среды, так как изменение морфологии цианобактерии или её гибель позволяет судить о степени загрязнении почвы.

Литература

1. Балежина Л.С. Влияние минеральных удобрений на развитие водорослей в дерново-подзолистой почве // Микробиология. 1975. Т.44. № 2. С. 341-350.
2. Безуглова О.С. Удобрения и стимуляторы роста. Серия «Подворье». Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. 320 с.
3. Голлербах М.М. К вопросу о составе и распространении водорослей в почвах // Тр. БИН АН СССР. 1936. Сер.2. Спор. раст. Вып.3. С. 99-302.
4. Голлербах М.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли. Л.: Наука, 1969. 228 с.
5. Кабиров Р.Р. Альтотест как быстрый способ оценки влияния на сообщество почвенных водорослей некоторых химических препаратов и удобрений при их совместном использовании // Экологические проблемы агропромышленного комплекса Башкирской АССР / Тез. докл. республиканской научно-практической конференции. Уфа, 1989. С. 66-69.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия. М: Высш. шк., 1990. 352 с.
7. Rebel C. Beitrage zur Biologie der Bodenalgien. Diss. Munchen. 1959. 27 s.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ МИГРАЦИИ УРАНА И ТОРИЯ В ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

Асварова Т.А., Бутаев А.М. (г. Махачкала, ПИБР ДНЦ РАН, лаборатория биогеохимии, e-mail: *pibrdncran@iwt.ru*)

Abstract. The results of many yeas radioecological researches in the mountainous region of the Caucasus on the territory of the republics of Azerbaigan, Dagestan, Chehnia, North Ossetia-Alania, Kabardino-Balkaria, Karachai-Cherkesia, Stavropol and Krasnodar region have been generalized. The main aim of the regional clarks of natural radionuclides in the odgects of biosphere of the Caucasus. The full region of the Caucasus on the natural gamma back ground, the content of uranium, thorium, radium and potassium in the rock, soil, plants, water has been given and the maps-schemes have been drawn.

Радиоэкологические исследования проведены на Большом Кавказе в его высокогорных районах Восточного, Центрального, Западного Кавказа на территории республик Дагестана, Азербайджана, Грузии, Чечни, Северной Осетии-Алании, Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкесии, Ставропольского и Краснодарского краев.

Целью работы являлось изучение основных факторов, влияющих на распределение и миграцию естественных радионуклидов в почвах различных районов Кавказа и выявление закономерностей их накопления в растениях.

Необходимость проведения таких исследований вызвана практически полным отсутствием данных по этим вопросам для объектов высокогорий Кавказа по причине методологических трудностей (1, 2, 3, 6, 7, 8).

Маршрутные экспедиции проводили в летние месяцы после схода снежного покрова. Почвенные разрезы закладывали по всему профилю до почвообразующих пород, из которых секционнo отбирали пробы по генетическим горизонтам. Гамма-фон местности измеряли с помощью поискового дозиметра СРП-68-01. Валовое содержание ^{238}U и ^{232}Th в почвах, породах, золе растений определяли с арсеназо-III на фотокалориметре «Sresol» при $\lambda=670\text{nm}$, по методике (11). Подвижные формы радионуклидов определяли по схеме (5). Агрохимические показатели почв и статистическая обработка результатов проводилась общепринятыми методами (4, 10). В общей сложности было исследовано около 90 точек Большого Кавказа на высоте от 1800 м до 3800 м над уровнем моря.

Природный гамма-фон высокогорий Большого Кавказа подвержен значительным колебаниям и варьирует от 6 до 40 мкР/ч (0,44 до 2,88 пА/кг). Средние значения мощности дозы на территории Большого Кавказа 10 -15 мкР/ч, районов с мощностями дозы гамма-излучения, превышающими 20-30 мкР/ч (1,43 – 2,15 пА/кг), мало (Рис.1).

Наименьшие мощности дозы гамма-излучения наблюдается в почвенно-растительном покрове, развитом на известняках, наибольшие на глинистых сланцах. Так, на Восточном Кавказе, уровень гамма-активности на г. Шалбуздаг, хребтах Нукатль (глинистый сланец) и Андийский изменяется в пределах от 10 до 24 мкР/ч, на г. Баба-Даг и Шаг - Даг (глинистый сланец) – от 8 до 17 мкР/ч, а на отдельных участках Богосского хребтап (глинистый сланец) достигает 40 мкР/ч. На Центральном Кавказе мощности дозы гамма-излучения колеблются от 10 до 30 мкР/ч. Наибольший уровень гамма – активности - 16-30 мкР/ч наблюдается на г. Эльбрус (гранит, туф, базальт), и на г. Чегет, леднике Безенги, перевале Твибер, ущелье Шаурту (гранит, туф, базальт

вулканический, слюдистый гнейс, магматический кварц). На Скалистом хребте Центрального Кавказа уровень гамма-активности составляет 10-12 мкР/ч на г. Столовая, Махческ, Верхний Згид, г. Сухоузская и только на г. Кара-Кая – 19 мкР/ч (глинистый сланец, известняк мраморизированный). На Западном Кавказе Водораздельного хребта интенсивность гамма-излучения изменяется в пределах от 12 до 18 мкР/ч. Наибольшее значение- 23 мкР/ч наблюдается на перевале Клухорский, Марухский (гранит), а наименьшее (6-9 мкР/ч) на Скалистом хребте Западного Кавказа г. Щелканка, г. Б. и М. Бермамыт, г. Башкирка и г. Кинжал – (известняк, доломит).

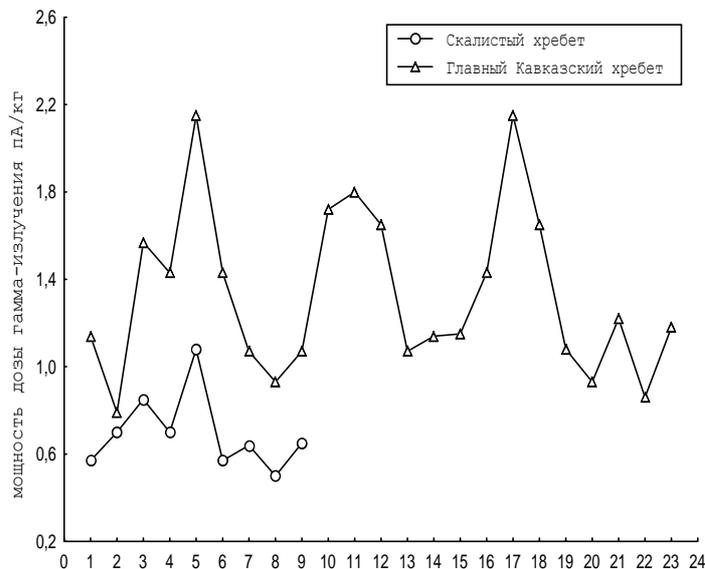


Рис.1 Экспозиционная мощность дозы гамма-излучения пА/кг

Главный Кавказский хребет: В.К.– 1-г.БабаДаг, 2- г.Шаг-даг, 3- г.Шалбуздаг, 4хр.Нукатль, 5-хр. Богосский, 6-хр. Андийский, Ц.К. – 7-г. Казбек, 8-пер.Мамисонский, 9-пер. Крестовый, 10-пер.Твибер, 11- г.Безенги, 12-ущ. Шаурту, 13- пер.Рокский, 14- ущ..Адыл-Су, 15- пер. Накра, 16- г.Чегет, 17-г.Эльбрус, З. К.- 18-пер.Клухорский, 19-пер.Алибек, 20- ущ. Дамхурц, 21- пер. Марухский, 22-пер. София, 23- пер. Столичный
Скалистый хребет: В. К. — 1- г. Столовая, 2- г. Махческ, Ц. К.- 3- г. Верхний Згид, 4- г. Сухоузская, 5- г. Кара-Кая, З. К.: 6- г. Кинжал, 7- г. Бермамыт, 8-г. Башкирка, 9- г.Щелканка
В. К. — Восточный Кавказ, Ц. К. — Центральный Кавказ, З. К.— Западный Кавказ

В целом средняя экспозиционная доза мощности гамма-излучения почвенно-растительного покрова Водораздельного и Бокового хребтов превышает данные на Скалистом хребте в 2 раза. Природная радиоактивность почвенно-растительного покрова большей части Кавказа находится на уровне 6-18 мкР/ч. Но имеется большое количество участков (в том числе и в местах компактного проживания людей) на Восточном и Центральном Кавказе, где гамма-фон превышает 20 мкР/ч и 30 мкР/ч, являясь постоянно-действующим фактором.

Анализ данных показывает, что гамма-фон локальных участков Кавказа в первом приближении коррелирует с суммарным содержанием урана и тория в породах, почвах. По валовому содержанию урана горные породы Кавказа распределены в следующий убывающий ряд: глинистые сланцы > граниты > песчаники > гнейсы > известняки, а тория ряд: гнейсы > песчаники > глинистые сланцы > граниты. Наибольшим размахом в содержании урана и тория характеризуется магматические породы, концентрация в них различается в 3 раза.

По направлению от Баку до Краснодара содержание тория в породах возрастает, а содержание урана снижается, причем на участке Центрального Кавказа наблюдается заметное пиковое повышение концентрации обеих радионуклидов (Рис.1).

Полученные нами значения $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ для гранитов и глинистых сланцев согласуются по порядку с известными литературными данными, но не согласуются для известняков, нарушение радиоактивного равновесия обусловлено высоким содержанием в них тория. Найденные нами значения отношений $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ находятся в большинстве случаев в узком интервале величин (3,25-5,5) и близки к $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ в земной коре и почвах, не подверженных техногенным воздействиям (3,7-4,5).

Отмечено выше, более чем двукратное различие интенсивности гамма-излучения различных регионов Кавказа вызвано, прежде всего, различием концентраций естественных радионуклидов в горных породах, из которых они сложены. В тоже время, наши исследования показали, что обнаженные участки субнивального пояса (скальные породы, осыпи, мелкозем) имеют относительно низкую гамма-активность по сравнению с альпийскими и субальпийскими поясами, имеющими в той или иной степени развитый почвенный покров. Здесь проявляется эффект суммирования мощности дозы гамма-излучения пород и почвенно-растительного покрова, и в создании природного радиационного фона преобладающее значение приобретают почвы. На Скалистом хребте, представленном горно-луговыми черноземовидными почвами, интенсивность гамма-излучения не подвержена значительным пространственным вариациям, как на Водораздельном хребте. Наиболее обогащены ураном горно-луговые черноземовидные почвы Скалистого хребта. Наибольшая аккумуляция тория происходит в неразвитых примитивных почвах субнивального пояса, сформированных на рыхлых отложениях горных пород.

В зависимости от типа почв среднее содержание урана в почвах колеблется от $0,85 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^{-4}$ %, а тория от $4,38 \cdot 10^{-4}$ до $7,32 \cdot 10^{-4}$ %.

Хотя и наблюдается общая тенденция увеличения содержания валовых и подвижных форм радионуклидов в гумусовом слое с понижением уровня высотного пояса, по характеру их распределения в исследованном интервале высот имеет вид кривой с минимумом. Возможно, за счет поверхностного и внутрпочвенного стока вниз по склону из выше лежащих горно-луговых почв альпийских и субальпийских поясов вымываются обогащенные радионуклидами частицы (мелкозем, илистая фракция, частицы органического вещества), и накапливается в нижних ярусах.

Распределение урана в почвенном профиле горно-луговых дерновых почвах Большого Кавказа происходит по элювиально-иллювиальному типу, а в горно-луговых черноземовидных почвах – по аккумулятивному типу, а тория по иллювиально-элювиальному типу, причем в верхних гумусированных горизонтах его в среднем в 2 раза меньше, чем в породах и продуктах почвообразования. Подвижность тория, по сравнению с подвижностью урана, в почвах высокогорий ограничена. Можно предположить, что в горно-луговых дерновых почвах происходит фиксация урана в профиле, близких к почвообразующей породе. На это косвенно указывает данные корреляции содержания урана с физико-химическими показателями почв. Так, в примитивных почвах, распределение урана в почвенном профиле равномерное и положительно коррелирует с гумусом (+ 0,81), с карбонатом (+ 0,85), pH (+ 0,66) и суммой обменных катионов $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ (+ 0,96).

Анализ данных показывает, что на Водораздельном хребте уран более подвижен в горно-луговых черноземовидных почвах, а интенсивность миграции тория во всех типах почв одинакова. В почвах Скалистого хребта торий более мобилен, чем в почвах Водораздельного хребта почти в 2 раза. Это связано с разным генезисом почвообразующих пород горных массивов, Водораздельный хребет - магматические породы, Скалистый хребет - осадочные породы. Присутствие карбонатов и степень увлажнения почвенного покрова за счет атмосферных осадков, которые на Скалистом хребте выпадает значительно больше, чем на Водораздельном хребте интенсифицирует процессы вертикальной миграции тория и аккумуляции его в верхних горизонтах почв.

Для исследований миграции радионуклидов по трофическим цепям, изучены 5 подвижных форм урана и тория в почвах: водорастворимая, обменная кислоторастворимая, связанная с гумусом, связанная с оксидами R_2O_3 , прочносвязанная

Среднее содержание подвижного урана составляет – 56,3%, наибольшее в горно-лесной почве – 81,7%, а подвижного тория – 2,7% от валового содержания. Высокая

степень подвижности урана в этих почвах происходит за счет формы нахождения связанного с гумусом. Наименьшие значения подвижного урана - 2-4 % приходится на водорастворимые формы во всех типах почв. Торий в почвах в основном находится в прочносвязанной форме. Распределение обменных и кислоторастворимых форм, связанных с полуторными оксидами, составляет от 10 до 14 % от валового содержания.

Доминанты и эдификаторы высокогорных районов Большого Кавказа являются виды растений – типчак, овсяница пестрая, овечья, луговая (*Festuca sulcata*, *F. varia*, *F. ovina*, *F. pratensis*), манжетка кавказская, шелковистая (*Alchimilla caucasica*, *A. sericea*), камнеломка Коленати, хрящевая, можжевелолистная, моховидная, усатая, сибирская, Динника, рыхлая, килеватая (*Saxifraga Kolenatiana*, *S. cartilaginea*, *S. juniperifolia*, *S. mochata*, *S. flagellaris*, *S. sibirica*, *S. Dinikii*, *S. exarata*, *S. carinata*), чемерица Лобелиева, первоцвет Рупрехта, крупночашечковый (*Primula Ruprechtii*, *P. macrorocalyx*), чемерица Лобелиева (*Veratrum Lobelianum*), рододендрон кавказский (*Rhododendron caucasicum*), дриада кавказская (*Drias caucasica*), можжевельник казацкий (*Juniperus sabina*).

Виды камнеломок и виды манжеток, аккумулируют наибольшие количества урана и тория на примитивных почвах, осыпях субнивального пояса и на горно-луговых дерновых почвах альпийского пояса. Наши расчеты КБП, которые являются параметром биогенной миграции показали, что КБП урана и тория варьирует в широких пределах и для большинства растений не превышает единицы, за исключением различных видов камнеломки рыхлой и манжетки кавказской.

Обнаружено, что различие между содержанием урана и тория в одних и тех же растениях (виды манжеток, виды камнеломок и др.), собранных на различных участках может достигать 5 и более раз. Это в первую очередь связано с различным содержанием радионуклидов в почвах, на которых произрастает тот или иной вид растений и их биологические особенности (тип корневой системы и др.).

Исследование дробных частей растений показывают, что накопление радионуклидов в них происходит по акропетальному типу: т.е. в старых органах и тканях содержание урана и тория значительно выше, чем в молодых. Это относится как к травянистым растениям, так и к древесно-кустарниковым. Относительно высокое содержание урана и тория в корнях, чем в надземных органах. Максимальное содержание урана и тория отмечено в различных видах камнеломок (камнеломка рыхлая, камнеломка килеватая, камнеломка Динника) – кальциефиллы, минимальное в чемерице Лобелиева.

Литература

1. Абдуллаев М.А. Поведение искусственных и естественных радионуклидов в почвенно-растительном покрове Азербайджана. – Автор. докт. дис. – Баку, 1998. – 46 с.
2. Алексахин Р.М., Таскаев А.И. Некоторые актуальные проблемы почвенной радиоэкологии // Почвоведение. – 1988. – №7. – С. 115-123.
3. Ананян В.Л. К вопросу о естественной радиоактивности почв Армении // В кн. Микроэлементы и естественная радиоактивность почв.–Ростов-на Дону, 1962. – С. 56-63.
4. Аринушкина Е.В.Руководство по химическому анализу–М. МГУ,1961. – 488 с.
5. Архипов Н.П., Федорова Т.А., Февралева Л.Т. Соотношение форм соединений тяжелых естественных радионуклидов в почвах // Почвоведение.–1986, №1. – С. 69-78.

6. Балясный Н.Д., Василенко В.Н., Пегоев А.Н., Фридман Ш.Д. Естественная радиоактивность почв в горных районах СССР // Тр. ин-та прикладной геофизики. – М., 1980. – Вып.43. – С. 116-152.
7. Баранов В.И., Титаева Н.А. Радиоэкология. – М.: Из-во МГУ, 1973. – 242 с.
8. Брендаков В.Ф., Иохельсон С.Б., Чуркин В.Н. Содержание радия, тория и калия в верхнем слое почв Кавказа // Почвоведение. – 1967. – № 1. – С.41-47.
9. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.
10. Попов Д.К., Поникарова Т.М., Поникаров В.И. Методические рекомендации по определению концентраций валового урана и тория в породах, почвах, золе растений.// Ленинградский институт радиационной гигиены и санитарии, 1981.– 15 с.

ПРИНЦИПЫ ИЗУЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

Бахов Ж.К., Чингизбаев М.М. (г. Шымкент, ЮКГУ им. М. Ауезова,
кафедра «Экологии», e-mail: zhbakhov@mail.ru)

Abstract. Reliability of functioning of motor transportation engineering is investigated from the point of view of ecological safety. The offered approaches to an estimation and study of reliability of functioning of motor transportation engineering are of interest for the decision of the important practical tasks.

В настоящее время развитие и распространение сложных технических систем, компонентами которых являются отдельные узлы и детали, требуют все новых подходов к оценке их надежности и безопасности, в том числе и экологической безопасности. Выбор соответствующего математического аппарата для анализа надежности и безопасности определяется наличием, видом и источником информации о надежности элементов и системы.

Ряд задач анализа надежности не могут быть решены в рамках классической теории вероятностей. Здесь наиболее оправданно использование нетрадиционных подходов, к которым можно отнести использование теории нечетких множеств, теории возможностей и теории интервальных средних [1].

Решение задач анализа и управления надежностью актуально и для построения эффективных систем технического обслуживания и ремонта автотранспортной техники. В частности, потребность в формализации качественной информации о качестве деталей автотранспортной техники, диктуется необходимостью решения таких задач, как исключение субъективизма в оценках качества изготавливаемых деталей, разработки методов и технических решений для автоматической классификации деталей, нахождение взаимосвязей между показателями качества изготавливаемых деталей и технологическими параметрами, а также решения задач технической диагностики при ухудшении качества деталей.

С точки зрения оптимизации технологического процесса ремонта и технического обслуживания автотранспортной техники функционирование такого процесса представляют в виде взаимодействия некоторых элементарных технологических операций (модулей), воздействующих на изменение качественных характеристик техники [2].

Главная цель управления технологическим процессом ремонта и технического обслуживания автотранспортной техники – повышение его эффективности в данном случае решается путем улучшения показателей функционирования основных технологических операторов, что отражается в улучшении эксплуатационных характеристик автотранспортной техники.

Для автотранспортной техники недостаточно одного знания локальных оптимумов составляющих подсистем и умения определять входные значения оптимизирующих переменных всей системы. Поэтому возникает необходимость в новом подходе к управлению технологическим процессом ее ремонта и технического обслуживания сложной системой. В теории оптимизации такой подход может быть сформулирован как разработка методов оптимизации глобальной целевой функций каждой системы в целом, с учетом локальных целевых функций подсистем, позволяющим достигнуть наилучшей согласованности функционирования всей системы с точки зрения поставленной конечной цели.

Из известных методов оптимизации сложных технических систем для решения задач оптимизации технологического процесса ремонта и технического обслуживания автотранспортной техники наиболее подходит декомпозиционный метод, суть которого заключается в том, что они сводят задачу оптимизации системы к взаимосвязанным задачам оптимизации отдельных составляющих ее подсистем. Взаимосвязь этих задач оптимизации обусловлена взаимодействием самих подсистем, учитываемым различными приемами декомпозиции общей задачи оптимизации. Особенность декомпозиционных методов, учитывающих иерархическую структуру системы, обусловила многоуровневые стадии изучения и принятия решений по оптимизации системы.

Надежность функционирования автотранспортной техники может выступать как элемент экологической безопасности по той причине, что только сохранение способности выполнять свои специфические функции с сохранением эксплуатационных показателей при заданных режимах использования позволяет ограничить техногенное воздействие на окружающую среду [3].

Надежность функционирования деталей и узлов автотранспортной техники можно определить вероятностью безотказной эксплуатации, т.е. отношением числа однотипных деталей и узлов N , безотказно проработавших до момента времени t , к числу средств N_0 , работоспособных в начальный момент времени:

$$P(t) = \frac{N_b}{N_0} = \frac{N_0 - m}{N_0} = 1 - \frac{m}{N_0} \quad (1)$$

где m - число деталей и узлов.

В исследовании надежности технических систем особое место занимает отказ. Применительно к иерархической структуре изучаемой автотранспортной техники наступление отказов находится в довольно сложной диалектической связи с целевыми задачами, решаемыми в ходе автоматизации и оптимизации системы.

Вероятность безотказной эксплуатации $P(t)$ и отказа $Q(t)$ в интервале времени t образуют полную группу событий:

$$P(t) + Q(t) = 1 \quad (2)$$

В целом, функцию безопасности системы можно выразить через показатель безотказной эксплуатации $P(t)$ отдельных элементов системы:

$$P(t) = \sum_{k=1}^m P_k(t), \quad (3)$$

где m -число элементов автотранспортной техники; $P_1(t) \dots P_m(t)$ – функции безопасности каждого из элементов.

Для каждой аварийной ситуации, развивающейся по многоуровневому сценарию, определяются вероятности того, что j -я аварийная ситуация приведет к одному из i -х факторов риска одного уровня, по следующему соотношению:

$$F_{ij} = 1 - \sum_{l=1}^{N-1} F_{lj}, \quad l \neq i; \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad (4)$$

где F_{ij} , F_{lj} - вероятности возникновения i -го или l -го факторов риска одного уровня от j -й аварийной ситуации.

Математическое ожидание времени наработки деталей и узлов автотранспортной техники до первого отказа выражается зависимостью:

$$T_0 = \int_0^{\infty} P(t) dt \quad (5)$$

Надежность функционирования деталей и узлов автотранспортной техники подчиняется экспоненциальному закону распределения отказов составляющих элементов, а среднее время безаварийной эксплуатации может быть определено как:

$$T = T_{отк} \sum_{i=1}^{n_a} \frac{n_e}{n_e - i + 1} \quad (6)$$

где $T_{отк}$ - среднее время работоспособности техники до первого отказа; n_e - общее число функциональных и конструктивных элементов промышленной техники; i - элементы, находящиеся в неработоспособном состоянии; n_a - число элементов, выход из строя которых приводит к аварии техники.

Оптимальное число элементов (узлов и деталей) автотранспортной техники, выход из строя которых допустим без прекращения эксплуатации, может быть определено как:

$$n_a = \frac{bn_e(k-1)}{k} + \left[\left(\frac{bn_e}{k} \right)^2 (k-1)^2 + \frac{bn_e(2bn_e + k - 1)}{k} \right]^{0,5} \quad (7)$$

где $b=T/T_1$, T_1 - время безаварийной работы объекта, T_2 - время после аварийного ремонта, k - коэффициент надежности каждого из узловых элементов технического объекта.

Используя выше приведенную методику нами был выполнен комплекс расчетов по изучению безопасности и экологичности функционирования автобусов автопарка «Онтустик-МАН» г.Шымкента, что показало целесообразность применения методики для анализа и управления безопасностью автотранспортной техники.

В заключение следует отметить, что сборка и функционирование машиностроительной продукции как сложной системы, компонентами которых являются программное обеспечение, человек и детали техники, требуют новых подходов к оценке их надежности и безопасности. В этом плане рассмотренные в настоящей работе подходы к оценке и изучению надежности функционирования такой сложной системы, как автотранспортная техника представляют интерес для решения важных практических задач.

Литература

1. Проников А.С. Надежность машин. –М.: Машиностроение, 1978. –356 с.
2. Балабеков О.С., Балтабаев Л.Ш., Джомартов А.Ч., Куатбеков М.К. Диагностирование машин и аппаратов. В 2 ч. –Алматы: Демеу, 1993.–с.
3. Козлов Ю.С., Меньшова В.П., Святкин И.А. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. - М.: АГАР, 2000. -175 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Верхозина Е.В. (г. Иркутск, ул. Лермонтова 128, Институт Земной Коры СО РАН, verhel@crust.irk.ru)

Аннотация. Рациональное использование ресурсов пресной питьевой воды, таких как оз. Байкал, а также разработка водо-охраных мероприятий невозможна без выявления роли микроорганизмов в процессах превращения веществ антропогенной природы, поступающих в озеро. В связи с интенсивным развитием туризма, нагрузка на экосистему озера будет все увеличиваться и эта ситуация может оказаться непредсказуемой.

Одним из приоритетов национальной экологической политики России является соблюдение экологической безопасности путем решения многочисленных экологических проблем на региональном уровне, поэтому возникает острая необходимость в активизации деятельности природоохранных служб по созданию комплексных экологических программ. Особенно, это касается озера Байкал – участка мирового природного наследия и основного источника пресной питьевой воды не только в регионе, но и в мире.

Уникальность экосистемы озера Байкал и прилегающих к нему территорий юридически признаны и включены в Список участков мирового наследия. Закон Российской Федерации "Об охране озера Байкал" принят в 1999 году. Однако, принимаемые меры недостаточны для защиты Байкала. До сих пор принимаются разрозненные постановления и программы действий, не связанные единой идеей, не имеющие достаточного экономического обоснования и не реализуемые. Федеральным законом «Об охране озера Байкал» (№ 94-ФЗ от 01.05. 1999) статьей 20 предусмотрен государственный экологический мониторинг уникальной экологической системы озера. В 2003 г. ФГУП «ВСНИИГГиМС» разработал программу государственного экологического мониторинга Байкальской природной территории как эколого-социально-экономической системы. Программой впервые намечено объединить данные наблюдений различных организаций в единую базу на общей картографической основе и получать комплексную и взаимоувязанную оценку состояния уникальной экологической системы озера Байкал с учетом результатов НИР и госконтроля. В соответствии с законом «Об охране озера Байкал», на Байкальской природной территории (БПТ) выделены центральная экологическая зона (БПТ), буферная экологическая зона (БЭЗ) и экологическая зона атмосферного воздействия (ЭЗАВ).

Использование и охрана такой сложной экосистемы как оз. Байкал, куда входят: – оз. Байкал (и его притоки), р. Селенга (самый крупный приток оз. Байкал), р. Ангара (ее притоки), является одной из ключевых и сложных задач в управлении природными ресурсами в регионе. Озеро Байкал является трансграничным водным объектом, расположенным на территории Республики Бурятия, Иркутской области и Монголии.

В настоящее время, озеро Байкал используются для: развития туризма, судоходства, хозяйственно-бытовых нужд и в сельском хозяйстве. Водопотребление озера Байкал связано еще и с промышленностью. На берегу озера Байкал существует Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат. При оценке экологических последствий сброса сточных вод целлюлозно-бумажного производства до середины 70-х годов основное внимание уделялось эффектам острой токсичности для гидробионтов. Сейчас все большее внимание привлекают хронические эффекты и воздействие токсикантов, которые аккумулируются в организмах, длительное время сохраняются в природной среде и подвергаются глобальному переносу.

Бурное развитие промышленности в юго-западной части Иркутской области повлекло за собой загрязнение акватории озера и прилегающих территорий за счет переноса загрязняющих веществ поступающих в атмосферу от хозяйственной деятельности предприятий городов, расположенных по долине р. Ангара: Черемхово, Усолье-Сибирского, Ангарска, Шелехова, Иркутска. Преимущественное направление ветров в этом районе северо-западное, поэтому все воздушные выбросы, переносятся на акваторию озера. Кроме того, река Селенга, являющаяся одним из основных источников загрязнения оз. Байкал, также привносит до половины всего загрязнения в озеро.

Но оказалось, что самый страшный загрязнитель для экосистемы Байкала - это микроорганизмы. Попадая в озеро с бытовыми и техногенными стоками, судоходством, они размножаются в озере, изменяя качество воды. В последние годы микробную индикацию состояния окружающей среды выделили в самостоятельное направление (Верхозина и др., 2004). В основе его лежит уникальная биохимическая организация микробной клетки. Эта способность микроорганизмов используется в настоящее время как основа индикации загрязняющих веществ в морских и пресных водоемах. Бактерии являются наиболее важным компонентом в экосистеме водоемов, именно они принимают активное участие в формировании качества воды и улучшению санитарно-гигиенического состояния (Верхозина и др., 1988).

Микроорганизмы – бактериопланктон Байкала – вносят определяющий вклад в формирование качества вод. Клетки микроорганизмов продуцируются и функционируют в течение всего года, заселяя всю водную толщу вод Байкала, обеспечивая действие всех биологических круговоротов и самоочистительных процессов в озере и, в конечном счете, устойчивость экосистемы. Неоспорима роль бактерий в формировании качества воды озера Байкал и санитарно-гигиенического состояния экосистемы. Бактериопланктон Байкала также является хорошим аналитическим индикатором на антропогенные влияния и гидродинамические процессы, протекающие в озере. Отмечено увеличение количества бактерий и изменение соотношения различных их физиологических групп в районах антропогенного воздействия. Также установлено изменение качественного состава микроорганизмов в районах г. Байкальска и п. Листвянка, где в настоящее время наблюдается наиболее интенсивное антропогенное влияние – активная туристическая деятельность, в основном, - в виде неконтролируемого туризма (Гончар и др., 1998).

Таким образом, микроорганизмы являются хорошими индикаторами при выявлении антропогенного фактора на экосистему озера. Необходимо срочно решать вопрос о строительстве очистных сооружений, поскольку в связи с развитием новой экономической зоны в п. Листвянка, нагрузка на экосистему озера будет все увеличиваться и эта ситуация может оказаться непредсказуемой (Верхозина, 1985). Озеро Байкал - внутриконтинентальный водоем с низкими скоростями водообмена, низкими температурами и слабыми микробиальными процессами деструкции. Рациональное использование ресурсов пресной питьевой воды, таких как оз. Байкал, а также разработка водо-охраных мероприятий невозможна без выявления роли микроорганизмов в процессах превращения веществ антропогенной природы, поступающих в озеро.

Литература

1. Верхозина В.А., Куснер Ю.С., Сафарова В.А., Судакова Н.Д. Мелкомасштабная турбулентность и пэтчинг бактериопланктона на Байкале. // ДАН 1988.Т.301.С. 153-154.

2. Верховина В.А. Влияние антропогенного фактора на микробиальные процессы круговорота азота. //Совершенствование регионального мониторинга состояния озера Байкал. Л.Гидрометиздат.1985.С.67-70.
3. Гончар Д.А., Дедков В.С., Верховина В.А., Куснер Ю.С., Шевченко А.В., Дегтярев С.Х. Эндонуклеаза рестрикции Sce91 из штамма Sporosarcina sp.9D узнающая последовательность ДНК 5' - ААТТ -3' // Прикладная биохимия и микробиология. 1998..Т.34. № 2, С. 139-141.
4. Верховина В.А., Верховина Е.В., Гончар Д.А., Дедков В.С., Дегтярев С.Х., Куснер Ю.С. Микроорганизмы озер Байкал и Ньяса как индикаторы антропогенного влияния и перспектива их использования в биотехнологии // Прикладная биохимия и микробиология, 2004, том 40, № 4, с. 455-459.

ЗОЛОТО, ТАЛЛИЙ И ПЛАТИНОВЫЕ МЕТАЛЛЫ КАК ИСТОЧНИКИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Горчаков Э.В. (Томск, Томский политехнический университет, кафедра геологии и разведки полезных ископаемых, gorchakovedvard@mail.ru)

Abstract. Proper attention has never been paid to trace elements (TE) which cause diseases, syndromes and pathological states appearing in human organism due to TE deficiency, redundancy or misbalance. TE studies are now at a new stage of development. Systematization and accumulation of facts has led to creation of a special branch of pathology which includes a new category of human diseases with determined origin, but their pathogenesis is not clear yet. It turned out that all groups of the periodic table contain elements both stimulating animal growth and survival and causing pathology or lethal outcome.

Обращает на себя внимание, что микроэлементы (МЭ), имеющие заслуженную репутацию токсичных (мышьяк, сурьма, барий, бериллий, висмут, золото, бор, свинец, таллий), содержатся в норме в органах и жидкостях организма человека в значительно меньших количествах, нередко на несколько порядков ниже, чем необходимые МЭ. В частности, необъяснимо высокое содержание золота в головном мозге и в почках (2,54 мкмоль/кг (0,5 мг/кг) сухой массы).

Содержание таллия, обладающего токсическим свойством, во всех органах находится почти на одном уровне (1,96 мкмоль/кг (0,4 мг/кг)) и только в головном мозге увеличивается до 2,44 мкмоль/кг (0,499 мг/кг).

Данные количества необходимо учитывать во время определений содержания токсических элементов.

По мере того как изучаемые токсические вещества начинают поступать в организм в избытке, возникает состояние «маргинальной токсичности», а затем и проявления «летальной токсичности»(1). Указанная тенденция в количественном отношении может существенно варьировать для каждого элемента.

Огромный интерес представляют МЭ, обладающие способностью вызывать токсический эффект в определенных концентрациях.

В этих исследованиях широко изучается содержание химических элементов в диагностических биосубстратах человека (кровь, моча, слюна, желчь, волосы, ногти, зубы), а также в «критических» органах (печень, почки, костная ткань и др.). Эти показания используются в качестве необходимых сведений о рекомендуемых и допустимых уровнях некоторых химических элементов.

Термин, «трансгрессивные микроэлементозы», впервые введен в 1983 году (2). Данный термин заимствован из геологии, в которой им обозначается наступление моря на сушу. Трансгрессивные техногенные заболевания химической природы стали известны в конце XX века в связи с резким возрастанием промышленного загрязнения внешней среды. Вспышки их регистрируют не по соседству с предприятиями, а на значительном расстоянии от них, причем перенос специфической химической вредности (в том числе и аэрозолей МЭ) осуществляется за счет атмосферной или водной циркуляции.

На данный вид заболеваний не обращалось и не обращается должного внимания, в связи с тем, что за наблюдением и ведением постоянного контроля необходимо выделение огромных средств. Так же переориентирование предприятий к более улучшенным в экологическом плане технологиям, не осуществляется из-за их дороговизны. Примером может служить целлюлозный комбинат, находящийся на

берегу озера Байкал. Данное предприятие даже после некоторой реконструкции с сторону улучшения экологических параметров продолжает выбрасывать в огромных количествах загрязнения. Государство, которое должно вести контроль, просто не обращает должного внимания.

Таллий(3, 4)встречается в полиметаллических рудах и кварцах различного состава. Таллий и его соединения применяются во многих отраслях промышленности, но наибольшее применение находят галогениды, сульфаты и сульфиды, карбонаты, селениды и др.

Таллий, обнаруживающийся в рудных месторождениях Урала, Алтая, Казахстана, Забайкалья и Дальнего Востока также, содержится в подземных водах, попадая из руд, при чем содержание может достигать 13,2 мкмоль/л (2,7 мг/л). При этом известно, что пороговая его концентрация составляет 1,47 мкмоль/л (0,3 мг/л), а ПДК в питьевой воде 0,49 нмоль/л (0,0001 мг/л). В норме концентрация таллия в волосах человека составляет 0,049 нмоль/л (0,00001 мг/л), в моче – 0,049 нмоль/л. Из организма поступивший таллий выводится медленно (до 1 года), в основном с калом и мочой. Среднесмертельная доза таллия для человека составляет 0,029 – 0,196 ммоль/кг (5,93 – 40,06 мг/кг), а смертельная – 3,62 ммоль (739,86 мг).

Следует отметить, что исход таллотоксикоза в значительной степени зависит от дозы таллия, поступившего в организм, а также от своевременного лечения. При этом необходимо подчеркнуть, что специфического антидота при отравлении таллием не существует, хотя имеется определенный набор средств, обеспечивающих его эффективную терапию. Изменениям в организме при отравлении таллием в большинстве своем имеют неотвратимые последствия.

Золото(5). Этот МЭ довольно широко используется в медицине, в частности при ревматических и онкологических заболеваниях, а также в стоматологии. Наиболее высокая концентрация этого МЭ в организме обнаруживается в почках. Признаками интоксикации являются поражения кожи, органов кроветворения, органов дыхания и почек.

Установлено, что золото, поступающее в организм в составе лекарственных препаратов, откладывается не только в почках, но и в фагоцитирующих клетках, в печени и лимфатических узлах.

От Урала и до Дальнего Востока ведется разработка золоторудных месторождений. Последствия, загрязнений прилегающих территорий в основном связаны не с самим золотом, а компонентами матрицы пробы (руды) состоящей из мышьяка, сурьмы, железа, меди, висмута. В некоторых месторождениях может содержаться значительное количество ртути и ее солей, селен и многие др.

Платина, палладий(7 - 12). Нефропатия связана с применением противоопухолевых препаратов платины и палладия. Они оказывают токсическое действие на костный мозг и почки. Препараты платины и палладия накапливаются в почках, печени, надпочечниках, легких, костях и коже. Способность платины взаимодействовать с молекулой ДНК обуславливает ее мутагенность. Препараты палладия, в сравнении с препаратами платины, менее токсичны и обладают меньшей мутагенностью в отношении молекул ДНК.

Не связанные препараты палладия и платины за короткое время выводятся из организма, попадая в канализационные стоки. Из канализационных стоков их выделение, а также в большинстве случаев проведение контроля на содержание невозможно в связи с их нахождением в легко растворимых формах. Так же проведение перевода соединений платины и палладия в формы пригодные для анализа приводит к значительным потерям из-за летучести их органических соединений при нагревании.

В геолого-аналитическом центре «Золото – платина» разработанные методики для анализа рудного материала на золото, платину, палладий, таллий и др., после некоторых доработок с учетом особенностей нахождения элементов в различных формах, были применены для анализа почвенных покровов, биологических объектов, природных вод.

Данные доработанные методики были применены к выше перечисленным объектам и некоторые из них готовятся к аттестации, другие методики проходят доработку.

Литература

1. Biochemistry of the essential ultratrace elements/Ed. E. Frieden.- New York – London: Plenum Press, 1984.
2. Potentiometric stripping analysis of thallium in natural waters /Cleven R., Fokkert L. //Anal. Chim. Acta.- 1994.- 289, №2,-P. 215 – 221.
3. Коренман И. М. Аналитическая химия таллия. М.: АН СССР, 1960, 172 с.
4. Gold /Shaw C. Frank //Metals and Their Compounds Environ.: Occurrence Analysis, and Biol. Relevance.- Weinheim etc. 1991.- P. 931 – 938.
5. Бусев А. И., Иванов В. М. Аналитическая химия золота. М.: Наука, 1973, 264 с.
6. Palladium as an important analytical element in some real samples /Georeieva H., Pihlar B. //35th IUPAC Congr. Istanbul. 14 – 19 Aug., 1995: Abstr. //Sec. 4 – 6.- Istanbul, 1995.- P. 1160.
7. Ion chromatographic determination of platinum in biotic materials / Ierono Ulrich, Alt Friedrich, Messerschmidt Jürgen, Tölg Günther //Mikrochim. Acta.- 1992.- 3, №3 – 6.- P.221 – 226.
8. Determination of platinum in biotic and environmental materials. Part II: A sensitive voltammetric method /Hoppstock K., Alt F., Cammann K., Weber G. //Fresenius' Z. Anal. Chem.- 1989.- 335, №7.- P.813 – 816.
9. Лазаренко В. Г., Марченко А. Г., Таловина И. В. Геохимия платиновых элементов./Уч. пособие/ С.- Пб. Горный ин – т. СПб, 1996, 93 с.
10. Determination of traces of platinum pharmaceuticals: Abstr. Winter Conference on Plasma Spectrometry, Fort Lauderdale, Fla, Jan. 10 – 15, 2000. /Lasztity Alexandra, Zih – Perenyi Katalin, Vagra Jmre //Inf. Newslett. 2000. 25, №12, P.957 – 958.
11. Determination of platinum metals in environmental and biotic materials. /Ivanova Elisaveta M., Gentscheva Galja D. //Bulg. Chem. Commun. 2000. 32, №32, P.191 – 201.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОЗНАНИЕ МЕНЕДЖЕРА КАК ПАРАМЕТР ПОРЯДКА БИОСФЕРЫ НА ЭТАПЕ ПЕРЕХОДА ОБЩЕСТВА К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ

Демина А.В. (г. Саратов, СГСЭУ, кафедра информационных систем в экономике, e-mail: Demina@sea.runnet.ru)

Abstract. The problem of transition of the society to constant development as well as the possible ways of solving this problem is considered. Ecological thinking of managers is shown to be prevalent in the core manager's competencies. Managers should not only learn to foresee local and short-term prospective but systemic and long-term prospective also. Results of the management decisions should also be taken into account.

Современный этап развития цивилизации характеризуется достижением экологического предела биосферы, переходом её в крайне неустойчивое состояние. Не подлежит сомнению, что резкое ослабление возможности биотической регуляции окружающей среды связано с достижением порога техногенных воздействий (1).

Переход от цивилизации разрушения к цивилизации сохранения может произойти только в результате экологизации сознания, изменения мировоззрения и ценностных предпочтений. Человечеству необходимы коренные изменения экологического сознания, отношения к Природе; экологические ценности должны стать приоритетными. По словам Ю.Г. Маркова: «Сама природа призывает нас к нравственности, и мы обязаны прислушаться к этому вечному зову» (2).

Известно, что биосфера представляет собой сложную нелинейную систему, а нелинейность, как следует из теории самоорганизации, – это причина разнообразия поведения системы после прохождения точки бифуркации, эмерджентного (неожиданного) отклика на внешние воздействия. Как правило, для описания сложных самоорганизующихся систем среди огромного числа взаимодействующих факторов и множества переменных выделяются наиболее важные процессы и ключевые факторы (параметры порядка). Целенаправленное изменение параметров порядка, учитывающее внутренние тенденции развивающихся систем (параметрическое управление), может стать средством преодоления постбифуркационной неоднозначности в развитии системы, обеспечения ее устойчивости.

Исходя из представлений о том, что роль человека в биосфере непрерывно возрастает, а "мощность цивилизации становится сравнимой с мощностью самих природных процессов, и изменение характеристик биосферы оказывается не только переплетено с жизнью человека, но и происходит в одном с нею ритме" (3), в современной ситуации проявления бифуркационных изменений состояния окружающей среды, обусловленных хозяйственной деятельностью человека, одним из глобальных параметров порядка биосферы является уровень *экологического сознания менеджера* – специалиста, осуществляющего по определению управленческую, организационную, экономическую, планово-хозяйственную и маркетинговую деятельности в обществе (4).

Здесь, естественно, имеется в виду эгоцентрический тип экологического сознания – система представлений о мире, для которой характерны:

1. ориентированность на экологическую целесообразность, отсутствие противопоставленности человека и природы;
2. восприятие природных объектов как полноправных субъектов, партнеров по взаимодействию с человеком;

3. баланс прагматического и непрагматического взаимодействия с природой (5).

Если мы обратимся к этическим нормам менеджера (6) применительно к действиям в сфере экономики (конкуренция должна осуществляться по честным правилам; созданные трудом блага должны распределяться так, чтобы не возникало расслоения общества; техника должна служить человеку, а не человек технике; разумная форма участия работающих в делах корпорации должна не только увеличивать желание работать лучше, но и развивать чувство ответственности; распределение материальных благ должно подчиняться действующим моральным нормам, при этом *наивысшая производительность и прибыль не должны достигаться за счет разрушения окружающей среды*), то увидим, что они коррелируют с концепцией устойчивого развития принятой на конференции ООН в Рио-де-Жанейро в 1992 г.

Будущий менеджер должен отчетливо осознавать в этой связи, что, определяя устойчивое развитие как развитие управляемое, мы обречены решать задачу исключительной сложности — задачу управления процессом коэволюции самоорганизующихся систем: природы и общества. Прежде всего, следует отказаться от господствующего по сей день классического подхода к управлению экономическими системами, основанного на линейном представлении об их функционировании. При этом менеджмент, обретая многообразие и гибкость, теряет силовой характер, когда результат управляющего воздействия однозначен, предсказуем и линейно зависит от приложенных сил. Основанное на учете внутренних свойств экономической системы параметрическое управление осуществляется в нужной точке пространства и в нужный момент времени, а потому даже слабое воздействие оказывается достаточным для того, чтобы система перестроилась с возникновением нового типа структуры.

Эмпирическое описание сознания как высшего уровня психического отражения и саморегуляции, принято представлять в виде непрерывно меняющейся совокупности чувственных и умственных образов, непосредственно встающих перед субъектом в его внутреннем опыте и превосходящих его практическую деятельность. Как отмечал А. Н. Леонтьев, деятельность человека составляет лишь субстанцию его сознания. (7). Подлинное экологическое сознание означает, что экологический императив определяет поведение и действия человека на уровне обыденного сознания, в повседневной жизни, но и в процессе его трудовой деятельности.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод что, экологическое сознание менеджера должно занять центральное место в системе ключевых компетенций менеджера (8) включающих в себя понимание природы управленческого труда и процессов менеджмента; знание должностных и функциональных обязанностей менеджера, способов достижения целей и повышения эффективности работы организации; умение использовать современную информационную технологию и средства коммуникации, необходимые в управленческом процессе; владение искусством управления человеческими ресурсами; владение искусством налаживания внешних связей; способность к самооценке, умение делать правильные выводы и непрерывно повышать квалификацию – знания и умения.

При этом менеджер должен учиться действовать думая и размышляя, прокладывая путь через интерактивные экологически взвешенные взаимодействия со средой, организацией, и думать, просчитывая не только локальные и ближайшие, но и системные и отдаленные возможные последствия своих управленческих воздействий, действуя в постоянно изменяющейся и усложняющейся окружающей среде.

Литература

1. Горшков В. Г. Современные изменения окружающей среды и возможности их предотвращения // Докл. РАН. – 1993. – Т. 332, № 6. – С. 802-806.
2. Марков Ю.Г. Социальная экология: взаимодействие общества и природы. - Новосибирск: Издательская компания «Лада»; Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 2001.
3. Моисеев Н. Н. Современный рационализм. – М.: МГВП КОКС, 1995. –С. 292.
4. Виненко В. Г. Экологическая революция менеджеров как фактор перехода к устойчивому развитию // Философия и будущее цивилизации: Мат. IV Российского Философского Конгресса. – 2005. С. 466-467.
5. Дерябо С. Д. Экологическая психология: диагностика экологического сознания. – М.: Изд-во Московского психолого-социального ин-та, 1999. – С. 130-151.
6. Русинова Ф. М., Разу М. Л. Менеджмент. – М.: ИД ФБК – Пресс, 2000. - С. 44.
7. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. – М.: Политиздат, 1977. – С. 157.
8. Румянцева З. П., Саломатина Н. А. Менеджмент организации - учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 1996. - С. 14.

ЭКОТОНЫ В РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ В УСЛОВИЯХ НЕСТАБИЛЬНОГО УРОВНЯ МОРЯ

Джалалова М.И. (г. Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН e-mail: marina.djalalova@mail.ru)

Abstract. Ecotone of investigated territory is characterized by the raised specific diversification and features of life-forms of plants, dominance of perennial plants - up to 70 % above annual. It is expedient to take to account the importance of territory at its economic use.

Экотонами принято называть переходные, граничные пространства между различными природными системами (экосистемами, ландшафтами), между различными средами (вода-суша). Эти переходные территории имеют специфическую структуру и служат местом формирования и сохранения видового и биологического разнообразия. Повышенная активность экологических и географических процессов на переходных территориях обеспечивает экотонам особо важную роль в эволюционном процессе (Залетаев, 1997).

Подробно экотонные области прибрежной полосы моря рассматриваются в работах Л.В.Кулешовой (1997, 2000), дается описание почвенно-растительных изменений в связи с колебаниями Каспийского моря (Алиев, Абдурахманов и др., 1997), рассматривается эволюция почвенного покрова затопляемых территорий (Залибеков, 2000).

Колебания уровня Каспийского моря наиболее значительные в четвертичный период, имеют место и в настоящее время. До 1978 г. происходило прогрессирующее снижение уровня до отметки -29,0 м. С 1978 г. регрессивная фаза колебаний резко сменилась трансгрессивной и к 1996 г. уровень моря повысился до абсолютной отметки - 26,5 м. При регрессии - это освобождение акватории суши, рост площадей солончаков и галофитов, при трансгрессии, наоборот, затопление, подтопление, заболачивание, рост площадей тростниковых плавней и сильно засоленных лугово-болотных почв (Стасюк, Шоба, Залибеков, Зонн). Для последних лет характерна некоторая стабилизация уровня режима моря. Их влиянию подвержена широкая полоса прибрежной суши.

Неустойчивость береговой линии, связана с изменениями уровня воды в заливе, что является особенностью всей истории залива. Частое затопление прибрежной территории, так и отступление воды, обнажения его дна, позволяют четко во времени проследить за изменениями, происходящими в смене растительности.

В зависимости от трансгрессивно-регрессивной деятельности Каспийского моря, в ходе периодического затопления и осушения территории в приморской зоне формируется прибрежный растительный экотон. (Гасанова, Сулейманова, 2002; Сулейманова, Гасанова, 2003).

В схеме почвенно-географического районирования исследуемая территория относится к Прикаспийской провинции светло-каштановых и бурых полупустынных почв, солонцовых комплексов, песчаных массивов и пятен солончаков. В почвенном покрове преобладают солончаки, луговые и лугово-болотные почвы, луговые карбонатные, каштановые солонцеватые. Небольшими массивами представлены песчаные почвы. (Сулейманова, 2002).

Исследованиями были охвачены фитоценозы пустынной и полупустынной растительности, солончаковые и остепненные луга, плавни и болота, галофильный вариант гидрофильной растительности.

Прибрежный растительный ряд Кизлярского залива по уровню организации ландшафта, на основании анализа основных экологических факторов, рельефа, почв, почвенного и растительного покрова можно подразделить на следующие участки (Свиточ, 1999):- древнюю морскую террасу, морскую террасу – экотон и молодую морскую террасу. Подобное разделение было представлено в работах А.А. Свиточ, Л.В.Кулешовой (1994). В предложенном исследовании дается подробный анализ, где выделяется современная морская терраса – молодой экотон, постоянно обновляемый в результате колебаний уровня Каспийского моря в настоящее время. (Табл.)

Прибрежный растительный ряд

Ландшафты	Ценозы-почвы	Виды	
Древняя морская терраса	Полынно-эфемеровые ценозы на светло-каштановой почве	1. <i>Suaeda microphylla</i> 2. <i>Alyssum desertorum</i> 3. <i>Kochia prostrata</i> 4. <i>Artemisia taurica</i> 5. <i>Tamarix hohenackeri</i> 6. <i>Petrosimonia brachiata</i> 7. <i>Salsola dendroides</i>	8. <i>Petrosimonia oppositifolia</i> 9. <i>Poa bulbosa</i> 10. <i>Eremopyrum orientale</i> 11. <i>Alhagi pseudalhagi</i> 12. <i>Frankenia hirsuta</i> 13. <i>Anisantha tectorum</i>
Морская терраса-экотон	Однолетне-многолетне-солянковые ценозы на лугово-каштановой почве	1. <i>Petrosimonia brachiata</i> 2. <i>Salsola dendroides</i> 3. <i>Petrosimonia oppositifolia</i> 4. <i>Poa bulbosa</i> 5. <i>Eremopyrum orientale</i> 6. <i>Alhagi pseudalhagi</i> 7. <i>Frankenia hirsuta</i> 8. <i>Limonium meyeri</i> 9. <i>Salicornia europaea</i> 10. <i>Salsola oppositifolia</i> 11. <i>Halocnemum strobilaceum</i> 12. <i>Frankenia hirsute</i>	13. <i>Anisantha tectorum</i> 14. <i>Filago vulgaris</i> 15. <i>Polygonum aviculare</i> 16. <i>Limonium meyeri</i> 17. <i>Salicornia europae</i> 18. <i>Tamarix hohenackeri</i> 19. <i>Petrosimonia brachiata</i> 20. <i>Halimione verrucifera</i> 21. <i>Puccinellia gigantea</i> 22. <i>Aeluropus littoralis</i> 23. <i>Phragmites australis</i> 24. <i>Tripolium vulgare</i>
Молодая морская терраса	Лугово-солянковые ценозы на лугово-болотной почве	1. <i>Tamarix hohenackeri</i> 2. <i>Petrosimonia brachiata</i> 3. <i>Frankenia hirsuta</i> 4. <i>Limonium meyeri</i> 5. <i>Salicornia europaea</i> 6. <i>Halimione verrucifera</i>	7. <i>Puccinellia gigantea</i> 8. <i>Aeluropus littoralis</i> 9. <i>Phragmites australis</i> 10. <i>Tripolium vulgare</i> 11. <i>Scirpus lacustris</i> 12. <i>Typha angustifolia</i>

Для древней морской террасы характерен зональный тип пустынных и полупустынных сообществ. Почвы светло-каштановые солонцевато-солончаковые легкосуглинистые. Грунтовые воды находятся на глубине 1.2-3м. Засоление профилей хлоридно-сульфатное, степень засоления колеблется от средней до сильной. Растительность в основном полынно-эфемеровая в комплексе с полынно-солянковыми и многолетнесолянковыми сообществами с участием *Artemisia taurica*, *Petrosimonia brachiata*, *Salsola dendroides*, *Poa bulbosa*, *Eremopyrum orientale*. Общее проективное покрытие в пределах 40-50%.

Древняя морская терраса сменяется морской террасой – экотон, где были выделены луговые и лугово-каштановые почвы, отличающиеся изменением засоленности и солонцеватости. Засоление профилей хлоридно-сульфатное с очень сильной степенью засоления. Глубина грунтовых вод 60-80 см. Ландшафт несет черты полноценного лугово-степного комплекса. Основу растительности формирует лугово-солянковый комплекс, где наибольшая роль принадлежит полукустарничкам галофитам. В ценотической структуре наблюдается преобладание сообществ, доминантами которых часто выступают виды или их популяции, экогенетически связанные с засолением - *Elytrigia repens*, *Poa pratensis*, *Puccinellia gigantea*, *Carex melanostachya*, *Cynodon dactylon*, *Aeluropus littoralis*, *Limonium gmelinii*, *Agropyron pectinatum*, *Festuca valesiaca*, *Artemisia santonica*.

Наиболее распространены луга на засоленных почвах с преобладанием формаций *Puccinellia distantis*, *Cariceta melanostachyae*, *Elytrigieta repentis* (галофитный вариант), *Limonieta gmelinii*, *Agropyroneta pectinati*, *Artemisieta santoniei*, *Festuceta valesiaci*.

Морская терраса - экотон характеризуется повышенным видовым разнообразием и особенностями жизненных форм растений, доминированием многолетников - до 70% над однолетниками. Доля участия многолетников древней морской террасы и молодой морской террасы соответственно ниже – 54,1% и 40%. Общее проективное покрытие максимально и достигает 50-60%.

Молодая морская терраса – это часть суши непосредственного прямого контакта с морской водой. В зоне прямого действия оказываются прежде всего участки приморских маршей, занятые водной и водно-болотной растительностью, при более высоком подъеме вод – солончаками. Почвы болотные, лугово-болотные песчаные, супесчаные переслаиваются мелкой разбитой ракушкой, суглинками. Сульфатно-хлоридный тип засоления, степень засоления очень сильная. Сообщества характеризуются четко выраженной двурядной структурой. Воздушно-водная растительность представлена формациями тростника южного (*Phragmiteta australis*), камыша озерного (*Scirpeta lacustris*), рогоза узколистного (*Typheta angustifoliae*), рогоза Лаксмана (*Typheta laxmannii*), клубнекамыша морского (*Bolboschoenus maritimus*), сусака зонтичного (*Butometa umbellati*), частухи подорожниковой (*Alismateta plantago-aquaticae*). Галофильная растительность включает сообщества солончаков и засоленных лугов и представлена классами формаций настоящей солончаковой растительности *Salicornieta europaeae*, *Suaeda prostratae*, *Salsoeta sodae*, *Halimioneta pedunculatae* и засоленных лугов *Puccinellia giganteae*, *Aeluropeta littoralis*. Общее проективное покрытие в пределах 30-40%, что намного меньше чем для экотона.

В отличие от экотона травостой молодой морской террасы угнетен и изрежен. Растительность чутко реагирует на изменение среды, где важную роль играет фактор увлажнения. Это относительно широкая полоса, подверженная подтоплению и сильному увлажняющему эффекту, где в биотических комплексах идут активные гидрогенные и галогенные сукцессии. Последовательное увеличение продолжительности затопления молодой морской террасы привело к смене водной и водно-болотной растительности (*Salicornia europaea*, *Phragmites australis*, *Puccinellia gigantean*) к лугово-солянковым комплексам (*Halimione verrucifera*, *Frankenia hirsuta*, *Halocnemum strobilaceum*).

Выделение растительного экотона влечет за собой изменение характера природопользования. Целесообразно учитывать значимость территории при ее хозяйственном использовании, для предотвращения техногенной и антропогенной нагрузки.

Литература

1. Алексеева Н.Н. Историко-географические особенности формирования ландшафтов экотонных территорий. // Экотонны в биосфере. М.: РАСХН, 1997. С. 51-58.
2. Алиев Н.-К. К., Абдурахманов Г.М., Мунгиев А.А., Гаджиев А.А. Экологические проблемы бассейна Каспия. Махачкала: «Дагпресс», 1997. 160.
3. Гасанова З.У., Сулейманова М.И. Экотонны в почвенно-растительных рядах Терско-Кумской низменности. // Тез. докл. Всероссийской научно-практической конференции. Факультет почвоведения МГУ. Москва, 2002. С100.
4. Джалалова М.И., Загидова Р.М., Гасанова З.У. Особенности пустынной растительности Терско-Кумской низменности. Фундаментальные исследования. Материалы II конференции Природопользование и охрана окружающей среды. О.Крит (Греция) 2004, №5. С. 33-34.
5. Залетаев В.С. Структурная организация экотоннов в контексте управления // Экотонны в биосфере. М.: РАСХН, 1997. С. 11-29.
6. Залибеков З.Г. Процессы опустынивания и их влияние на почвенный покров. (Затопление береговой полосы Каспийского моря и формирование морской «пустыни»). М.: ДНЦ РАН, 2000. С. 66-89., 219 с.
7. Зонн И.С. 300 лет на Каспии. М.: ООО «Эдель-М», 2001, 96 с.
8. Кулешова Л.В. Формирование берегового экотона в связи с колебаниями уровня Каспийского моря. // Экотонны в биосфере. М.: РАСХН, 1997. С. 312-320.
9. 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.
10. Свиточ А.А., Кулешова Л.В. Геоэкологическая зональность на участках затопления российского побережья Каспийского моря // Доклады РАН. 1994. Т.339. №1. С. 77-79.
11. Сулейманова М.И. Динамика растительности приморской полосы Терско-Кумской низменности при различных циклах затопления // Аридные экосистемы. 2002. Т.8. №17. С. 25-30.
12. Сулейманова М.И., Гасанова З.У. Растительные экотонны Терско-Кумской низменности на разных уровнях организации ландшафта. // Материалы XIII научно-практической конференции по охране природы Дагестана. Махачкала, 2003. С. 191-192.
13. Сочава В.Б. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск: «Наука», 1979. 190 с.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МЕТАЛЛОБРАБОТКЕ

Дубров Д.Ю., Гаршин В.И., Дубров Ю.С., Николаева Г.С.
(Ростовская-на-Дону академия сельскохозяйственного машиностроения
E-mail: DUS@fromru.com)

The ways of ecological safety increasing during the metal processing are considered. The method of the cutting tools transpiration cooling is analyzed.

С целью снижения интенсивности изнашивания инструментов и, как следствие, повышения качества и производительности металлообработки, применяют искусственные технологические среды (жидкие, твердые или газообразные). Наиболее часто в качестве внешних сред, благотворно влияющих на процесс резания, применяются различные смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ).

Вместе с тем, СОЖ оказывает серьезное влияние на здоровье персонала, вызывает распространение бактерий и приводит к росту профессиональных заболеваний. Поэтому всё большее количество производств переходит к обработке резанием с минимальным количеством СОЖ или обработке без охлаждения (сухая обработка) (1).

Именно в связи с этим, в современной металлообработке весьма актуальными являются два пути повышения экологической безопасности:

1) применение высокотехнологичных автономных систем охлаждения (рис.1), основанных на использовании тепловых труб (2-3);

2) использование транспирационного метода охлаждения зоны резания, основанного на эффекте испарения воды, поступающей в контактную зону через пористую среду, и не содержащей экологически опасных примесей.

В отличие от традиционных способов снижения температуры зоны резания «инструмент-заготовка» предлагаемые методы обеспечивают надежное охлаждение за счет самого эффективного межфазного теплообмена (применяемая при этом вода обладает наибольшей теплотой парообразования) с одновременным повышением экологической безопасности металлообработки.

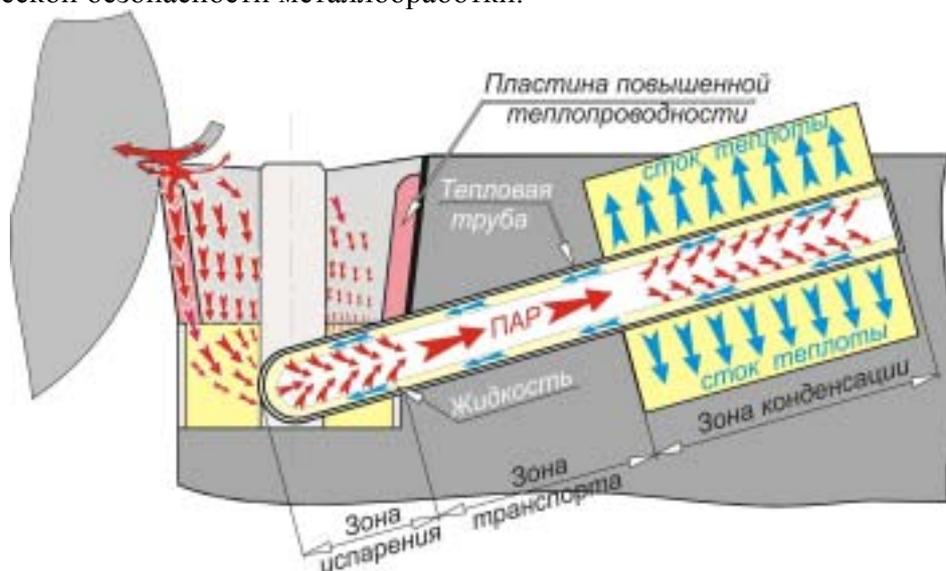


Рис.1. Модель сборного токарного резца, оснащенного автономной системой охлаждения (тепловой трубой).

С целью повышения экологической безопасности в последнее время появился ряд работ, в которых описан опыт экологически чистого резания материалов. Авторы приводят результаты исследования эффективности обработки при создании в зоне резания ионизированных газовых сред (ИГС), физико-химический механизм действия которых вызван изменением условий взаимодействия контактных поверхностей режущего инструмента с обрабатываемым материалом. В результате реакции химически активных поверхностей инструмента и детали с компонентами ИГС образуются защитные пленки, предотвращающие адгезию между ювенильными контактными поверхностями.

Другим направлением в экологизации процесса металлообработки является охлаждение режущих инструментов жидкими средами, не содержащими масел или других вредных компонентов. До сих пор традиционное охлаждение осуществляется поливом резца и детали, нагретых в процессе резания до высоких температур, в результате чего за счет термодеструкции СОЖ происходит опасное загрязнение воздуха (4). Использование транспирационного метода охлаждения зоны резания, основанного на эффекте испарения воды, поступающей в контактную зону через пористую среду, и не содержащей экологически опасных примесей, обеспечивает надежное охлаждение за счет самого эффективного межфазного теплообмена (применяемая при этом вода обладает наибольшей теплотой парообразования), с одновременным повышением экологической безопасности металлообработки. Теплоотдача через воду происходит в 2 стадии: сначала вода нагревается до температуры кипения, затем испаряется в процессе кипения. Отбираемая от резца теплота Q равна

$$Q = m(c\Delta T + r) \quad (1),$$

где c - удельная теплоемкость воды ($\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$); r - удельная теплота парообразования ($\text{Дж}/\text{кг}$); m - масса воды, кг .

При известном времени обработки детали τ и известной мощности P , выделяемой на режущем клине,

$$P = Q / \tau \quad (2)$$

Откуда

$$Q = P \tau \quad (3)$$

Приравнивая правые части уравнений (1) и (3), определяем необходимое количество воды, затрачиваемой на обработку одной детали

$$m / \tau = P / (c\Delta T + r) \quad (4)$$

Известно, что при обработке резанием в зависимости от обрабатываемого и инструментального материалов, а также от технологических параметров, средняя контактная температура может быть весьма значительной. Так, по данным, полученным авторами методом компьютерного моделирования (МКЭ, ANSYS) для случая обработки стали 45 резцом Т15К6 ($V=140$ м/мин; $s=0,2$ мм/об; $t=0,5$ мм) средняя контактная температура $T=520^\circ\text{C}$. Воспользовавшись выражением (4), определим величину удельного расхода воды в зависимости от машинного времени обработки (табл.1).

Таблица 1. Удельный расход воды при транспирационном охлаждении.

Обрабатываемый материал	Инструмент	P, Вт	m, г/с	m, г/мин	m, г/час
Сталь 45	Т15К6	100	0,374	22,43	134
СЧ 30	ВК8	80	0,299	17,94	107

Метод транспирационного охлаждения успешно реализован авторами в сборных конструкциях сменных многогранных пластин, состоящих из твердосплавного корпуса и пористой вставки (медь, железо, никель), касающейся заполненного водой полого корпуса сборного резца.

Данное решение продиктовано тем, что в последнее время в связи с широким применением сборных инструментов, оснащенных сменными многогранными пластинами, созданы новые методологические принципы проектирования таких пластин. В соответствии с этими принципами, разработанными С.А. Васиным и С.Я. Хлудовым, в предложенной (5) сборной конструкции сменной многогранной пластины обеспечиваются механизмы управления процессом резания, а также траекторией движения стружки для получения ее устойчивого дробления, что наиболее важно в автоматизированном производстве (рис.2).



Рис. 2. Режущая пластина с шариками сборной конструкции (5).

На кафедре технологии автоматизированного машиностроения Ростовской-на-Дону академии сельскохозяйственного машиностроения разработаны новые конструкции сборных сменных многогранных пластин, которые обеспечивают более благоприятное распределение тепловых потоков в режущем клине инструмента и создают возможности реализации экологически чистого транспирационного охлаждения зоны резания при металлообработке (рис.3).



Рис. 3. Сборные сменные многогранные пластины, состоящие из твердосплавного корпуса и пористой вставки.

В таблице 2 приведены рекомендуемые типы капиллярно-пористых материалов вставок сборных режущих пластин.

Таблица 2. Капиллярно-пористые материалы вставок

Материал	Пористость, %	Эффективный размер пор, мкм
Никель	60-75	0,5-5
Титан	50-70	3,5-15
Медь	60-75	0,8-20

При хорошем смачивании материалов можно капиллярное давление уравнять с гидростатическим. Учитывая, что $P=2\sigma/r$, где σ -поверхностное натяжение воды, а r -радиус капилляра, можно сделать предварительные расчеты по определению высоты капиллярного поднятия воды h (табл. 3).

Таблица 3. Зависимость высоты поднятия воды от радиуса капилляра

Материал	Никель		Титан		Медь	
$r, м$	$0,5 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-6}$	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$15 \cdot 10^{-6}$	$0,8 \cdot 10^{-6}$	$20 \cdot 10^{-6}$
$h, м$	29,76	2,976	4,25	0,992	18,6	0,744

Для более строгой оценки величины капиллярного поднятия жидкости необходимо знание краевого угла смачивания и межфазного коэффициента поверхностного натяжения.

Литература

1. Кириллов А.К. Экологически безопасное "сухое" резание при металлообработке // Стружка. 2003. № 4. С. 26-27.
2. Дубров Ю.С., Грибельный М.Г. Сборные резцы, оснащенные тепловыми трубами // СТИН.2002. №9.С. 17-19.
3. Дубров Ю.С., Грибельный М.Г., Арапов С.Г. Экологически безопасный способ охлаждения сборных резцов //Сборник трудов XV международной научной конференции «Математические методы в технике и технологиях», том 8, секция 8, Тамбов, издательство ТГТУ 2002.-С.62-64.
4. Попова Т.В. Исследование загрязнений воздушной среды при металлообработке // Безопасность жизнедеятельности. №6-2006,с.19-21.
5. Васин С.А., Хлудов С.Я. Проектирование сменных многогранных пластин. Методологические принципы.- М.:Машиностроение,2006.-352с.

ПРОЦЕСС ГОРЕНИЯ В СВЕРХАДИАБАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ КАК СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Егоркина Р.Ю. (*г. Зеленоград, МИЭТ, кафедра «Промышленной экологии», e-mail: regina.egorkina@bk.ru*)

Abstract. Solid waste incineration is most simple, but most nonecological and noneffective processing technique. In this work we described:

- Superadiabatic incineration technique that let us to have wide capability for utilization of inflammable waste of different types. It grants high energy effectiveness, ecological cleanness and relatively low cost;
- Chemical reactions passed in conditions of gasification of carbonaceous fuel in superadiabatic mode of operation;
- Chemical reactions ratios and equilibrium constants calculations;
- Proving of high coefficient of efficiency for this technique.

Одной из важнейших проблем городов является утилизация бытовых отходов. За последние годы резко изменился состав бытовых отходов из-за внедрения в нашу жизнь продукции новых технологий и производств.

Свалки не способны принимать возрастающее количество отходов. Сжигание мусора имеет недостаток - выбросы вредных веществ в атмосферу.

Одно из перспективных направлений, более экологически чистое является - метод термической переработки горючих материалов, основанный на газификации в сверхадиабатическом режиме, т.е. протекающий в системе без теплообмена с окружающей средой.

Этот эффективный метод переработки горючих материалов использует новое физическое явление - фильтрационное горение в сверхадиабатических режимах. Использование сверхадиабатических режимов в технологии газификации открывает широкие возможности для утилизации разного рода горючих отходов и низкокалорийных топлив с высокой энергетической эффективностью, экологической чистотой и относительно невысокими затратами.

Одна из наиболее важных черт горения в сверхадиабатическом режиме это способность активных компонентов к химическому превращению и их пространственное распространение за счет передачи тепла и диффузии.

Совместное рассмотрение тепломассопереноса и кинетики химической реакции представляет собой макрокинетический подход, который позволяет понять и описать многие явления, происходящие при подобном горении.

В фильтрационного горения углерода протекают различные химические, физические и физико-химические обеспечивающие тепловыделение.

Одной из наиболее важных реакций горения и газификации является углерода, кислорода, углекислого и угарного газа.

А волна горения при этом проходит ряд зон:

- зона прогрева шихты (пористого слоя реактора);
- зона сушки (из шихты удаляется вода);
- зона пиролиза (из твердой, углеродсодержащей фазы выделяются газообразные вещества, пары жидких углеводородов, образование кокса);
- зона горения, тепловыделения;
- зона догорания;

- зона (стадий) вторичных физико-химических превращений, определяющий состав и структуру конечных твердых продуктов.

В процессе сверхадиабатической волне горения процессы сушки и пиролиза проходят при более низких температурах. А в зону реакции попадает уже сухой, достаточно чистый кокс, где он при высоких температурах реагирует с фильтрующимся газом.

В зоне горения происходит основное тепловыделение и газификация углерода.

Процесс горения и газификации углерода состоит из следующих элементарных химических реакций:

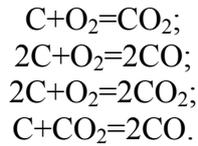


Таблица 1. Логарифмы констант равновесия реакций горения углерода ($\lg K_p$)

T^0, K	$\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$	$\text{C} + 1/2 \text{O}_2 = \text{CO}$	$\text{C} + 1/2 \text{O}_2 = \text{CO}_2$	$\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$
298,16	69,0882	24,0262	82,4307	-21,03746
400	51,5339	19,1050	45,0645	-13,32415
500	41,2544	16,2315	25,0243	-8,79163
600	34,3993	14,3150	20,0853	-5,76908
700	29,5010	12,7246	16,5583	-3,61417
800	25,8234	11,9103	13,9149	-2,00367
900	22,6935	11,1037	11,8605	-0,75618
1000	20,7731	10,4548	10,21190	0,23669
1100	18,8076	9,8232	8,8777	1,04467
1200	17,2362	9,4748	7,7619	1,71343
1300	15,9122	9,0954	6,8185	2,27673
1400	14,7770	8,7664	6,0116	2,755570
1500	13,8156	8,4809	5,3133	3,16811

Как видно из таблицы 1 скорости обратных реакций для температур до 1500К малы по сравнению со скоростями прямых реакций

Согласно термодинамическим законам скорости химических превращений в прямом и обратном направлении определяются условиями равновесия. В действительности иногда скорость обратного превращения мала по сравнению со скоростью прямого. В этом случае обратной реакцией можно пренебречь.

Рассмотрим более подробно реакцию $\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$. Химическое равновесие для нее достигается в области температур 900-1000 К.

При температурах менее 900 К равновесие смещено в сторону образования С и CO_2 .

Повышение температуры выше 1000 К смещает равновесие в сторону образования СО.

Поэтому для температурного диапазона 300 – 1500 К необходимо учитывать как прямое, так и обратное превращение.

В этом случае прямая реакция: $\text{C} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO}$

Обратная: $\text{C} + 2\text{CO} \rightarrow 2\text{C} + \text{CO}_2$

Таблица 2. Кинетические параметры реакций, протекающих газификации углерода

№	Реакция	E , кДж/моль	k_0 , кмоль/(м ² с)
1	$C+CO_2 \rightarrow 2CO$	74 ± 3	$9,2 \pm 0,8$
2	$C+1/2 O_2 \rightarrow CO$	179 ± 10	$(3,7 \pm 0,5) \cdot 10^4$
4	$C+CO_2 \rightarrow 2CO$	274 ± 8	$(1,8 \pm 0,5) \cdot 10^8$
5	$C+2CO \rightarrow 2C+CO_2$	103 ± 8	$0,14 \pm 0,05$

$$K_i = k_{i0}(\exp(-E_i/RT)), i=(1), (2), (4), (5).$$

Ход температурных зависимостей констант скоростей реакций (1) и (2) таков, что при низких температурах быстрее протекает первая (1) реакция. Продуктом этой реакции является CO_2 .

При высоких температурах наоборот. Константа скорости второй реакции (2) превышает константу скорости первой реакции и в продуктах преобладает CO .

Зависимости (1) и (2) имеют точку пересечения, т.е. диапазон температур в котором указанные реакции идут одинаково активно.

Подобное поведение имеют температурные зависимости констант скоростей (4) и (5) реакций. При низких температурах активно протекает (5) реакция с преобладанием в продуктах реакции CO_2 . При высоких температурах возрастает константа скорости (5) реакции, наблюдается образования CO . Надо заметить, что зависимости констант скоростей (4) и (5) реакций пересекаются в диапазоне 900-1000, что отмечалось ранее.

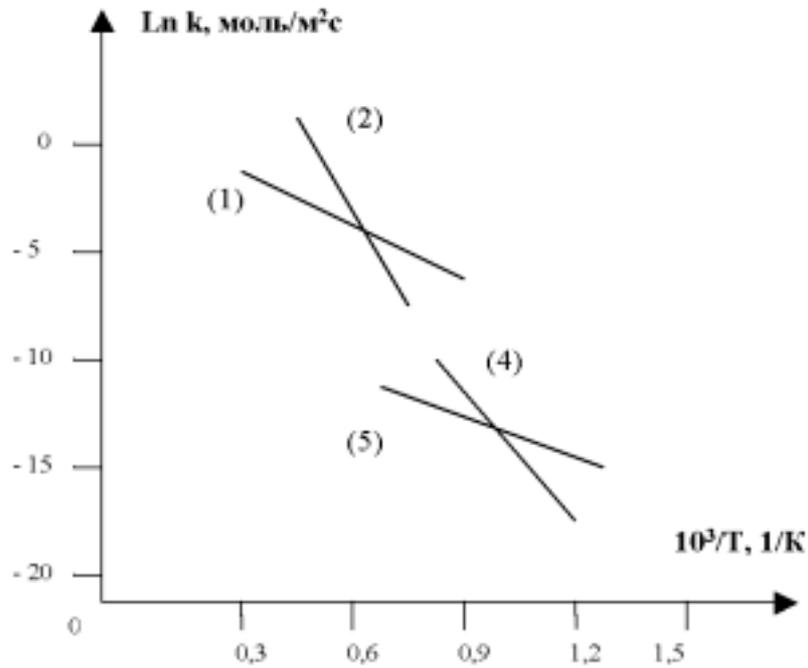


Рис.1 Зависимость констант скоростей реакций (1), (2), (3), (4) от температуры.

Такое поведение констант скоростей в зависимости от температуры объясняет экспериментальные факты приведенные в труде «Введение в теорию горения» Канторовича Б.В.

При реагировании углерода с кислородом в замкнутом объеме при температуре ниже $400^{\circ}C$ равновесный состав газовой смеси почти целиком состоит из CO_2 при температуре выше $1000^{\circ}C$, в то время как равновесная смесь состоит в основном из CO .

Таким образом, содержащийся в отходах углерод газифицируется в процессе сверхadiaбатического горения. Образующийся СО не столь опасный и вредный газ в сравнении с общим составом газов при классическом сжигании ТБО. Перевод отходов из твердого состояния в газообразное позволяет значительно уменьшить площади для захоронения отходов.

Этот способ утилизации углеродсодержащих твердых бытовых отходов открывает большие перспективы для изучения процесса и внедрения в производство и промышленность.

Литература

1. Кантович 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" , Черногловка, 2000г.
3. Беккер А.В. «Математическое моделирование макрокинетики фильтрационного горения углерода»// Тез. док. XX Всероссийский симпозиум молодых ученых по химической кинетике. Клязьма. 2002. С.45-46.
4. Глазов С.В., Манелис Г.Б., Стесик Л.Н., Фурсов В.П. и Яковлева Г.С., «Экологически чистая переработка горючих отходов металлургического производства»// Машиностроитель 1996. №1 изд. Вираз-Центр.

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ РУЗСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

Жидков М.В. (*п. Рыбное, Дмитровский р-н, Московской области, ВНИИПРХ, e-mail: VNIPRH@mail.ru*)

Abstract. The of ecosystem state estimation of the Ruzsky water basin has shown, that water, ground sedimentation are polluted by heavy metals. At a not stable level regime of the reservoir it can lead to a sharp toxic influence on the ecosystem and its subsequent degradation. In particular, high concentrations of heavy metals have been already noted in separate ingredients of biocenosis - water vegetation and molluscs,

Экосистемы внутренних водоемов быстро реагируют на антропогенное загрязнение их водосборной площади, принимая на себя значительную часть этого загрязнения. В настоящее время санитарно-экологическое состояние значительной части водоемов Московского региона, водохранилищ в частности, оценивается как неудовлетворительное. Приоритетными загрязняющими веществами водохранилищ являются такие тяжелые металлы, как цинк, медь, свинец, кадмий.

В 2007 г. (июнь – октябрь) на Рузском водохранилище, имеющем статус водоема питьевого назначения с возможностью рыбохозяйственного использования, были проведены токсикологические исследования. В верхней, средней и приплотинной частях водохранилища были отобраны пробы воды, донных отложений и макрофитов для анализа на содержание названных тяжелых металлов.

Результаты анализов, проведенных методом атомно-абсорбционной спектрометрии, показали, что в воде и донных отложениях, присутствуют соли тяжелых металлов в относительно высоких концентрациях. При этом превышения ПДК для рыбохозяйственных водоемов для воды на всех участках водохранилища составили:

- по цинку в пределах 1,5-12 раз;
- по меди – 1,5 – 10 раз;
- по свинцу – 1,5-85 раз.

Концентрация кадмия в воде в приплотинной части водохранилища в октябре составляла более 4 ПДК.

Концентрация никеля в воде водохранилища по отдельным его участкам была в пределах 4 – 33 ПДК.

По валовому содержанию железа превышение ПДК составляло 1,2 – 2,2 раза.

Донные отложения способны абсорбировать значительное количество различных компонентов загрязнения, тяжелые металлы в том числе(1).

В водохранилище превышение ПДК для донных отложений составили:

- по цинку в 2,1 раза;
- по меди в 2,4 - 3,2 раза;
- по никелю в 1,6 - 5 раз.

Высшая водная растительность способна изымать из воды поглощают растворенные в воде вещества различной химической природы, в том числе и тяжелые металлы (2).

В водохранилище содержание тяжелых металлов в макрофитах было в пределах:

- по цинку - 26 – 71 ПДК
- по меди – 40 - 120 ПДК
- по свинцу - 2- 13 ПДК

- по кадмию -1,6 - 10 ПДК.

Таким образом, вода, донные отложения и макрофиты Рузского водохранилища существенно загрязнены тяжелыми металлами. При нестабильном уровненом режиме водоема это может привести к острому токсическому воздействию на экосистему водохранилища с её последующей деградацией.

Литература

1. Виноградова Н.Н. // Донные отложения Сенежского водохранилища //Вод. ресурсы. 2001. Т. 28 № 1. С.85
2. Микрякова Т.Ф. // Накопление тяжелых металлов макрофитами //Вод. ресурсы. 2002. Т. 29 №2. С. 253

ПРАВО НА БЛАГОПРИЯТНУЮ ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ – ГАРАНТИЯ ВЫЖИВАНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Ищенко Н.С. (г. Гомель, ГГТУ им. П.О. Сухого, кафедра «Хоз. право»
e-mail: nib@yandex.ru)

Abstract. In article is undertaken attempt to demonstrate intercoupling between right on favourable ambience and possibility of the survival mankind. It Is Researched row philosophical concept, considered VWXbe drafty prism of the human rights, realization which impossible without favourable ambience of existence of the person as biological type. The Concepts of the reasons of the arising the ecological crisis is spared emphases.

Право на благоприятную окружающую среду впервые урегулировано в Декларации Стокгольмской Конференции ООН по окружающей человека среде 1972 года. Еще тогда стало очевидным, что попытки решения проблемы сохранения природы усилиями отдельных государств, по меньшей мере, малоперспективны. Снизить негативную нагрузку на окружающую среду на глобальном уровне возможно лишь при сотрудничестве всех стран.

Международное право играет не только роль регулятора международных отношений в сфере охраны окружающей среды, но и является фактором достижения *экологической безопасности на планете*, установления равновесия экологических и экономических интересов стран с различным экономическим развитием. Сегодня идет процесс экологизации права в целом, как на национальном, так и на международном уровне. В силу названных причин предпримем попытку осмысления международно-правовой охраны окружающей среды сквозь призму прав человека, реализация которых невозможна без благоприятной среды обитания человека как биологического вида.

В системе глобальных проблем современности экологическая проблема отличается высокой степенью комплексности внешних и внутренних взаимосвязей. Ее обострение потребовало организации междисциплинарных исследований и активизации прикладной деятельности. Считаю экологическую проблему центральным звеном всей системы глобальных проблем, связывающим их в единое диалектически взаимодействующее целое.

Комплексный характер глобальной экологической проблемы предопределяет одну из существенных особенностей ее дальнейшего исследования и разрешения. Экологический императив эпохи особенно тесно увязывается с императивом укрепления мира.

В методологическом плане глобальная экологическая проблема имеет три измерения, охватывающие важнейшие области её становления и развития. Первое: общественное развитие современной социально неоднородной цивилизации. Противостояние государств, внутригосударственных образований не только существенно затрудняет гармонизацию отношений общества и природы, препятствует принятию адекватных мер по охране окружающей среды, но и порождает гонку вооружений, продуктом которой являются самые изощренные средства разрушения и военного воздействия на окружающую среду. Второе: сама система отношений общества и природы, состоящая из подсистем, раскрывающих особенности использования человеком природы и необходимость её охраны. Наконец, третье: развитие самого человека, становление его личности и мировоззрения, усвоение им культурных ценностей и традиций, определяющих его отношение к природе.

При таком понимании важнейшим элементом правового воздействия на обеспечение рационального природопользования, воспроизводства, защиты и охраны окружающей среды выступает управление, понимаемое как инструмент оптимизации взаимодействия общества

с природной средой. На формирование правового механизма и управления в сфере охраны окружающей среды в определенной степени накладывают отпечаток идеологические, религиозные, философские взгляды о взаимодействии человека и природы, сформировавшиеся в обществе (в виду ограничений работы в объеме рассмотрим лишь некоторые философские концепции).

В нынешнюю эпоху потребительское отношение к природе является тормозом на пути гармонизации отношений человека и природы. Господство человека в природе обернулось деградацией окружающей среды.

Экологический кризис, охвативший планету в 50-70-е годы, вызвал широкое общественное движение, названное алярмизмом (от немецкого тревога). Алярмизм - непосредственная реакция людей на процессы деградации среды под влиянием современного производства. Это движение в широком смысле охватывает все воззрения, связанные с беспокойством общества за состояние окружающей среды. Впоследствии алярмизм становится основой для развития движения зеленых. Алармистские течения разделяют на два вида: пессимистические и оптимистические. Такое деление в значительной мере исходит из оценки возможностей существующих общественных отношений преодолеть кризис окружающей среды. Пессимисты не верят в способности современного общества самостоятельно выйти из создавшегося тупика, но во взглядах на перспективу развития человека и природы они настроены более прогрессивно. Оптимистическое направление в социологии представлено довольно разнообразными течениями. Общее между ними в том, что они свой оптимизм строят на вере в способность человечества решить экологические проблемы. Исходной позицией для конструирования оптимальных условий во взаимодействии человека и природы для них служит концепция причин возникновения экологического кризиса. Такие причины усматриваются в неизбежных спутниках цивилизации: научно-техническом прогрессе и росте народонаселения. Западная социология, опираясь на разработанную концепцию причин экологического кризиса (технических и демографических), определяет несколько направлений выхода из экологического тупика: стратегия невмешательства в природу; стратегия наступления на природу, отправные начала которой строятся на том, что в природе есть свои недочеты, и задача человека состоит в их исправлении и заполнении пустот; стратегия саморегуляции в природе и адаптации человека. Сторонники последней стратегии основное внимание обращают на способность природы к саморегуляции и полагают возможным переносить законы развития, характерные для природы, на человеческое общество.

Гендерные взгляды на отношение общества к природе могут быть рассмотрены на примере идей Вирджинии Хелд. Она утверждает, что половые различия в человеческом обществе глубже и фундаментальнее, чем классовые или расовые. Поэтому естественно предположить, что пол является мощным фактором, влияющим на любые морально-этические нормы и тем более нормы, относящиеся к войне и окружающей среде. То, что принято считать культурой нации, в действительности представляет собой преимущественно культуру ее мужской половины, женская культура существует, но как-то «невидимо», занимая подчиненное положение по сравнению с мужской культурой. Вирджиния Хелд выделяет следующие этапы эволюции отношений общества и природы: вплоть до XVI в. в человеческом обществе господствовало предубеждение против насильственных методов обращения с природой, на Землю люди смотрели как на мать-кормилицу; к XVII в. начали проявляться первые признаки «сексуального» подхода к окружающей среде, на природу начали смотреть как на женщину, которую необходимо покорить. На смену образу матери-земли пришел образ женщины-земли, ждущей своего хозяина. В последующие столетия образ природы-женщины был вытеснен образом неживой

природы. Окружающую среду стали рассматривать как безжизненный механический объект, чем оправдывали причиняемый природе ущерб (1, с.73-83).

Современное общественное развитие дало множество разнообразных подходов к взаимодействию человека со своей средой обитания. Появление большинства этих взглядов связано с деятельностью «*Римского клуба*» - своеобразной международной ассоциации экономистов, демографов, социологов, естественников и представителей делового мира. Клуб был основан с целью разработки прогнозов развития современного общества. В подготовленных докладах этого клуба предлагались различные модели преодоления экологического кризиса и гармонизации отношений человека и природы. Из них наибольшую популярность получили концепции «пределы роста», «стратегия выживания», «теория органического развития», «концепция обновления международного порядка». Авторы *концепции пределов роста* и иных вариантов данной модели (*экологического финализма, нулевого развития, стабилизированного развития* и т.п.) полагают, что экологическую гармонию можно сохранить либо восстановить путем определения соответствующих пределов дальнейшего развития экономики, роста населения, развития научно-технического прогресса. Некоторые из вариантов этой концепции требуют возвращения к *нулевому развитию*, искусственному свертыванию науки и техники до нуля, т.е. к такому пределу, при котором хозяйственная и демографическая нагрузки общества будут соответствовать ресурсным возможностям природы. Модель римского клуба, носящая название *органического роста*, рассматривает мировую экономику не как единую, а как региональную систему. Исходя из этого, она предлагает дифференцированный подход к экологии различных стран и регионов с учетом их экономического и культурного развития. Опираясь на это подразделение, авторы концепции предлагают обеспечить гармоничное отношение общества и природы за счет перераспределения средств между богатыми и бедными в виде материальной и финансовой помощи развивающимся странам. Актуальное значение для нынешнего развития имеет *теория экологической революции*. Речь идет о революции в мышлении человека, о переходе от потребительской психологии к осознанию необходимости бережного отношения к окружающей природной среде.

Американский политолог А.Уэстинг приходит к выводу, что рост народонаселения и развитие техники привели, в конечном счете, к тому, что системы жизнеобеспечения планеты Земля, с одной стороны, оказались не в состоянии обеспечить человечество необходимыми природными ресурсами, а с другой поглощать и нейтрализовать отходы жизнедеятельности, загрязняющие биосферу. Чтобы предотвратить гибель человечества от экологической катастрофы, следует подходить к решению данной проблемы с четырех сторон: 1) ограничив рост численности населения; 2) взяв под контроль загрязнение окружающей среды; 3) приняв меры по сохранению среды обитания; и, наконец, 4) разработав средства урегулирования международных конфликтов. Регулирование рождаемости непосредственно касается, прежде всего, развивающихся стран, мониторинг загрязнения окружающей среды проблема развитых стран, проблема сохранения среды обитания человека и урегулирования конфликтов относится как к развивающимся, так и к развитым странам. По мнению А.Уэстинга, первоочередным шагом на пути к выживанию человечества должно стать повсеместное прекращение роста народонаселения. Каждому государству без исключения следует немедленно принять эффективную программу, регулиющую сохранение рождаемости на уровне, не превышающем уровня смертности. Загрязнение окружающей среды в глобальных масштабах необходимо приостановить. Рост промышленного производства, прежде всего в развитых странах, необходимо регулировать таким образом, чтобы предотвратить любое загрязнение атмосферы в будущем. На первых порах это можно сделать, установив допустимый уровень выбросов в атмосферу (для каждой отдельной страны). Каждой стране придется выдать число «разрешений» с

указанием допустимой нормы выбросов на один квадратный километр, соответствующей ее площади. Возможно, необходимо будет закрыть некоторые промышленные предприятия, ввести ограничения на транспорт. Относительно проблемы сохранения среды обитания человека, то здесь самым актуальным вопросом является предотвращение ядерной войны. Говоря о повседневных заботах, следует выделить необходимость международных мероприятий по расширению природоохранных зон (заповедников). Это третья неотложная мера, призванная обеспечить выживание человечества. Сегодня лишь около 3% всей суши планеты имеет статус природоохранной зоны, 10% этой территории сосредоточено в 10-12 странах мира, а на долю 40 стран приходится чуть более 5%. Многие страны совсем не имеют охраняемых природных территорий. Таким образом, в качестве первоочередной меры каждая страна должна выделить под заповедную зону 3%-10% своей территории. Для реализации такой программы также необходимо создать международный фонд, взносы в который будут делать все страны на основе прогрессивного налогообложения. Наконец, необходимо сделать все возможное для защиты природы от хищнического использования ее богатств в мирное время и крупномасштабного уничтожения их в периоды войны (2, с.203-212).

Хотя необходимость нового мышления не подвергается сомнению, переход к нему непрост по целому ряду причин. Это и глубоко проникший во многие сферы жизни милитаризм, и сохраняющаяся тенденция считать вероятным «немыслимое», и тот факт, что утверждение новых взглядов и идеалов потребует немало времени. Тем не менее, развитые и развивающиеся страны все отчетливее понимают, что с экологической точки зрения планета Земля находится в опасности. Мировая общественность уже признает, тот факт, что война несет с собой глобальную угрозу окружающей среде. Все более высоко оценивается необходимость создания в международных отношениях климата доверия и сотрудничества для решения тех глобальных проблем. С этой точки зрения представляет интерес *концепция глобального управления окружающей средой*, исходя из того, что весь материальный мир един и взаимосвязан, что задачи эффективной охраны природы планеты могут быть решены лишь коллективными усилиями всего международного сообщества. Опираясь на эти неоспоримые истины, они предлагают создать надгосударственный орган, который бы управлял охраной окружающей природной среды в масштабе планеты. В нынешних условиях развития нового международного порядка возможно образование такого органа, который бы осуществлял *мониторинг* за использованием природных ресурсов и охраной окружающей среды как в отношении международных, так и национальных природных объектов. Более того, этот орган можно было наделить функциями оказания *скорой экологической помощи* бедствующим районам и применения мер экономического, дипломатического и иного воздействия к тем государствам, которые не выполняют международных соглашений по охране окружающей среды.

В современном мире все большую роль приобретают теории, нацеленные на *совмещение требований экологии с развитием экономики*. Мир на основе своего исторического опыта убедился, что невозможно развивать экономику, не выполняя требования охраны окружающей среды. В то же время нельзя обеспечить выполнение требований охраны окружающей среды, не развивая экономику. Это взаимодействие экологии и экономики, получившее название «устойчивое развитие» является основой новой экологической концепции, принятой мировым сообществом. Именно на основе концепции устойчивого развития была созвана в 1992 году в Рио-де-Жанейро Конференция ООН, которая так и называлась «Окружающая среда и развитие».

Литература

1. Хелд В. Пол как фактор, влияющий на формирование морально-этических норм, связанных с войной и окружающей средой. // Морально-этические нормы, война, окружающая среда / Пер. с англ.; под ред. И.Т. Фролова. - М., 1989.
2. Уэстинг А. На пути урегулирования конфликтов насильственными средствами и сохранению окружающей среды: заключительные замечания // Там же.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Канищев А.А.¹, Даувальтер В.А.^{1,2} (¹*Апатиты, АФ МГТУ, кафедра геоэкологии;* ²*Апатиты, Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН. e-mail: vladimir@inper.ksc.ru*)

Abstract. The Murmansk region is of great importance for the Russian Federation. More than sixty large deposits of different natural resources have been found in the interior of the Kola Peninsula. The large-scale industrial development causes many problems, connected with ecological situation in the Murmansk region. The ferrous and non-ferrous industry, nuclear power plant, coal-burning power plants, cities and suburbs are the main sources of water pollution in our region. Thus, the water pollution in the region is of great concern. Taking into consideration these facts, the purpose of this study is to estimate the water quality around Kola Peninsula being polluted by industrial and communal wastes.

Мурманская область – один из наиболее крупных и экономических развитых регионов европейского Севера России. Область расположена на материковой части и Кольском полуострове, омываемом Баренцевым и Белыми морями, и имеет площадь 144.9 тыс. кв. км. Почти вся ее территория находится за Полярным кругом. Регион располагает разнообразными природными ресурсами. В недрах области открыто более 60 крупных месторождений различных видов минерального сырья. В настоящее время добывается почти три десятка видов полезных ископаемых, наибольшую ценность из которых имеют руды Р, Ti, Fe, Al, Cu, Ni, Zr и других редких металлов. На шельфе Баренцева моря открыты богатые месторождения нефти и газа.

Масштабное освоение ресурсов Мурманской области не может не сказываться на экологическом состоянии региона. В последние годы в хозяйственный оборот вовлекаются все новые территории, что приводит к увеличению нагрузки на экосистемы. Наиболее сильно подвержены воздействию человека и его хозяйственной деятельности водные источники, особенно поверхностные водоемы, которые являются в конечном итоге коллекторами всех видов загрязнения. В районах развитой горнодобывающей, горно-обрабатывающей и металлургической промышленности наблюдаются высокие концентрации тяжелых металлов, сульфатов, фторидов, соединений азота в водоемах. Это главным образом зоны влияния ОАО «Кольская ГМК», ОАО «Ковдорский ГОК», ОАО «Апатит», ЗАО «Ловозерская горно-обогатительная компания».

В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы, связанные с изучением качества поверхностных вод под влиянием сточных вод и атмосферных выбросов горно-металлургических предприятий.

Целью работы является оценка качества поверхностных вод в условиях загрязнения их металлургической промышленностью региона. В работе были использованы данные исследований водных объектов государственной наблюдательной сети (Доклад..., 2007) и Института проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра Российской академии наук (Моисеенко и др., 1996).

Бассейн реки Патсо-йоки. Наиболее загрязненный водоток в бассейне – *река Колос-йоки*, являющаяся приемником сточных вод промплощадки «Печенганикель» ОАО «Кольская ГМК». На качество вод реки выше пгт Никель оказывают влияние выпадения загрязняющих веществ с атмосферного воздуха и смыв с прилегающей

территории во время таяния снежного покрова и дождевых паводков. Среднегодовое содержание металлов в воде реки выше пгт Никель составляет: Cu – 9 ПДК, Ni – 3 ПДК, что значительно превышает допустимые уровни.

Сточные воды и атмосферные выбросы ГМК «Печенганикель» вносят в водоемы бассейна р. Патсо-йоки тысячи тонн минеральных солей, что приводит к изменению природного соотношения основных ионов. По мере удаления от места сброса сточных вод и атмосферных выбросов происходит снижение минерализации воды, а также главных ионов: SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} (рис. 1). В остальных водоемах, удаленных от комбината на расстояние более 50 км, отмечается природная минерализация вод, характерная для большинства водоемов Кольского полуострова (в среднем 20 мг/л, в диапазоне от 4.5 до 46.2 мг/л) (Моисеенко и др., 1996).

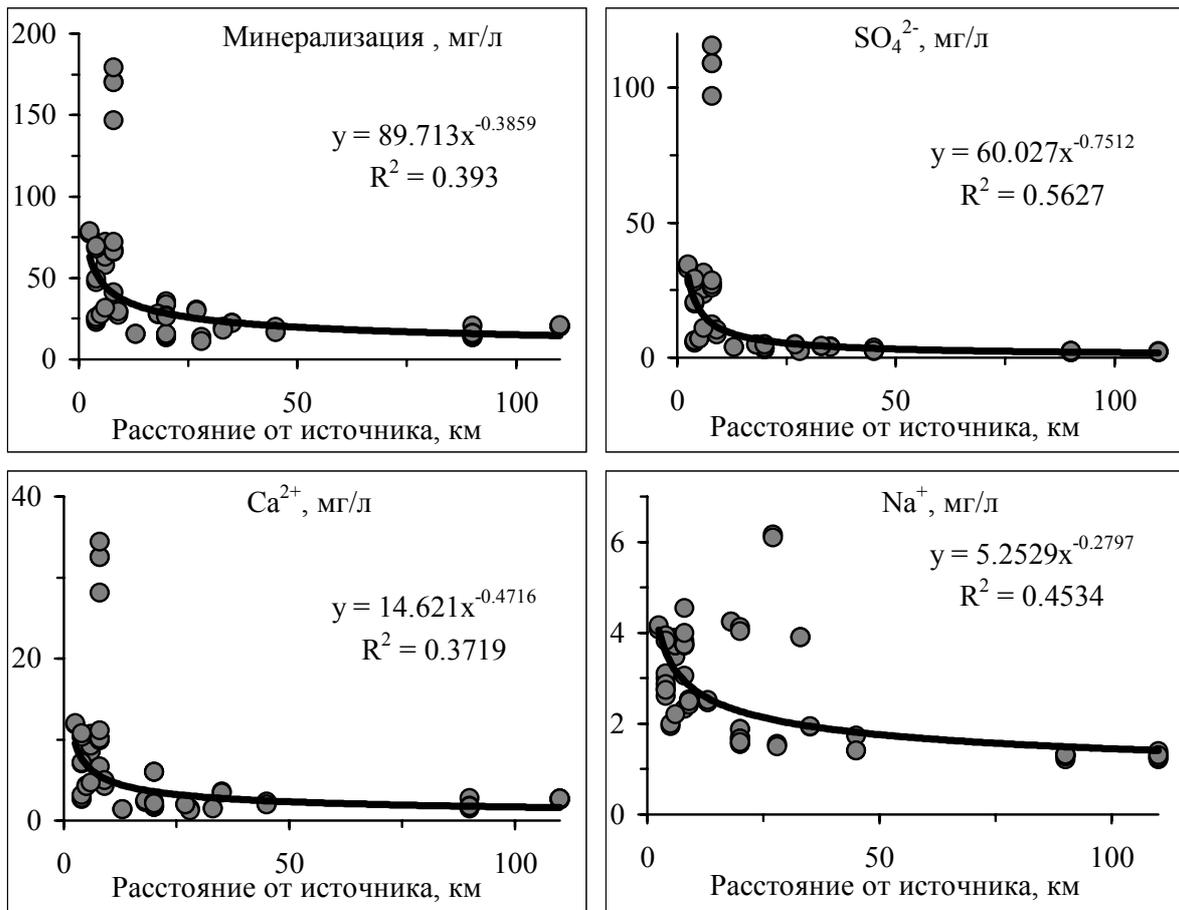


Рис. 1. Распределение величин общей минерализации и содержания главных ионов (мг/л) в воде озер по мере удаления от комбината «Печенганикель».

Тяжелые металлы являются одними из главных компонентов сточных вод и воздушных выбросов комбината «Печенганикель». Наибольшие концентрации Ni наблюдались в водоемах, расположенных в непосредственной близости к пгт Никель и Заполярный (80-340 мкг/л). В водоемах, удаленных от комбината, содержание Ni в воде изменяется от 0.2 до 34 мкг/л (рис. 2). Концентрация Cu в воде водоемов составляет 0.2-46 мкг/л. В весенний период из оз. Куэтсъярви в р. Пасвик Ni и Cu поступает в 2 раза больше, чем в летний и осенний периоды (Моисеенко и др., 1996). Концентрации практически всех тяжелых металлов (кроме Pb) в воде исследуемых озер снижаются по мере удаления от комбината «Печенганикель» (рис. 2).

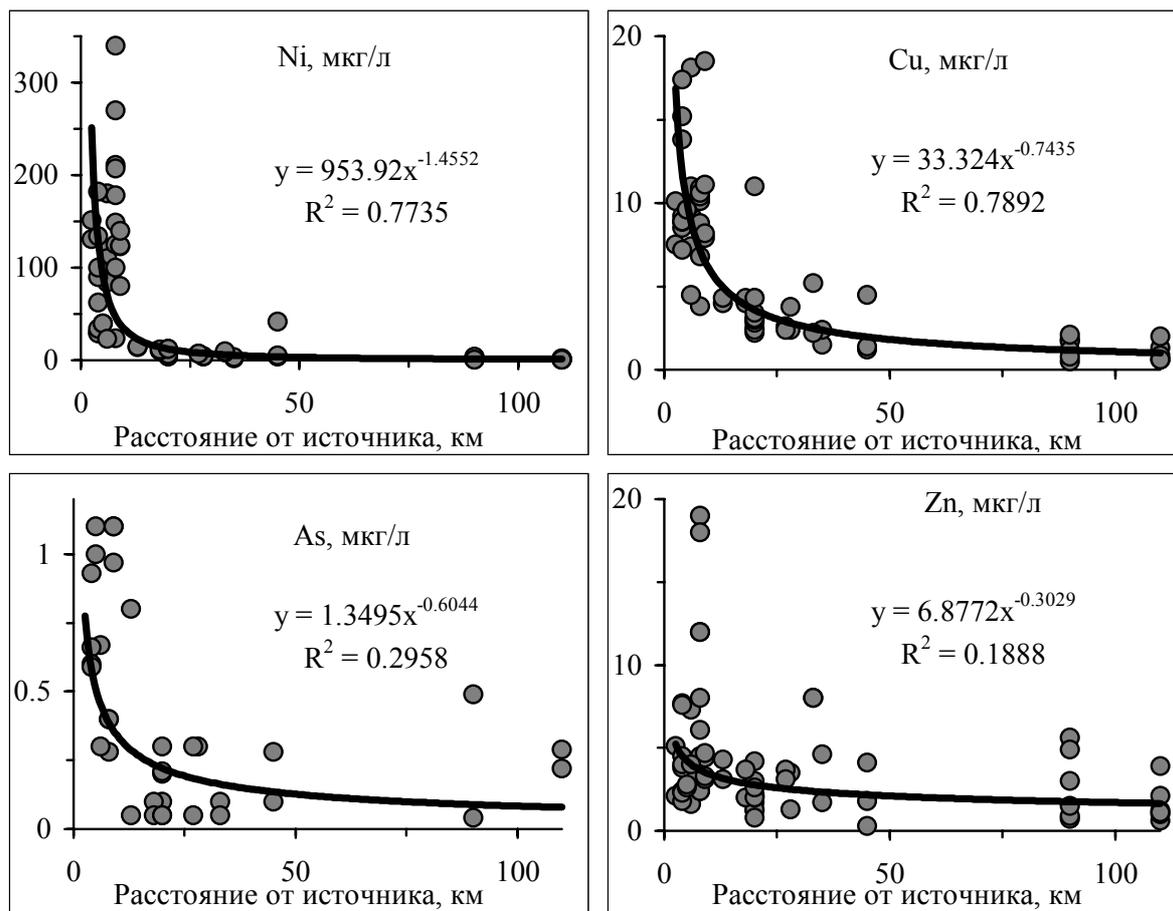


Рис. 2. Распределение концентраций основных загрязняющих элементов (мкг/л) в воде исследуемых озер по мере удаления от комбината «Печенганикель».

Бассейн реки Печенга. Водоемы бассейна находятся в зоне деятельности ОАО «Кольская ГМК» РАО «Норильский никель». Специфическими загрязняющими веществами в бассейне являются Ni, Cu, Mn, SO_4^{2-} , NO_3^- , Fe, Zn. Наиболее загрязненной в этом бассейне является река Хауки-лампи-йоки, принимающая карьерные воды рудника «Центральный», шахтные воды рудника «Северный» и хозяйственно-бытовые сточные воды города Заполярного. Среднегодовая концентрация Cu в реке составила 14 ПДК, Ni – 20 ПДК, Mn – 7 ПДК, NO_3^- – 3 ПДК.

Бассейн реки Тулома. Наблюдения проводятся на реках Тулома, Акким, Лотта, Вува, Нота и на Верхнетуломском водохранилище. Многолетние данные наблюдений показывают, что для водоемов бассейна характерно повышенное содержание Cu и Fe от 1 до 5 ПДК.

Бассейн реки Кола. На качество вод озера Колозеро и верхнего течения р. Колы оказывают влияние сбросы сточных вод и выбросы загрязняющих веществ ОАО «Олкон». Среднегодовая концентрация Cu в озере Колозеро составляет 4 ПДК, Mn – 3 ПДК.

На качество вод в нижнем течении реки Колы и ее притоков (ручьи Медвежий, Земляной, Варламов) влияют загрязненные сточные, ливневые и фильтрационные воды сельскохозяйственных предприятий, расположенных по ее берегам. Максимальные концентрации NH_4^+ в ручьях и створах реки Колы, расположенных ниже загрязненных притоков, отмечаются в период низкого уровня вод (апрель). Антропогенная нагрузка на устьевой участок реки Колы возрастает в период активного снеготаяния при смыве загрязняющих веществ с водосборной территории. Среднегодовое содержание Cu в устье реки Кола составляло 3 ПДК, Fe и органических веществ – на уровне ПДК.

Бассейн реки Умба. *Озеро Умбозеро* загрязняется сточными водами рудника «Умбозеро» ЗАО «Ловозерская горно-обогатительная компания», в южную часть озера через систему рек и озер поступают карьерные воды рудника «Восточный» ОАО «Апатит». Превышение допустимых концентраций Cu было отмечено во всех проанализированных пробах, среднегодовая концентрация F^- – на уровне ПДК.

Бассейн реки Нива. В зоне негативного влияния ОАО «Апатит» и городов Кировск и Апатиты находятся *озеро Большой Вудъявр* и *река Белая*. Средняя за год концентрация F^- и PO_4^{3+} в озере выше 2 ПДК, NO_2^- – более ПДК.

Водные объекты города Ковдора (*реки Ковдора, Можель и Ена*) испытывают антропогенную нагрузку от производственной деятельности ОАО «Ковдорский ГОК». Наиболее загрязненным водным объектом является приток реки Ковдора – *река Можель*, в бассейне которой размещено хвостохранилище ОАО «Ковдорский ГОК». Для вод реки характерно повышенное содержание Mn (17 ПДК), Mo (4 ПДК) и Cu – более ПДК. Загрязненные фильтрационными водами из хвостохранилища воды реки Можель, впадающей в реку Ковдора, оказывают негативное влияние на качество ее воды. Концентрации загрязняющих веществ в реке Ковдора возрастают от фонового створа, расположенного выше г. Ковдора, к устьевому. В *реке Ена*, питьевом источнике города Ковдора и населенных пунктов, содержание загрязняющих веществ сравнимо с содержанием их в фоновом створе р. Ковдоры.

На загрязнение *озера Имандра* в значительной степени оказывают влияние поступающие сточные воды. На качество вод озера в губе Монче, г. Мончегорск, влияют сточные воды медно-никелевого производства и жилищно-коммунального хозяйства. У о. Избяного и в Экостровском проливе в озеро через реки Белую и Жемчужную поступают сбросы апатит-нефелинового производства. В губу Молочную, г. Полярные Зори, поступают сбросы Кольской АЭС в основном нормативно-очищенные. Южная часть озера в районе п. Зашеек и Африканда испытывает значительно меньшую антропогенную нагрузку, в основном от сбросов поселков. Среднее за год содержание Cu составляет 3–4 ПДК на всех створах, за исключением г. Мончегорска, где среднегодовая концентрация Cu выше 13 ПДК, максимальная – 19 ПДК.

Таким образом, деятельность промышленных предприятий на Кольском Севере приводит к поступлению загрязняющих веществ в водоемы, как в составе сточных вод, так и в виде атмосферных выпадений загрязняющих веществ, содержащихся в пылевых выбросах. В местах залегания и добычи медно-никелевых, железных руд, редкоземельных металлов, апатит-нефелинового концентрата и других руд наблюдается повышенное содержание Ni , Cu , Mn , Fe , F^- и др. Это бассейны рек Патсойоки, Печенги, Колы, Нивы, Умбы.

Литература

1. Доклад по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2006 году. – Мурманск: Комитет по природным ресурсам и охране окружающей среды Мурманской области, 2007. – 126 с.
2. Моисеенко Т.И., Родюшкин И.В., Даувальтер В.А., Кудрявцева Л.П. Формирование качества вод и донных отложений в условиях антропогенных нагрузок на водоемы арктического бассейна (на примере Кольского Севера). – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1996. – 263 с.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Кудряшова М.Ю., Федорова О.А. (МГТУ, кафедра экологии и ЗОС,
e-mail: Olga_Fedorova@mail.ru)

Abstract. We know how to treat different wastewaters, but don't know how to treat their sludges in the most ecological and useful way. The problem is that the amount of untreated sludges is growing all the time, because of increasing water consumption. Wastewater sludges today are only dewatered and disposed at landfills. But sludges can be used for different purposes. For example, after being composted sludges have the quality of safe fertilizer.

Человечество знакомо с проблемой отходов с начала своего существования. Вопрос утилизации отходов решался соответственно техническим возможностям и экологическим воззрениям определенного этапа развития человеческого общества. В связи с быстрым ростом количества отходов к середине XX века одной из глобальных проблем человечества стала задача выбора новых путей управления отходами, к которым относятся сокращение количества производимых отходов, их повторное использование и уничтожение.

До последнего времени богатство природными ресурсами и огромная территория РФ позволяли не обращать должного внимания на проблему утилизации всех видов отходов, решение экологических проблем никогда не считалось приоритетным направлением финансирования. Однако сегодня в России начинают осознавать значимость решения вопроса утилизации отходов.

В Российской Федерации, по некоторым оценкам, за год образуется порядка 2 млн. тонн осадков по сухому весу (при исходной влажности 98% их масса составляет порядка 100 млн. тонн), количество их ежегодно увеличивается, тогда как основным методом его «обработки» в России остается складирование на иловых площадках и отвалах, хотя и в нашей стране, и за рубежом велись и ведутся различные научные исследования в этой области. Большая часть работ посвящена стабилизации, обезвоживанию и термической обработке, и крайне мало - переработке осадков с целью применения их в экономике (1). В частности, вопросом утилизации осадков городских сточных вод занимался В.А. Туровский (Всесоюзный Исследовательский Институт Водоснабжения, Водоотведения и Гидротехнических сооружений, Москве) и ряд других специалистов. Но опубликованных результатов исследований немного, и они в основном не находят широкого практического применения в силу ряда причин (отсутствие экономического стимулирования природоохранной деятельности предприятий, доминирование традиционной схемы обращения с осадками и т.д.).

Каждая страна проводит собственную программу в области переработки осадков с учетом местных условий его образования, экономических и технических возможностей. Использование мирового опыта в этой области позволит России выработать современную экологическую политику обращения с данным видом отходов.

Сложность проблемы обработки осадков городских сточных вод связана, во-первых, с тем, что осадок содержит вещества, быстро подвергающиеся биохимической деструкции, что приводит к возникновению неприятного запаха; и, во-вторых, с тем, что влажность достигает 98 % (масс.). В мировой практике среди процессов и операций обработки осадков различают: сгущение (концентрация), кондиционирование, обезвоживание, сушка (в основном, для удаления влаги из осадка); анаэробное и аэробное сбраживание, компостирование, термическая обработка, сжигание,

стабилизация (для непосредственной обработки осадка); дезинфекция. Кроме того, важное место занимают такие вопросы, как транспортировка и промежуточное хранение необработанного и переработанного осадка (5).

Чтобы правильно выбрать и спроектировать оборудование для обработки осадка, необходимо знать источник его образования, основные характеристики осадка, в том числе объемы. Характеристики осадков могут сильно различаться в зависимости от происхождения сточных вод и процессов их обработки. Измерения уровня pH, щелочности, содержания многих химических соединений, включая биогенные элементы, важны для анализа различных возможностей переработки и использования осадка. Такие характеристики, как содержание органических и питательных веществ, патогенных микроорганизмов, пестицидов, тяжелых металлов и др., влияют на пригодность осадка в качестве удобрения. Ценность осадка как удобрения определяется главным образом содержанием в нем азота, фосфора и калия. В некоторых случаях содержание фосфора и калия в осадке сточной воды может быть слишком малым, чтобы обеспечить удовлетворительный рост растений (2).

Число возможных схем последовательности технологических операций по обработке осадка может быть ограничено только числом существующих производств, где образуются и обрабатываются сточные воды. За рубежом принято выделять два типа технологических схем: включающие биологическую обработку и не предполагающие таковой. Осадки сточных вод промышленных предприятий, в частности, часто содержат токсичные вещества и редко подвергаются биологической обработке. Но обеим технологическим схемам может предшествовать ряд первичных процессов обработки осадка: измельчение, выделение песка и других минеральных компонентов, обезвоживание (4).

Одним из перспективных методов обработки осадков в настоящее время является компостирование. Все более строгое регулирование загрязнения воздуха и ужесточающиеся требования к утилизации осадков вместе с ожидаемой нехваткой доступных санитарных свалок ускорили развитие компостирования как практически осуществимого способа управления осадком.

Компостирование - это процесс, в котором органическое вещество подвергается биологическому разложению до устойчивого конечного продукта. Осадок, должным образом подвергнутый компостированию, - это санитарное, безвредное, похожее на гумус вещество. Приблизительно 20-30% твердой фазы осадков превращаются в диоксид углерода и воду. Вследствие того, что органическое вещество в осадке разлагается, компост нагревается до температур пастеризации в пределах от 50 до 70°C, в результате чего уничтожаются патогенные микроорганизмы. Правильно прокомпостированный осадок может быть использован в качестве восстановителя почвы в сельскохозяйственном и садоводческом применении.

Несмотря на то, что компостирование может достигаться как в анаэробных, так и в аэробных условиях, аэробное компостирование нашло более широкое распространение при обработке осадков муниципальных сточных вод (3). Аэробное компостирование ускоряет разложение вещества и приводит к большему увеличению температуры, необходимому для уничтожения возбудителей заболеваний, а также сводит к минимуму появление неприятных запахов.

Различают следующие основные факторы, влияющие на выбор типа системы компостирования: ожидаемое ежедневное производство осадка от сооружений обработки сточной воды, доступность земли для строительства сооружений компостирования, природа производимого осадка; стабилизация, если она проводится перед компостированием осадка; тип обезвоживающего оборудования и использованных химикатов. Например, стабилизация осадков аэробным или

анаэробным сбраживанием перед компостированием позволяет уменьшить размеры оборудования для компостирования до 40 % (5).

Большинство циклов компостирования состоят из следующих основных шагов: 1) смешивание обезвоженного осадка с наполнителем; 2) аэрирование компостной кучи либо добавлением воздуха, либо с помощью механического переворачивания, или и то, и другое вместе; 3) восстановление наполнителя (если это осуществимо); 4) последующее выдерживание и хранение; 5) конечное использование или захоронение.

Существует три основных типа используемых систем компостирования: статичная аэрируемая грядка, насыпная грядка и аппаратная система. При проектировании системы компостирования должны быть рассмотрены такие факторы как: тип осадка, наполнитель, углеродно-азотно-фосфорное соотношение, летучие вещества, потребность в воздухе, содержание влаги, рН, температура, необходимость перемешивания и переворачивания, содержание тяжелых металлов и органических примесей. Важно проводить материальный баланс процесса компостирования, так как количество используемых компонентов (осадок и наполнитель) в каждой фазе процесса строго определено. Задача материального баланса – определить состав компостной смеси.

Продолжительность компостирования осадков зависит от метода компостирования, климатических факторов, сезона, количества подаваемого воздуха, периодичности перемешивания т.д., и может составлять от семи дней (для механических систем) до двух месяцев (в открытых системах) и больше.

Использование компоста осадков сточных вод не ограничивается их внесением в качестве удобрения под сельскохозяйственные культуры. Прокомпостированный осадок может быть успешно применен как органическое удобрение и для других целей: при благоустройстве и озеленении городских и придорожных территорий, при рекультивации нарушенных и восстановлении загрязненных земель. Причем требования к содержанию нежелательных соединений в этих случаях не такие строгие, как при внесении на сельскохозяйственные поля.

Наименее исследовано компостирование осадков сточных вод пищевых производств, хотя качественный состав стоков и выделяемой при очистке сточных вод пульпы свидетельствует о потенциальной возможности данной обработки. Так как выбор технологической схемы обработки осадков промпредприятий определяется, во-первых, видом производства (молочная, мясная, рыбная и др.), то крайне важным является исследование качественного состава сточных вод конкретного производства, подбор наиболее рациональной с точки зрения охраны окружающей среды технологии очистки сточных вод, определение качественных показателей осадков и экспериментальные исследования процесса компостирования с обязательным фитотестированием полученного компоста.

Литература

1. Беляева, С.Д. Управление осадками сточных вод – важнейшая экологическая проблема / С.Д. Беляева, Л.И. Гюнтер // Водоснабжение и санитарная техника. – 2007. - №1. – С. 5-9.
2. Мара, Д. Руководство по безопасному использованию сточных вод и экскрементов в с/х и аквакультуре / Дункан Мара, Сэнди Кэрнкросс ; пер. с англ.яз. М.М. Чумакова. – М. : Медицина, 1992. – 250 с.
3. Хакимов, Ф.И. Рекомендации по утилизации илов городских очистных сооружений / Ф.И. Хакимов, А.С. Керженцев, С.М. Севастьянов. - М. : Госкомэкологии России, 1999. - 54с.

4. Manahan, S.E. Environmental science and technology / Stanly E. Manahan. – 1997. – 642 p.
5. Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse / Metcalf & Eddy, Inc. -3rd ed. / revised by George Tchobanoglous, Frank Burton. – 1998. - 1334 p.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЯЖЕЛОЙ СМОЛЫ ПИРОЛИЗА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Лебедева И.П., Лубинский М.И., Дошлов О.И. (г. Иркутск, ИрГТУ, кафедра «Химической технологии» e-mail: leb-ira@istu.edu)

Abstract. The work reveals the expediency of the use of heavy pyrolysis resin as a feedstock component for carboniferous materials with specified quality production. This will enable the operating refineries to reduce their ecological loads on the environment.

Аннотация. Показана целесообразность использования тяжелой смолы пиролиза в качестве компонента сырья для получения углеродсодержащих материалов заданного качества, что позволит снизить экологическую нагрузку действующих нефтеперерабатывающих заводов на окружающую среду

Разработка комплекса направлений рационального использования тяжелой смолы пиролиза при получении композиционных углеродсодержащих материалов в настоящее время весьма актуальна. Согласно федеральной программе «Энергоэффективная экономика ТЭК» (раздел «Модернизация нефтеперерабатывающей промышленности»), глубина переработки нефти к 2010 г. должна увеличиться до 75%, а к 2020 г. – до 85% «при значительном качестве нефтепродуктов, обеспечивающем их конкурентоспособность» (1). Повышение глубины переработки нефти предполагается за счет более рационального использования тяжелых нефтяных остатков заданного качества.

Процесс пиролиза является источником получения наряду с низшими олефинами (целевыми продуктами) тяжелых смол пиролиза.

Актуальность вопросов повышения экологической безопасности усугубляется большими масштабами и темпами наращивания мощностей этиленового производства. С пуском многотоннажных этиленовых производств объем выработки смол пиролиза значительно возрос. Их доля в зависимости от вида сырья изменяется в широких пределах: от 3-4 до 40%. Относительно высокое содержание ароматических углеводородов, особенно полициклических, и достаточно высокое значение иодного числа, указывающее на значительное содержание непредельных углеводородов, свидетельствуют о склонности тяжелых смол пиролиза к реакциям уплотнения (конденсации, полимеризации, сополимеризации) с образованием продуктов, обладающих высокими связующими и спекающими свойствами. Низкое содержание серы обуславливает возможность получения из смол пиролиза малосернистых композиционных углеродсодержащих материалов, что очень важно с технологической точки зрения (увеличение межремонтного пробега установки) и экологической (снижение выбросов серы).

Основная проблема эффективного использования тяжелых пиролизных смол заключается в улучшении их качества. Основные требования при улучшении качества смол сводятся к снижению содержания асфальтенов и механических примесей. Значение процесса пиролиза как источника для углеродных материалов сохранится, однако в связи с тенденцией дальнейшего утяжеления сырья пиролиза потребуются дополнительные затраты на облагораживание смол. Вопрос подготовки сырья для производства углеродных материалов становится ключевым. Становится очевидной необходимость создания обоснованных рецептур композитного сырья с учетом данных экономического и экологического анализа.

Таким образом, весьма актуальным остаются детальный анализ существующих

и перспективных источников объема сырья, в частности тяжелой смолы пиролиза, для производства углеродных материалов.

Литература

1. Глаголева О.Ф. Нефтяной кокс. Ресурсы сырья и технологии прокаливания/ ХТТМ.- 2005.-№3.- с.20-23.
2. Лубинский М.И., Дошлов О.И., Лебедева И.П. К вопросу использования тяжелой смолы пиролиза для получения углеграфитовых материалов / Тезисы докладов V респ.научно-тех.конф. молодых ученых и специалистов алюминиевой и электродной промышленности. Иркутск.- 2007 г. с. 77-78.

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ, ЗАМЕДЛЕННАЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ И РОСТОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАСТЕНИЙ, ВЫРОСШИХ НА РАЗНЫХ СРЕДАХ

Магомедова М.Х-М., Алиева М.Ю. (г. Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН)

Все большее распространение получают экосистемы, нарушенные в результате технической деятельности человека. С ростом индустриализации и урбанизации усиливается влияние на растения неблагоприятных условий минерального питания. Поэтому актуальны поиски в природных экосистемах видов и популяций, у которых выработаны генотипические механизмы адаптации к экстремальным факторам почвенной среды (1). Фотосинтез и минеральное питание являются тесно связанными и взаимообусловленными процессами. В настоящее время в исследованиях фотосинтеза широко используются методы, основанные на измерении и анализе переменной (вариабельной) и замедленной флуоресценции хлорофилла. Растущий интерес к фотолюминесцентным показателям определяется возможностью создания на их основе экспресс и бесконтактных, а в будущем и дистанционных методов диагностики состояния растений.

Нами изучены зависимость ростовых параметров и интенсивности замедленной флуоресценции и фотосинтетической активности растений гороха от среды прорастания (вода, песок, почва) и времени темновой адаптации растения.

Методика

Объектом изучения служили листья третьего снизу яруса 14-15-ти суточных проростков гороха (*Pisum sativum* L.) сорта «Альфа». Растения проращивались в лабораторных условиях при естественном освещении на водной, песчаной и почвенной средах. Каждое новое растение перед темновой адаптацией проходило 5-ти минутную световую адаптацию и, перед каждым измерением после темнового периода растение 5 мин адаптировалось к интенсивности облучаемого света при закрытой шторке. Время темновой адаптации растения перед облучением увеличивалось на 30 сек с 30-ти до 720 сек один круг. Измерения интенсивности ЗФ регистрировались с помощью однодискового фосфороскопа на установке нашей конструкции с регистрацией свечения в отраженных лучах (2). Частота импульсного освещения образцов составляла 8×10^3 Гц, длительность импульса облучения и измерения составляла 1,2 мсек. Точки на графиках отображают среднее значение из 8-10-ти аналитических повторностей.

Результаты и обсуждение

Рост – функция, непосредственно зависящая от жизнедеятельности всего организма в целом. В явлениях роста отражена вся цепь совершающихся в организме процессов развития и обмена веществ, отдельные звенья которой находятся в различной зависимости от условий внешней среды. Изменения этих условий меняет не только ход отдельных функций, но и существенно нарушает соотношение между ними, характер и направление процессов обмена.

Нами проводились измерения параметров растений, поросших на воде, песке и почве. Результаты этих измерений отображены на рис. 1, где у растений, выросших на воде, несмотря на отсутствие питательных веществ, длина корня и высота самого растения имеют наибольшие значения. Это возможно связано с тем, что для прорастания семян, активизации ферментов роста наиболее подходит водная среда. В

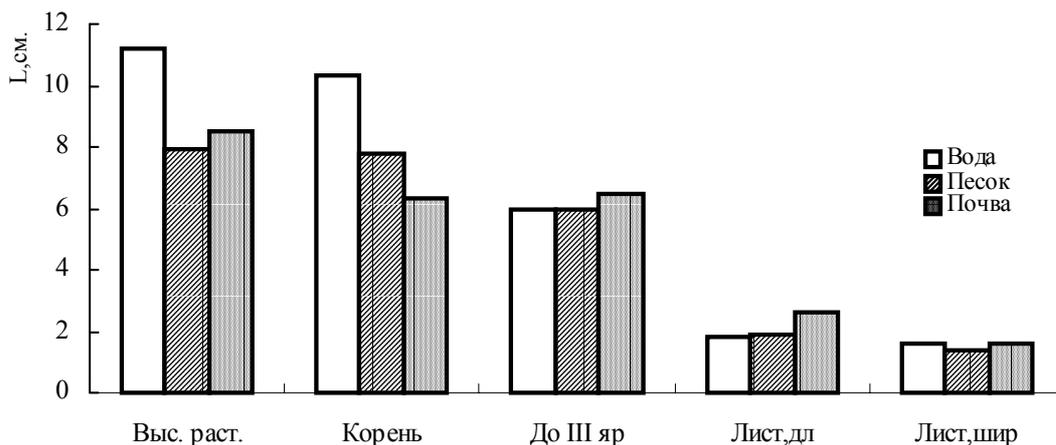


Рис. 1. Соотношение анатомических параметров 14-ти дневных проростков гороха в зависимости от среды произрастания.

то же время, длина и ширина листовой пластинки имеет большее значение у растений гороха, выросших на почвенной среде.

Т. к. лист – орган более сложного устройства и выполняющий непростые задачи в растительном организме (фотосинтез, ассимиляция углекислого газа, устьичная регуляция и газообмена и др.) для его нормального роста, по-видимому, растению требуется среда, содержащая достаточное количество минеральных элементов. Условия, благоприятствующие росту какого-либо одного органа (например, стебля) не всегда оптимальны для роста других (например, корень) (3).

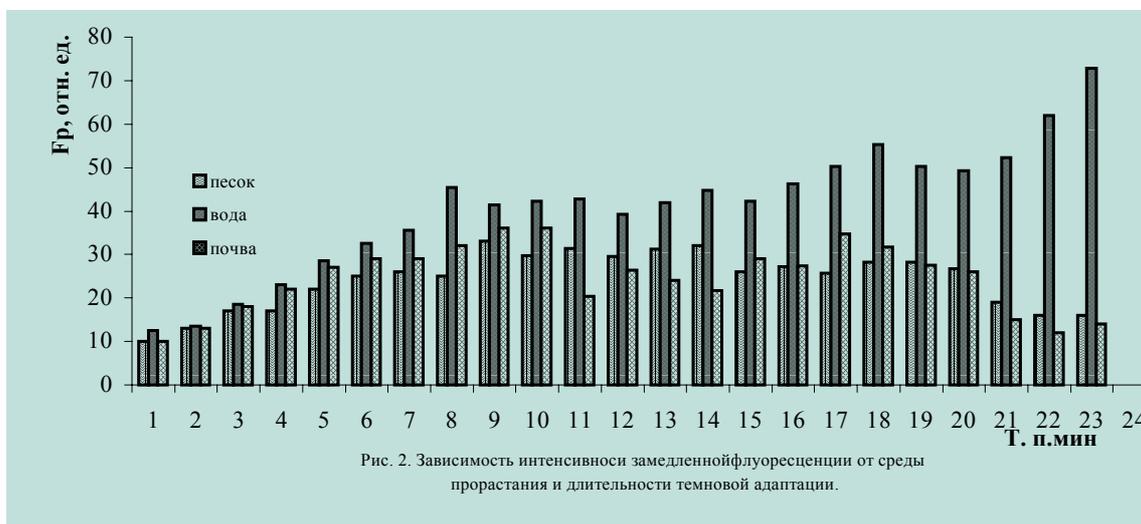


Рис. 2. Зависимость интенсивности замедленной флуоресценции от среды прорастания и длительности темновой адаптации.

Индукцию ЗФ растений гороха в зависимости от среды, в которой проращивалось растение, и длительности темновой адаптации отображены на рис. 2.

Интенсивность ЗФ растений, выросших на воде заметно выше, чем у растений выросших на песке и почве. ЗФ растений выросших на почве и песке приблизительно на одном уровне и на порядок ниже этих же показателей растений, выросших на водной среде. Высокие показатели ЗФ растений являются показателем нарушения первичных процессов фотосинтеза (4). Возможно, у растений, выросших на песке и почве фотосинтез более защищен от обратных переходов электрона от первичного акцептора в реакционный центр, вследствие которых и возникает флуоресценция. Наиболее ярко

выражены эти отличия при увеличении темновой адаптации растения выше 6 мин и перед его облучением белым светом. Возможно, при этих длительностях темновой адаптации уже включаются процессы темновой стадии фотосинтеза – биохимия. К внезапному включению света растительные механизмы фотосинтетических переходов генетически не готовы, т.к. в природе эти переходы - «свет – темнота» и наоборот происходят плавно.

Резкое включение света после длительной темновой адаптации для растения в нашем случае является стрессом и в этих «некомфортных» условиях наиболее ярко можно пронаблюдать зависимость выхода ЗФ растений от условий проращивания (минерального питания). Относительная автономность хлоропластов имеет существенное значение для их стресс – устойчивости (5).

На рис. 3 отражена зависимость фотосинтетической активности растений гороха от минерального питания и длительности темновой адаптации. Как видно из рисунка у растений гороха, выращенных на разных средах при увеличении времени темновой адаптации заметных отличий в фотосинтетической активности не наблюдалось и держалось на приблизительно одинаковом уровне. Незначительные отличия в уровне фотосинтетической активности этих растений появляются при увеличении времени темновой адаптации до 23-24 мин и выше, тогда как отличия в

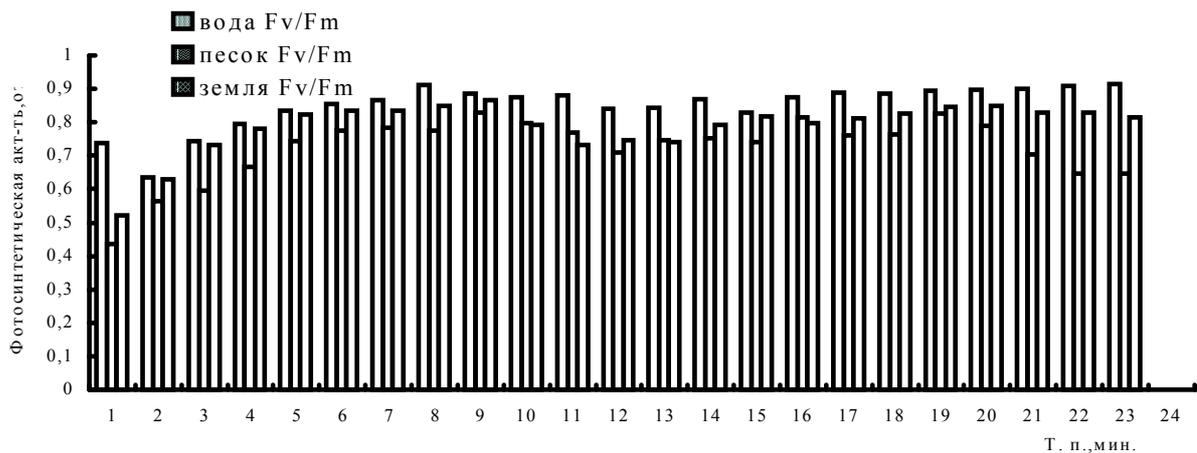


Рис.3. Зависимость фотосинтетической активности растений от среды проращивания и длительности темнового периода.

замедленной флуоресценции появлялись значительно раньше – с 6-7 мин темновой адаптации растения.

Отсутствие заметных отличий в фотосинтетической активности растений гороха, выросших на разных средах (вода, песок, почва), предположительно можно объяснить и тем, что в течение 14ти дней роста значительная часть питательных веществ в растение поступает из семян гороха. Кроме того, к 8-10-ти дням после посадки семена зеленеют, тем самым, участвуя в фотосинтетической поддержке роста растения. И, возможно именно поэтому различия в питательной среде меньше отражаются на показателях фотосинтетической активности растения, но этот вопрос требует дальнейшего детального изучения.

По данным многих авторов, минеральные удобрения влияют на фотосинтез тремя основными путями: они могут повышать интенсивность фотосинтеза на единицу

листовой поверхности, действуя в качестве ионов на клеточные коллоиды – на их набухаемость и проницаемость; могут способствовать увеличению общей ассимиляционной поверхности; могут удлинять продолжительность жизни листьев (6, 7, 8). В фазе 3-6 настоящих листочков условия минерального питания могут еще не оказывать заметного влияния на свойства листа как оптической системы. По данным Жакотэ в начале вегетации листья десятидневных растений фасоли (фаза первой пары настоящих листьев) практически не отличались между собой по оптическим свойствам в зависимости от условий минерального питания. У 14-дневных растений фасоли, находящихся в фазе первой пары листьев, уже наметились некоторые изменения оптических свойств в зависимости от варианта минерального питания (8, 9).

Таким образом, замедленная флуоресценция является более тонким, чувствительным инструментом обнаружения нарушений в состоянии окружающей среды, целостности самого растения и процессов, протекающих в нем. Познание механизмов фотосинтетической деятельности растений посредством ЗФ предоставляет нам источник информации для экспресс-диагностики состояния клеток, дает возможность оценивать и прогнозировать возможные нарушения фотосинтетических процессов в неблагоприятных условиях внешней среды.

Литература

1. Школьник М.Я., Смирнов Ю.С. О причинах повышения содержания фенолов у растений при избытке и недостатке минеральных элементов // Сб. Растения в экстремальных условиях минерального питания: Эколого-физиологические исследования. / Под ред. М.Я. Школьника, Н.В. Алексеевой-Поповой. - Л.: Наука, 1983. С. 140-148
2. Маммаев А.Т. Флуоресценция растений при экстремальных экологических воздействиях. // Сб. Биофизические методы изучения растений, микроорганизмов и почв. / Под ред. А.Т. Маммаева. - Махачкала: 2007. С.
3. Рубин А.Б. // Курс физиологии растений. Изд. 4-е перераб. и доп. Учебник для университетов. М.: «Высш. школа», 1976. 576 с.
4. Магомедова М.Х.-М., Алиева М.Ю. Исследование зависимости интенсивности фотосинтеза и выхода замедленной флуоресценции растений от температуры и интенсивности освещения // Сб. Биофизические методы изучения растений, микроорганизмов и почв. / Под ред. А.Т. Маммаева. - Махачкала: 2007. С. 64-69.
5. Емельянов Л.Г., Анкуд С.А. Водобмен и стресс-устойчивость растений. Мн.: Навука і тэхніка, 1992. 144 с.
6. Алиев Д.А., Азизов И.В., Э.Г. Казибекова Э.Г. Фотосинтетическая способность и развитие хлоропластов в онтогенезе пшеницы. Баку: Элм, 1988. 116 с.
7. Горышина Т.К. Фотосинтетический аппарат растений и условия среды. Л.: Издательство Ленинградского университета, 1989. 204 с.
8. Жакотэ А.Г. Минеральное питание и активность фотосинтетического аппарата растений. Кишинев: Штиинца, 1974. 155 с.
9. Boordman N.K., Bjorkmann O., Anderson J.N/ e. a. Photosynthetic adaptation of higher plants to light intensity; relationship between chloroplasts structure, composition on the photosystems and photosynthetic rates. – Prok. 3rd Int. Congr. Photosynth., Rehovot. v. 3. Amsterdam, 1974. p. 1809.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ КАНАЛА ИМЕНИ МОСКВЫ

Мосин А.В. (*Рыбное, ДФ АГТУ, кафедра экологии, e-mail: dfagtu@mail.ru*)

Abstract. In the sharpness which has been piled for today of a problem of water facilities of a city of Moscow the special place occupies a question of quality of water in Moscow canal. One of the most reliable indexes of a state of water body pollution and communal level of an anthropogenic load on it is the maintenance of heavy metals in ground sedimentation. Their maintenance shows an overall picture, a contamination level the most toxic and most abundant heavy metals.

В сложившейся на сегодня остроте проблемы водоснабжения г. Москвы особое место занимает вопрос качества воды в канале им. Москвы, более чем на 50% обеспечивающий потребности города в воде. Канал ежесекундно поставляет в реку Москву 30 м³ волжской воды, поддерживая относительно постоянный уровень воды в реке.

Канал им. Москвы протяженностью 128 км является уникальным гидротехническим сооружением, обеспечивающим перекачку воды из Ивановского водохранилища в 6 водохранилищ, входящих в его систему, Подъем воды на 38 м и судоходство обеспечиваются 11 шлюзами, эксплуатация которых накладывает свой отпечаток на гидрологический режим канала и, в частности, на формирование донных отложений.

Канал на своем протяжении принимает воды отдельных малых рек (р. Яхрома и др.), в него поступают ливневые стоки с прилегающей автотрассы и населенных пунктов, что в конечном итоге и определяет вероятность загрязнения его экосистемы.

Одним из наиболее надежных показателей состояния загрязнения водоема и общего уровня антропогенной нагрузки на него является содержание тяжелых металлов в донных отложениях, которые отражают многолетние процессы накопления и трансформации вещества в водоеме. Благодаря процессам адсорбции на взвешенных частицах и последующей их седиментации тяжелые металлы способны накапливаться в донных отложениях, что представляет опасность для качества воды из-за возможного выноса тяжелых металлов из донных отложений в воду (Манихин, 2001).

За последние десятилетия тяжелые металлы становятся все более заметным компонентом загрязнения водной среды.

В летне-осенний (июнь-сентябрь) период 2007 г. в канале на 6 станциях, расположенных от г. Дубна до Химкинского водохранилища, был собран материал по содержанию в донных отложениях наиболее распространенных тяжелых металлов (Cd, Cu, Pb и Zn).

В результате обработки материала было установлено неравномерное распределение металлов в донных отложениях (Таблица 1)

Прежде необходимо отметить высокое содержание всех металлов в донных отложениях в начале канала, что связано, в первую очередь, с загрязнением ими Ивановского водохранилища (Абакумов и др., 2000). В то же время здесь создаются оптимальные условия для депонирования металлов в донные отложения. Далее, по мере поднятия воды в процессе шлюзования, содержание тяжелых металлов снижалось, но после прохождения водохранилищ на станции 6 отмечалось резкое возрастание содержания всех металлов, когда их концентрация значительно превышала начальную (на станции 1).

Таблица 1. Пространственная динамика тяжелых металлов в донных отложениях канала (среднесезонные показатели)

Станция (расположение)	Металлы			
	Cd	Cu	Pb	Zn
	мг/кг			
Станция 1 (г. Дубна)	0,146	31,57	11,71	162,395
Станция 2 (г. Темпы)	0,15	16,53	12,18	108,79
Станция 3 (г. Запрудня)	0,083	12,02	10,84	36,57
Станция 4 (г. Дмитров)	0,124	13,19	9,64	37,52
Станция 5 (пос. Икша)	0,113	10,19	8,56	51,45
Станция 6 (г. Долгопрудный)	0,255	43,55	48,58	175,399
ПДК в до.	0,5	3	6	23

Концентрация Cd в донных отложениях в канале незначительная – в пределах 0,08-0,25, что не превышает ПДК для донных отложений (Гусева, 2005).

Концентрация Cu в донных отложениях на всем протяжении канала в течение всего периода исследований (с июня по сентябрь) существенно превышала ПДК, особенно в районе г. Долгопрудный, где концентрация Cu достигала 43,5 мг/кг, что соответствует 14,5 ПДК. Минимальная концентрация Cu отмечена на коротком участке канала в районе п. Икша, где при шлюзовании происходит значительное взмучивание донных отложений при сбросе воды (Рис. 1).

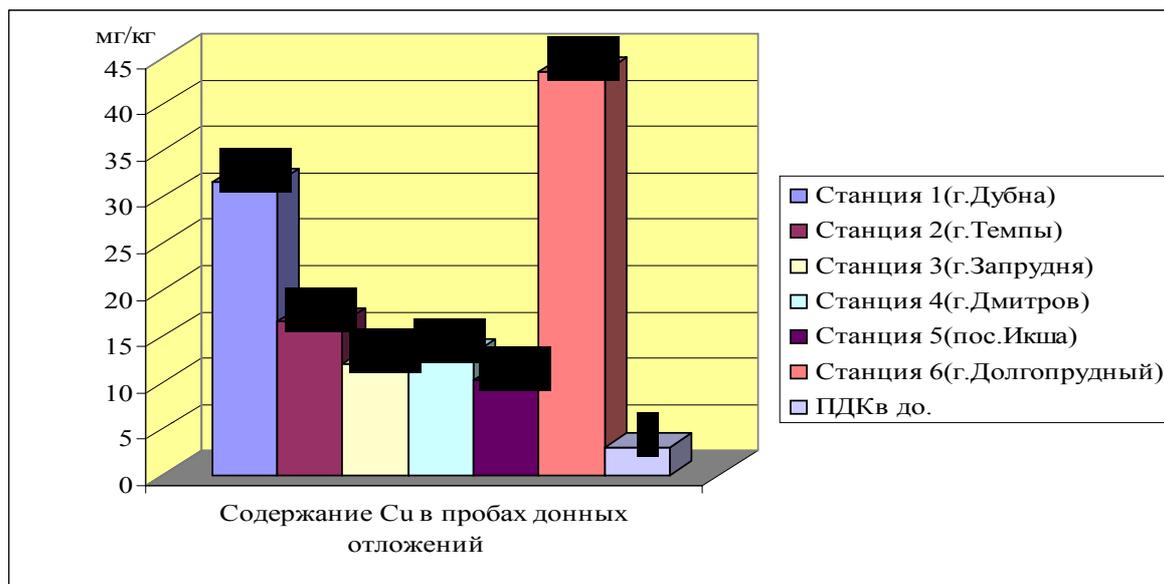


Рисунок 1 Среднесезонное содержание меди в пробах донных отложений.

Концентрация Pb в донных отложениях на всем протяжении канала также постоянно превышала ПДК, имея максимальные значения в районе г. Долгопрудный – до 9 ПДК для донных отложений (Рис. 2).

Цинк по сравнению с другими металлами отличается более высокими концентрациями в донных отложениях канала, особенно в начальной и конечной станциях отбора проб., где его концентрация была в пределах 162,4 – 175,4 мг/кг. На промежуточных станциях концентрация Zn была в несколько раз ниже, но все же несколько превышала ПДК (Рис. 3).

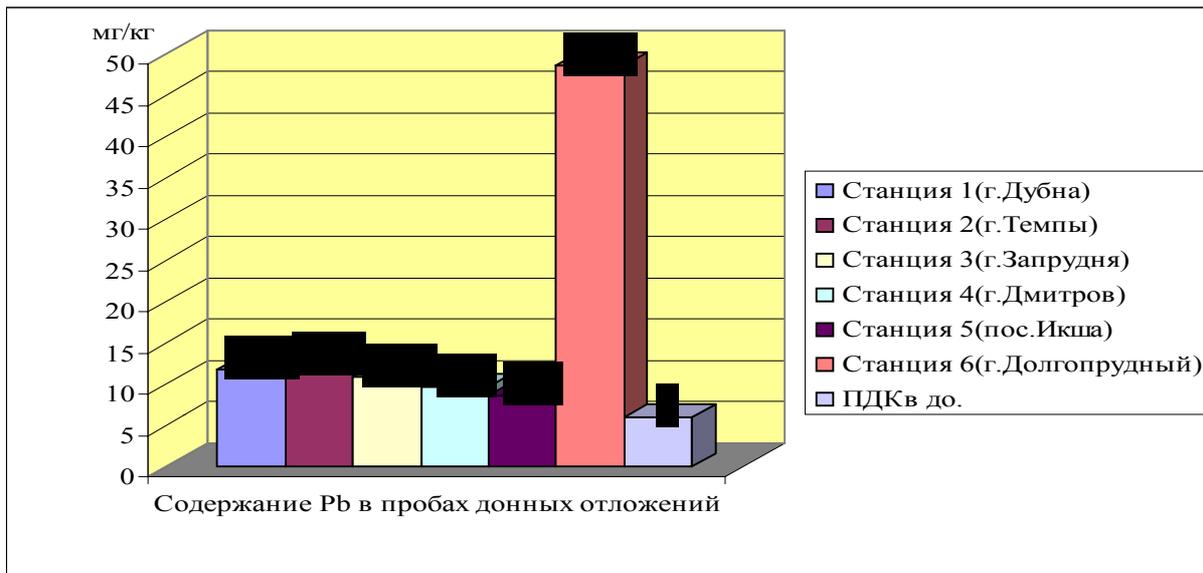


Рисунок 2 Среднесезонное содержание свинца в пробах донных отложений.

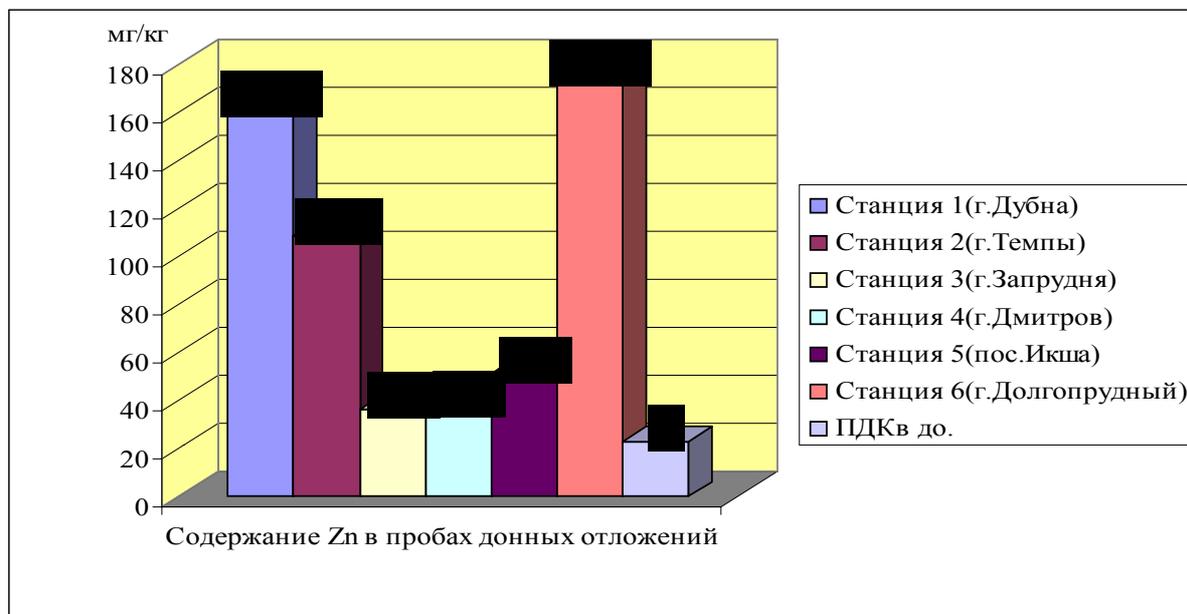


Рисунок 3 Среднесезонное содержание цинка в пробах донных отложений.

Таким образом, предварительный анализ содержания тяжелых металлов в донных отложениях канала позволяет сделать вывод об отсутствии четкой картины пространственной динамики тяжелых металлов в период навигации.

Литература

1. Манихин В.И., Никаноров А.М. Растворимые и подвижные формы тяжелых металлов в донных отложениях пресноводных экосистем.- СПб., 2001. – 183с.
2. Абакумов В.А., Ахметьева Н.П., Бреховских В.Ф. и др. Ивановское водохранилище: Современное состояние и проблемы охраны - М., 2000.-344с.
3. Гусева Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы – М., 2005. – 176с.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕНОЛСОДЕРЖАЩЕГО ОТХОДА НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

Муташева Г.С., Бахов Ж.К., Шакиров Б.С. (г.Шымкент, ЮКГУ
им.М.Ауезова, кафедра «Экологии», e-mail: zhbakhov@mail.ru)

Abstract. The presented results of the study the most important physico-chemical characteristic phenol extract, they are formed at selection to clear oil butter. The revealed possibility use some adsorbent for separation and division of the complex mixtures aromatic hydrocarbon.

Большинство современных нефтяных масел выпускаются для смазывания механизмов с целью снижения трения между твердыми поверхностями трущихся частотой и предотвращения износа материала этих частей. Дистиллятные масла получают путем перегонки мазута. Остаток, получаемый после перегонки мазута – гудрон, является сырьем для получения высоковязких остаточных масел. Для использования масляных фракций в качестве готовых смазочных масел необходимо их подвергнуть тщательной очистке от нежелательных и вредных составных частей и сохранить в их составе компоненты, обладающие лучшей смазывающей способностью, лучшей вязкостью.

Существует целый ряд методов очистки масляных фракций: очистка серной кислотой, очистка отбеливающими глинами, селективная (избирательная) очистка. Наиболее совершенным методом очистки, отвечающим современным требованиям к качеству получаемых масел, является селективная (избирательная) очистка с помощью селективных растворителей. К последним предъявляются высокие требования. Из теоретических предпосылок и экспериментальных данных право на жизнь получили лишь немногие из них, например, фенол, фурфурол, пропан и парные растворители (пропан + фенол с крезолом, сернистый ангидрид с крезолом).

Избирательными или селективными растворителями являются такие жидкие вещества, которые обладают способностью экстрагировать при определенной температуре из смеси жидких масляных фракций только некоторые компоненты, не смешиваясь при этом с другими компонентами смеси, т.е. не растворяясь их в себе и не растворяясь в них. Наиболее широко применяемым селективным растворителем является фенол, получаемые «экстракты от очистки нефтяных масел» или «фенольные экстракты» и они являются крупнотоннажным отходом нефтеперерабатывающей промышленности [1].

В результате процесса экстракции нежелательные компоненты растворяются в феноле, образуя экстрактный раствор, другая часть фенола растворяется в очищенном масле, образуя рафинатный раствор. Далее необходимо регенерировать фенол из рафинатного и экстрактного растворов. Выход и качество получаемого рафината зависят от качества взятого в переработку дистиллята, температурного режима процесса и соотношения фенола и очищаемого сырья.

Селективная (избирательная) очистка масляного сырья фенолом основана на его способности, извлекать из масла, подлежащие удалению нежелательные компоненты [2]. Фенол, как избирательный растворитель обладает средней избирательной и высокой растворяющей способностью. В нем хорошо растворяются непредельные и ароматические углеводороды с короткими боковыми цепями, а также смолистые соединения. Одной из характерных особенностей фенола как селективного растворителя является его способность удалять из очищаемого дистиллята нафтеновые

кислоты и снижать содержание серы, что особенно важно при переработке на масла нефтей из восточных районов.

Фенольные экстракты по внешнему виду представляют собой темные, вязкие осмоленные вещества и как следует из таблицы имеют, плотность около 1,0; с температурой застывания до +42°C, температура начала кипения от 270°C. Физико-химические параметры увеличиваются в ряду экстрактов: трансформаторные < АУ < II фракция < III фракция < остаточные. Видно, что экстракты трансформаторного масла и масла АУ относятся к легким, остаточные масла к тяжелым, а экстракты II и III-погонов – к средним нефтяным фракциям.

В таблице 1 дана физико-химическая характеристика дистиллятного сырья и получаемых продуктов, а в таблице 2 - физико-химическая характеристика фенольных экстрактов.

Таблица 1. Физико-химическая характеристика дистиллятного сырья и получаемых продуктов

Продукт	Плотность	Кинематическая вязкость при 100 С	Температура вспышки в закрытом аппарате	Температура застывания С	Коксуемость, %	Показатель преломления	Содержание серы, %
Масляный дистиллят	0,909	7,8	208	35	0,28	1,4990	1,7
Рафинат	0,875	6,5	210	42	0,05	1,4730	1,0
Экстракт	0,990	-	220	-	-	-	2,4-3,5

Таблица 2. Физико-химические характеристики экстрактов на НПЗ

ПОКАЗАТЕЛЬ	Экстракты				
	Трансформаторные	АУ	II фракция	III фракция	Остаточные
Температура начала кипения, °С	272-280	296-313	315-320	320-334	-
Фракционный состав при температуре 350°C, %	42-48	10-23	7-9	2,5-6,0	-
Температура застывания, °С	-2-+14	+12-+16	+6-+20	+20-+36	+38-+42
Температура вспышки, °С	154-160	170-180	190-204	206-218	242
Вязкость кинематическая, Ст при 50°C	9,0-10,7	16,44-18,0	193-228	-	-
при 100°C	-	-	-	9,0-12,28	25,39-32,2
Показатель преломлен	1,5050-1,5150	-	-	1,5246-1,5422	1,52-1,5252
Коксуемость, %	0,02	0,05	-	0,4	0,980
Плотность, d_{4}^{20} , г/см ³	0,915-0,920	-	0,9605	0,9615	0,980

Как следует из анализа доступной патентной и литературной информации, исследование высококипящих веществ затруднительно в связи с увеличением количества изомеров, гибридных и смешанных структур соединений. Наиболее подходящим для этих случаев является адсорбционный анализ.

Для использования адсорбентов для очистки, разделения и анализа нам необходимо определить их селективность. Для этого необходимо знать их структурную емкость. Адсорбцию определяют в статических или динамических условиях. Т.к. наш объект исследования является крупнотоннажным заводским отходом, целесообразно эксперименты проводить в динамических условиях.

В нашей работе для очистки циклогексана до 99,99% степени чистоты использовался уголь БАУ – березовый активированный уголь. Динамическую емкость приготовленного силикагеля определяли криоскопическим методом из 2%-ного раствора бензола в циклогексане. Так как изменение температуры кристаллизации раствора пропорционально его концентрации, то, пользуясь экспериментально найденными значениями температуры кристаллизации, можем построить «выходные кривые», откладывая по оси абсцисс количество жидкости, прошедшей через слой адсорбента, а по оси ординат – температуру кристаллизации раствора. Выходные кривые динамической емкости сорбента приведены на рисунке.

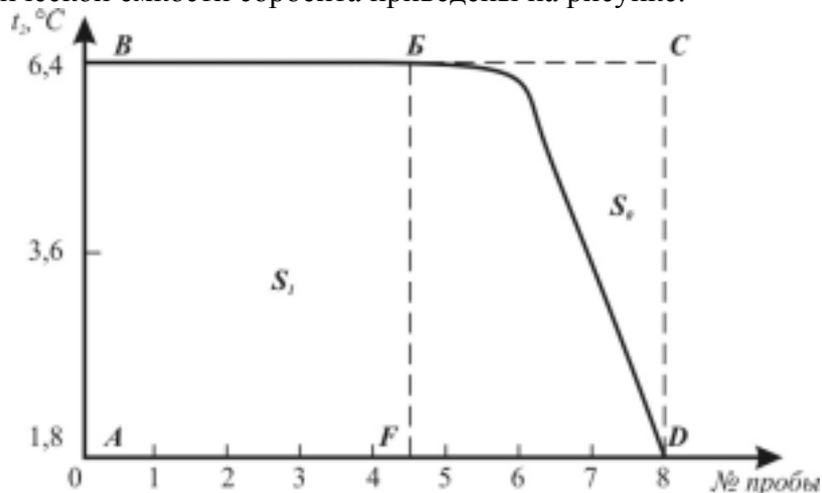


Рисунок. Выходные кривые динамической емкости сорбента

Так, как сорбционную емкость определяют по низшему представителю гомологического ряда, нами определена сорбционная емкость синтетических цеолитов типа: CaX и NaX в динамических условиях из жидкой фазы по ароматическим углеводородам криоскопическим методом, целью дальнейшего их использования в процессах выделения, очистки, разделения ароматических углеводородов из сложных смесей органических веществ технических и природных объектов, в частности из фенольных экстрактов очистки нефтяных масел.

По результатам исследований сделаны следующие выводы:

- емкость цеолита CaX по бензолу – ниже, чем у NaX (12,39 против 15,41), что связано с относительно большим предельным объемом адсорбционного пространства последнего – (NaX- 0,238, CaX- 235 см³/г).
- нафталин адсорбируется цеолитом CaX (размер входных окон 0,8нм) т.к. критический диаметр его составляет 0,56 нм, хотя собой он представляет две концентрированные молекулы бензола: такая же картина наблюдается и с тетралином, несмотря на его гибридный характер строения.
- емкость цеолита NaX по нафталину – несколько меньше, чем по бензолу: молекулярная площадка (v_0) бензола меньше, чем нафталина (0,44 и 0,60 нм), следовательно, в объем адсорбционного пространства цеолита NaX упаковывается молекул бензола больше, чем нафталина.

Следовательно, возможно использование цеолитов типа X для выделения и разделения сложных смесей ароматических углеводородов.

Литература

1. Сулимов А.Д. Ароматические углеводороды из нефтяного сырья. -М.: Химия, 1975. -304 с.
2. Гуреев А.А., Фукс Н.Г., Лашхи В.Л. Химмотология. -М.: Химия,1986. -368 с.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВА МАЗУТА

Смирнов Д.В., Станкевич О.И. (МГТУ, кафедра экологии и защиты окружающей среды)

Важность проблемы ликвидации разливов нефти в зимних условиях очевидна в связи с нарастающими темпами отгрузки нефтепродуктов через Кольский залив. В то же время стандартные технологии ликвидации разливов нефти не всегда подходят для условий с низкими температурами воздуха.

В докладе будет рассказано об аварийном разливе мазута в Кольском заливе на рейдовом перегрузочном комплексе № 4 на рейсе ФГУП "35 судоремонтный завод МО РФ." Данный разлив произошел 19 декабря 2007 г. при демонтаже армированных шлангов, по которым нефтепродукты доставляются с берегового комплекса на танкер-накопитель "Треjder". Эта операция проводилась в связи с изменением места расположения танкера-накопителя.

Будет описана предлагаемая методика расчета эффективности сбора нефтепродуктов для двух способов:

- механический сбор мазута олеофильным скиммером ("Foxtail VAB 2-6"), данный метод был применен в начале сбора, пока вязкость мазута была приемлемой;
- ручной сбор мазута лопатами, данный метод был применен в конце сбора, когда механический сбор стал невозможен из-за увеличения вязкости мазута.

В докладе будет рассказано о методиках прямого и косвенного измерения количественных показателей ликвидации разлива мазута, необходимых для расчета эффективности сбора мазута.

Будут представлены графики зависимости подачи нефтеводяной смеси от времени, вязкости мазута от температуры и времени.

Целью доклада является сравнение показателей эффективности двух вышеуказанных методов.

ИССЛЕДОВАНИЕ АГРОНОМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ОБЪЕКТОВ МАЛОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Степанова Н.Л. (г. Мурманск, ГОУП "Мурманскводоканал", отдел корпоративного развития предприятия, e-mail: NatStepanova@mail.ru)

Федорова О.А. (МГТУ, кафедра экологии и ЗОС, e-mail: Olga_Fedorova@mail.ru)

Abstract. The article presents the results of the experiment on studying the germination and growth dynamics of some plants on the soil added by sediments of the municipal wastewater.

Утилизация осадков, образующихся в результате механической и полной биологической очистки сточных вод, в настоящее время решается несколькими способами. Например, самым экологичным способом утилизации осадков крупных станций аэрации г. С.-Петербурга, признано их сжигание и последующее использование золы в качестве сырья для изготовления строительных материалов. Это, прежде всего, связано с большими объемами образующихся осадков и высоким содержанием в них тяжелых металлов, что гарантирует повышенную степень токсичности таких осадков (2).

Обработанные осадки объектов малой канализации, особенно в населенных пунктах, в которых нет производств - источников сбросов и выбросов тяжелых металлов и иных токсичных промышленных поллютантов - являются ценным органическим удобрением. Известной особенностью почв севера Мурманской области является активная миграция почвослагающих элементов. В таких условиях отказ от использования осадков в качестве источника органических веществ является нерациональным. Поэтому наиболее целесообразно их использовать в сельском и садово-парковом хозяйствах или для приготовления растительного грунта. Между тем, практика использования осадков сточных вод малых населенных пунктов ограничена из-за предвзятого отношения к самим осадкам очистных сооружений.

Целью настоящей работы было исследование влияния осадка разного возраста с очистных сооружений малой канализации (далее – ОСК) на рост и развитие различных растений, возможных для выращивания в условиях короткого северного лета.

Для проведения эксперимента были отобраны следующие образцы проб.

Проба 1: свежий осадок, сброженный в сапрофильных условиях септической части двухъярусных отстойников - осадок иловых площадок ОСК микрорайона Мурмаши – 3 г.п.Мурмаши; возраст наливки на карты до двух месяцев. На момент отбора осадок имел цвет мокрого асфальта и слабый запах сероводорода.

Проба 2: аэробно-стабилизированный, а затем механически обезвоженный на центрифуге осадок, ОСК г.п. Мурмаши; возраст выдерживания – не менее четырех месяцев. На момент отбора пробы осадок имел буро-коричневый цвет и слабый аммиачный запах.

Проба 3: аэробно-стабилизированный, обезвоженный в естественных условиях зрелый осадок иловых площадок, ОСК г.п. Мурмаши; возраст выдерживания – 32 мес. Осадок черного цвета, хлопьевидной структуры, обладал запахом сырой земли.

Перед началом эксперимента было проведено исследование на острую токсичность осадков различного возраста в единственной аккредитованной для этих целей лаборатории ЦЛАТИ¹.

¹ Директор ЦЛАТИ по Мурманской области – канд.с.-х.наук Рябцева М.Е.

Для проведения опыта были приготовлены водные вытяжки, в них определялся водородный показатель. Водная вытяжка из осадков сточных вод для проведения токсикологического анализа на гидробионтах должна иметь рН от 7,0 до 8,5, поэтому по результатам определения рН проба 1 нейтрализовалась подщелачиванием 10% раствором NaOH, затем аэрировалась 12 минут для стабилизации рН. Определение степени токсичности проводилось методом биологического тестирования с применением тестируемого организма *Paramecium caudatum* - инфузория-туфелька.

Одновременно, в лаборатории кафедры экологии и ЗОС МГТУ определялась влажность и зольность осадков. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования проб осадков сточных вод

	рН	Индекс токсичности/степень токсичности/класс опасности	Влажность осадка, %	Зольность осадка
Проба № 1	6,71	0,86/высокая/IIIкласс	55	30,4
Проба № 2	7,07	0,51/умеренная/IVкласс	40	30,1
Проба № 3	7,54	0,07/допустимая/Vкласс	66	42,8

В обеих лабораториях было отмечено усиление неприятного запаха при нагревании осадков проб № 1 и 2, и отсутствие запаха – в пробе 3. Учитывая высокую степень токсичности пробы № 1 и явно нездоровый внешний вид осадка, эксперимент по посадке растений в грунт с добавлением этого вида осадка не проводился.

Для дальнейшего эксперимента был приобретен грунт без добавок. Доза вносимого осадка определялась в соответствии с рекомендациями (1).

Опыт производился в весенне-летний период, емкости были размещены в теплом, хорошо освещенном помещении с хорошим воздухообменом. Растения своевременно поливались дистиллированной водой комнатной температуры. Полив растений и соответствующие замеры производились одновременно, через равные промежутки времени. Длительность эксперимента составила 87 дней, в течение которых контролировались всхожесть семян и скоростью роста следующих растений:

- однолетние, самоопыляющиеся травянистые растения семейства бобовых - горох (*Pisum*);
- быстрорастущие однолетники семейства астровые – бархатцы (шапочки, *Tagetes*);
- многолетние весенние луковичные растения семейства лилейных - тюльпаны (*Tulipa*);
- представители зеленых овощных культур – редис (*Raphanus sativus* var. *radicula*) двух сортов: «Вера» и «Белые ночи»;
- газонная трава.

В таблице 2 представлен процент всхожести растений на разных видах грунта.

Таблица 2 – Всхожесть растений

Культура	Грунт с добавкой осадка с иловых площадок (емкости № 1)	Грунт с добавкой осадка механически обезвоженного (емкости № 2)	Контрольный образец – без добавления удобрений (емкости № 3)
<i>Pisum</i>	30%	0%	10%
<i>Tagete</i>	75%	30%	60%
<i>Tulipa</i>	100%	80%	80%
Редис, сорт «Белые ночи»	80%	50%	50%
Редис, сорт «Вера»	50%	40%	50%

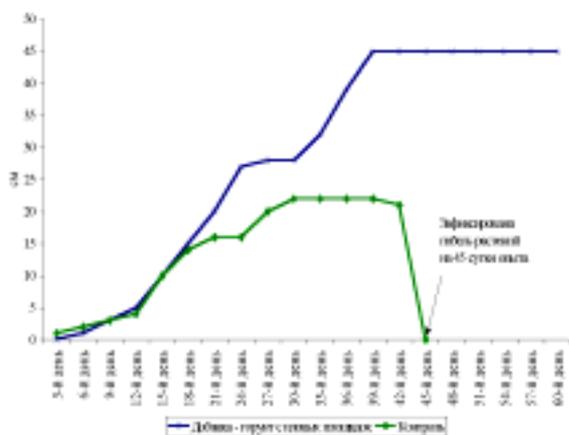


Рисунок 1 – Динамика роста Pisum

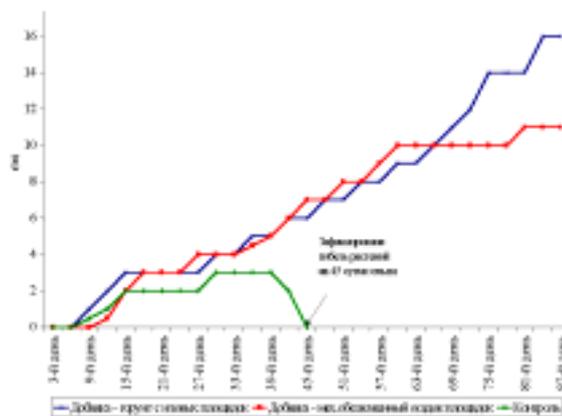


Рисунок 2 – Динамика роста Tagetes

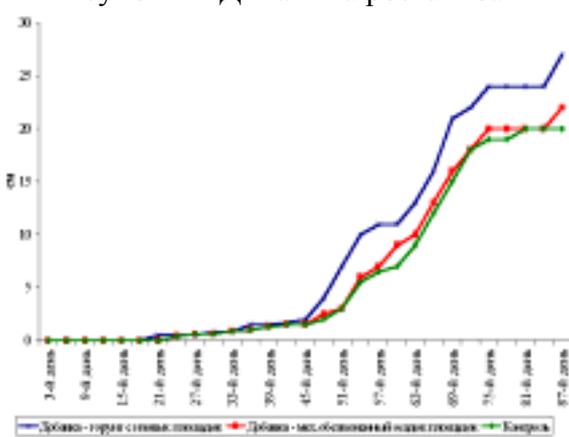


Рисунок 3 – Динамика роста Tulipa

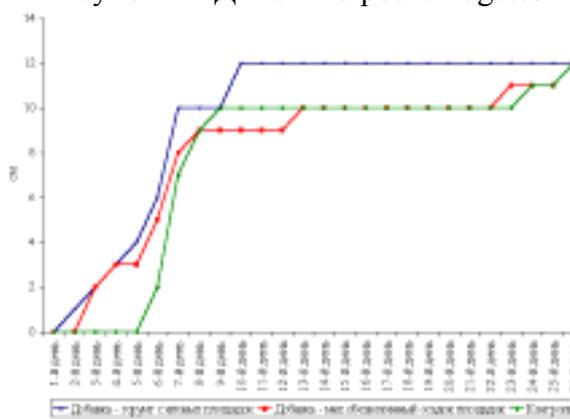


Рисунок 4 – Динамика роста Raphanus sativus, сорт «Белые ночи»

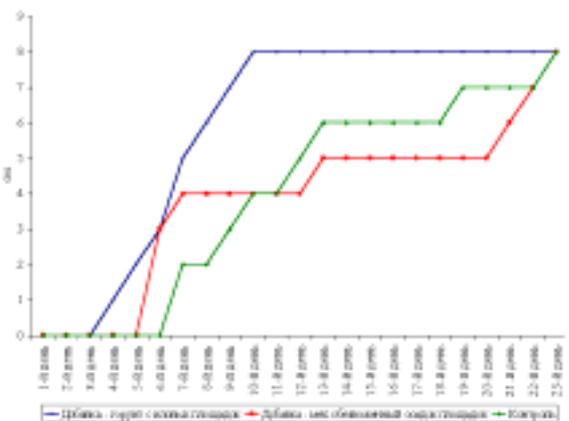


Рисунок 5 – Динамика роста Raphanus sativus, сорт «Вера»

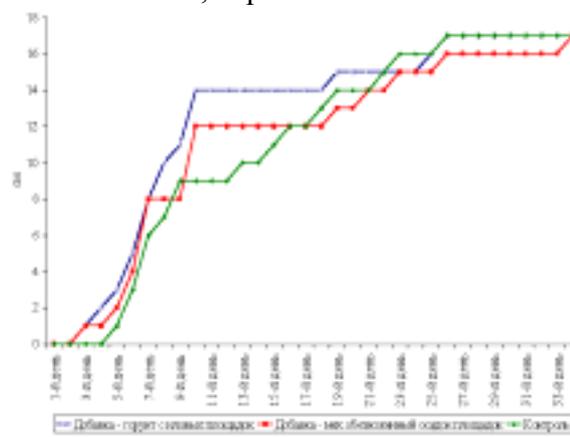


Рисунок 6 – Динамика роста газонной травы

После того, как прекратилось прорастание семян, количество растений в каждой емкости было приведено к единому значению. Результаты динамики роста до момента достижения культурами максимальной высоты или гибели представлены на рис. 1-6.

Горох (рисунок 1) оказался наиболее требовательным к составу почв: в емкости № 2 (грунт с добавкой механически обезвоженного осадка) он не дал проростков, причем ростки и семена заплесневели и погибли еще до прорастания, а в емкости № 3 (контрольный грунт без добавок) взошло меньшее количество ростков, чем в емкости №1 (грунт с добавлением осадка с иловых площадок), на третьей неделе стало заметно отставание в росте, а на 45 сутки все растения погибли. В емкости №1 все растения

достигли максимального роста на 38 сутки, а затем успешно зацвели. До завершения опыта ни одно растение *Pisum* не погибло.

Бархатцы (рисунок 2) на грунте с добавкой осадка с иловых площадок и на контрольном, без добавок, проросли на 3 дня раньше, чем на почве с добавкой механически обезвоженного осадка. Всхожесть в емкости № 1 была на 25% выше, а в емкости № 2 вдвое ниже по сравнению с контрольным грунтом (таблица 1). В емкости № 3 бархатцы погибли на 45 сутки опыта, а в емкости № 2 на 64 сутки стали заметно отставать в росте, в сравнении с растениями из емкости № 1 (рисунок 2).

Тюльпаны выжили во всех трех образцах, но в емкости № 1 (грунт с добавкой осадка с иловых площадок) на 45 сутки опыта заметно активизировался рост растений (рисунок 3).

Всхожесть семян редиса примерно одинакова, за исключением сорта «Белые ночи» на грунте с добавкой осадка с иловых площадок, которая составила 80%. Все ростки редиса обоих сортов выжили, но в емкости № 1 они быстрее достигли максимальной высоты (рисунки 4,5).

Рост, развитие и процент выживаемости газонной травы во всех емкостях можно считать условно одинаковым (рисунок 6).

Таким образом, внесение осадков сточных вод объектов малой канализации в исследуемый грунт увеличило выживаемость растений *Pisum* и *Tagetes*. Кроме того, наиболее прихотливые растения дали хорошую степень прорастания и лучшую динамику роста на грунте с добавлением осадка с иловых площадок трехлетней выдержки; среднюю степень прорастания и хорошую динамику роста на грунте с добавлением относительно свежего механически обезвоженного осадка по сравнению с аналогичными показателями на контрольном грунте без добавок.

Литература

1. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: справочник проектировщика / под ред. В.Н. Самохина. - М. : Стройиздат, 1981. – 639 с.
2. Отведение и очистка сточных вод Санкт-Петербурга / под ред. Ф.В. Кармазинова. - СПб. : Стройиздат СПб, 1999. – 424 с.
3. СанПиН 2.1.7.573-96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. – М. : Инф.-изд. центр Минздрава России, 1997. – 54 с.

ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЙ ПОДХОД В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ

Торосян В.Ф., Осинская Е.С. (г. Юрга, ГОУ ВПО Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета, кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания, e-mail: bgd_uti_tpu@mail.ru)

Abstract. Ecological culture-It not only special knowledge and skills, but also accountable attitude(relation) to the nature appearing in personal of activity, directional on improvement of a state of the environment.

В условиях нестабильной экологической обстановки экологическое образование является фактором, обеспечивающим существование человечества в будущем.

Данное обстоятельство возлагает на технические вузы задачи по формированию современного инженера, способного в комплексе принимать технические, социальные, экологические и управленческие решения, обладающего экологическим мышлением и высокой экологической культурой.

Сегодня на промышленных предприятиях практически нет специалистов с базовым образованием «инженерная защита окружающей среды». Поэтому вопрос подготовки таких специалистов имеет особую остроту и актуальность. Очевидно, что целью подготовки специалистов инженерной защиты окружающей среды должно стать формирование экологической культуры, которая является качественным показателем практического отношения человека к природе. Она включает в себя совокупность знаний и умений, взглядов и убеждений, мотивов и действий, связанных с необходимостью разумного, рационального природопользования, с поиском путей сбережения и улучшения окружающей природной среды.

Одним из перспективных решений в этом направлении, на ваш взгляд, является подготовка таких специалистов в интегрированной системе образования, неотъемлемой частью учебного процесса которой, является инженерно-производственная подготовка.

Прогрессивная педагогическая мысль всегда высоко оценивала роль и место природы в образовании и воспитании подрастающего поколения, подтверждая истинность того положения, что вся духовная жизнь человека нераздельно связана с природой. Острота современных проблем взаимодействия общества и природы поставила ряд новых задач перед профессиональным образованием и педагогикой, которые призваны подготовить специалистов, способных преодолеть последствия негативных воздействий человека на природу и оптимизировать это воздействие в дальнейшем.

Воспитательно-образовательный процесс профессиональной подготовки специалистов направлен на:

- системное развитие единиц и внутренних механизмов познавательной деятельности студентов, обеспечивающих взаимосвязь учебной и производственной деятельности;
- овладение студентами способами познавательной деятельности, обучение самоуправлению учебной и производственной деятельности;
- выполнение различных видов самостоятельных работ, усложняющихся по содержанию, процессу выполнения и мере самостоятельности обучения.

Формирование экологической культуры студентов, обучающихся по специальности «инженерная защита окружающей среды» в Юргинском

технологическом институте, реализуется как при изучении теоретических начал ИПП (инженерно-производственная подготовка), так и по специальным дисциплинам «Промышленная экология», «Безопасность жизнедеятельности», «Теоретические основы защиты окружающей среды», «Управление охраной окружающей среды», «Экологическая экспертиза, ОВОС и сертификация», «Экономика природопользования и природоохранной деятельности», «Экологическое проектирование» и др.

Экологическая культура – это не только специальные знания и умения, но и ответственное отношение к природе, проявляющееся в личной деятельностной активности, направленной на улучшение состояния окружающей среды. (1)

Привлечение обучающихся к решению экологических проектов, имеющих общественную значимость, способствует формированию практических умений и навыков. Такие проекты должны носить региональный или локальный характер. Результаты выполнения таких проектов являются показателем того, что может каждый человек сделать для сохранения окружающей его среды.

Социологическое исследование, проведенное среди студентов первого курса, показало недостаточно высокую теоретическую подготовку и низкий уровень сформированности экологической культуры. Оно выявило, что вести здоровый образ жизни согласны 25% респондентов, повышать экологическое образование готовы 15% от опрошенных, сохранять среду обитания 37%, а экономить материальные ценности готовы 23% респондентов.

Большинство студентов специальности «Инженерная защита окружающей среды» отмечают, что имеют недостаточные знания о состоянии окружающей среды по месту проживания и считают необходимым расширение курса экологических дисциплин.

Изучение экологической ситуации, сложившейся в промышленном городе, выявление естественных живописных уголков природы, вызывает у студентов желание сделать все для их сохранения. Студенты начинают осознавать, что в городских условиях для воспитания экологической культуры наиболее значимыми являются памятники природы.

Известно, что особо охраняемые природные территории, как общекультурный феномен, выдвигаются на один уровень с театрами, музеями, храмами.

Каждый памятник природы – объект природного и культурного наследия. Сохранение отдельных участков природы в виде памятников природы необходимо для выживания человека на Земле, для преодоления состояния техногенного стресса (2) у жителей промышленного города. Памятники природы обладают культурно-исторической ценностью, например, наскальные изображения, выбитые на гладкой поверхности каменных утесов реки Томь, которые художники каменного века оставили как письмо потомкам.

Деятельностный подход в экологическом образовании и воспитании студентов способствует формированию экологических знаний, умений и навыков, ценностного отношения к объектам природного и культурного наследия, вырабатывает убежденность в правоте своего дела, личную активность в пропаганде экологических знаний, в экологических акциях.

Литература

1. Экологическое образование и воспитание. Метод. рекомендации.-Улан-Удэ.1990 - 29 стр.
2. Дерябо С.Д., Ясвин В.П. Экологическая педагогика и психология. - Ростов-на-Дону.: Феникс,1996 г.

МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Токбергенова А.А., Абдурахманов Н.А. (*Республика Казахстан, г.Шымкент, Шымкентский институт Международного казахско-турецкого университета имен Х.А.Яссави, кафедра истории Казахстана, e-mail: www.tokbergen@mail.ru*)

Abstract. The main problems of modern rational use of the land resources of the Republics of Kazakhstan is the article.

Мониторинг земель представляет собой систематические наблюдения за качественным и количественным состоянием земельного фонда, проводимые в целях своевременного выявления происходящих изменений, их оценки, прогноза дальнейшего развития и выработки рекомендаций по предупреждению и устранению последствий негативных процессов.

Основные нормативно-законодательные документы, регулирующие мониторинг земель: Закон Республики Казахстан от 25 января 2001 г. № 152-III ЗРК "О земле"; постановления Правительства Республики Казахстан от 17 сентября 1997 г. № 1347 "Об утверждении Порядка ведения мониторинга земель в Республике Казахстан" и от 11 июня 2001г. № 800 "О внесении изменений и дополнений в некоторые решения Правительства Республики Казахстан по регулированию земельных отношений".

Содержание мониторинга составляют систематические наблюдения за изменением качественного состояния земель, создание системы мониторинга земель Республики Казахстан.

Рост масштабов негативных воздействий на природную среду, усложнение характера динамики взаимоотношений человека с природой в агросфере обуславливают необходимость применения единого эколого-географического подхода при оценке этих взаимоотношений. Достижение высоких и устойчивых результатов в сельскохозяйственном производстве, обеспечение стабильного развития общества в значительной степени зависят от сложившейся в данное время экологической ситуации, от наличия и степени рациональности использования земельных и других природных ресурсов.

В целом, территория Казахстана в секторе глобально целостной системы биосферы Земли отличается большой засушливостью, основная ее часть – составляют сухие степи, полупустыни и пустыни с остро континентальными подгорно-климатическими условиями. Так среднегодовые осадки для всей территории Казахстана составляют всего 207 мм в год, почти вдвое меньше, чем в России (389 мм).

Казахстан один из самых неблагоприятных в экологическом отношении регионов Евразийского материка. Аридный климат, равнинный характер поверхности предопределяет развитие сильного ветрового режима и связанные с ним дефляционные процессы. В таких условиях здесь формируется почвенный покров с малой мощностью, в основном засоленные с низкой биологической продуктивностью. Подобные ландшафты являются хрупкими, легкоуязвимыми и подвергаются быстрому разрушению при неразумном воздействии на них человеческой цивилизации и не обладают возможностями самовосстановления (1).

Именно на таких ландшафтных фонах ведется многолетнее индустриальное, сельскохозяйственное и военно-промышленное освоение территории Казахстана без учета их порога экологической устойчивости. Республика была кладовой многих полезных ископаемых: из 105 элементов таблицы Менделеева выявлено в недрах 99,

разведаны запасы 70, вовлечено в производство более 60 элементов. При этом на долю Казахстана в бывшем Союзе проходило запасов хромитов – 98,2, баритов – 81,7, фосфоритов – 64,7, вольфрама – 53, свинца – 38,5, молибдена – 29,3, меди – 38,4, бокситов – 22,1, асбеста – 20,1 %.

Земельный фонд Казахстана, силу природных особенностей, включает большие площади земель, осложненных отрицательными признаками. Возрастающие антропогенные нагрузки на землю, порой превышающие предельно допустимого воздействия на нее, приводят к нежелательным, частично необратимым изменениям ее состояния. Это проявляется в снижении содержания гумуса, дисбалансе питательных веществ, интенсивном развитии дефляции и водной эрозии, вторичном засолении, химическом загрязнении и других процессах деградации земель.

В условиях возрастающего антропогенного воздействия качественное состояние земель в значительной степени определяется характером их загрязнения различными токсичными веществами: радионуклидами, тяжелыми металлами, нефтью, химическими средствами защиты, удобрениями, хозяйственно-бытовыми отходами и т.д. Загрязнение земель приводит к снижению продуктивности сельскохозяйственных угодий, качества получаемой продукции, а также вызывает изменения экологического состояния почв, ухудшение условий проживания населения,

Основными источниками загрязнения земель в республике являются отходы предприятия промышленности, энергетика, военно-промышленного комплекса (в т.ч. космодрома Байконур), автотранспорт.

Наиболее опасным видом загрязнения является радиоактивное загрязнение. Хотя в целом по республике радиационный фон превышает нормативных фоновых величин, существует множество радиоактивно загрязненных территорий.

Крупнейшая из них-Семипалатинский испытательный ядерный полигон, расположен на пересечении трех областей Казахстана- Павлодарской, Карагандинской, Восточно-Казахстанской и занимает площадь 18 тыс. кв. км. За время функционирования полигона (1949-1989) на его территории было проведено в общей сложности 467 ядерных взрывов, в том числе: 124 атмосферных; 343 испытательных ядерных взрыва под землей.

Урановые месторождения Казахстана, оцениваемые как $\frac{1}{4}$ часть мировых запасов, определяет повышенные концентрации естественных радиоактивных элементов в природных водах, в газовых почвенных эманациях на значительных территориях. Выявлено более 700 природных источников с повышенным содержанием радионуклида, требующих контроля и ограничения хозяйственного использования. Более половины территории республики необходимо обследовать на радоноопасность.

Практически во всех крупных городах остро стоит вопрос хранения и переработки все возрастающих объемов бытовых отходов. Значительная роль в загрязнении земель городов принадлежит автотранспорту, количество которого за последние годы значительно увеличилось.

Неблагоприятные экологические условия сложились и на сельскохозяйственных угодьях республики. Как было сказано выше, почвенно-климатические условия Казахстана отличаются большой засушливостью. Поэтому площади бесполовного земледелия на такой территории должны быть небольшими. Дальнейшее обострение противостояния между экономикой и экологией чревато тяжелыми, порой необратимыми последствиями. Поэтому эколого-экономический подход к организации и развитию производства должен способствовать не только производству материальных благ и услуг, но и стимулировать охрану окружающей среды, постоянно восстанавливая при этом нарушенное экологическое равновесие в агроэкосистемах. Как правило, земля определяется как физический объект, имеющий свою топографию и

территориально-пространственные характеристики; более широкий комплексный подход включает в понятие земли и природные ресурсы: почву, полезные ископаемые, воду и биоту земли. Эти компоненты образуют экосистемы, выполняющие ряд функций, необходимых для сохранения целостности систем поддержания жизни и продуктивных возможностей окружающей среды. Земельные ресурсы используются таким образом, чтобы извлекалась польза из всех этих характеристик. Земля имеет ограниченные возможности, в то время как ее природные ресурсы могут меняться со временем, а также в зависимости от условий управления ими и их использования. Рост человеческих потребностей и расширение экономической деятельности оказывают все большее давление на земельные ресурсы, порождая конкуренцию и конфликты, и ведут к нерациональному использованию земель и земельных ресурсов. Для того чтобы в будущем человеческие потребности удовлетворялись на устойчивой основе, в настоящее время необходимо урегулировать эти конфликты и стремиться к более эффективному и производительному использованию земли и ее природных ресурсов. Комплексное территориально-пространственное планирование и управление, а также планирование землепользования и управление им являются важнейшим практическим путем достижения этих целей. Комплексный подход к изучению всех видов землепользования позволяет свести к минимуму конфликты, выработать наиболее эффективные варианты и увязать социально-экономическое развитие с охраной и улучшением состояния окружающей среды, тем самым способствуя достижению целей устойчивого развития.

Земельные ресурсы используются для достижения широкого круга целей, которые взаимодействуют и могут конкурировать друг с другом; в этой связи желательно планировать и регулировать все виды их использования на комплексной основе. Комплексный подход следует применять на двух уровнях, при этом, с одной стороны, следует учитывать все экологические и социально-экономические факторы (в том числе, например воздействие различных экономических и социальных секторов на окружающую среду и природные ресурсы), а с другой стороны, все компоненты окружающей среды и ресурсов (как, например, воздух, вода, биота, земля, геологические и природные ресурсы). Комплексное рассмотрение облегчает выбор соответствующих средств и альтернативных вариантов, что на устойчивой основе обеспечивает максимально возможную продуктивность и использование (2).

Имеющиеся данные не дают целостного и достоверного представления о характере и уровне загрязнения земель Казахстана и относятся главным образом к характеристике источников загрязнения.

В связи с этим необходимо выполнять в достаточных объемах базовые и периодические наблюдения, вести анализ, оценку состояния и использования земель с учетом воздействия на них природных и антропогенных факторов, систематически осуществлять подготовку прогнозов и рекомендаций по предупреждению и устранению последствий негативных явлений и процессов на территории республики.

Для получения полной, достоверной и оперативной информации о качественной состоянии земель Казахстана предполагается совершенствование ведения мониторинга, изучение и картографирование земель на основе новейших методов и технологий-ландшафтного подхода и дистанционного зондирования.

Для обеспечения рационального использования земельных ресурсов в Республике ведется земельный кадастр. Обеспечение государственного земельного кадастра необходимой информацией требует также разработки на ландшафтной основе новой агроэкологической классификации земель.

Литература

1. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2006 год -С-108-112.
2. Султангазин У.М., Дюсенбеков З.Д., Спивак Л.Ф. Космический мониторинг и рациональное использование земель в Казахстане / Земельные ресурсы Казахстана- № 6(27), 2004-С.10-12.

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ВОДООХРАННЫХ ЗОН И РЕЧНЫХ ПОЛОС РЕКИ ИРТЫШ

Хамзина Ш.Ш., Вавилова И.Б. (Республика Казахстан, г. Павлодар, Инновационный Евразийский Университет, кафедра агробизнеса и экологии, e-mail: ivavilova@mail.ru)

Река Иртыш - главная водная артерия бассейна р. Оби с общей длиной 4451 км, в том числе на территории Казахстана 1718 км, с основными водохозяйственными участками реки, расположенными сверху вниз по течению:

- река Черный Иртыш протяженностью 110 км, это равнинная часть реки с болотистой, поросшей камышом дельтой при впадении в озеро Зайсан;
- Бухтарминское водохранилище, включая озеро Зайсан, с общей площадью 5000 км² и протяженностью 425 км;
- Усть-Каменогорское водохранилище с площадью 38 км² и протяженностью 77 км;
- река Иртыш от УКГЭС до зоны подпора Шульбинского водохранилища (п. Убинск) протяженностью 134 км;
- Шульбинское водохранилище с площадью 255 км² протяженностью 50 км;
- р. Иртыш от НБ. Шульбинской ГЭС до п. Клин протяженностью 922 км;
- канал им. К. Сатпаева с водохранилищами.

В реку Иртыш впадает 77 крупных притоков, на которых были построены пруды и водохранилища, в основном, в Восточно-Казахстанской области. Кроме того, к водным объектам бассейна реки Иртыш относятся озера и ледники, расположенные в Восточно-Казахстанской области, протоки и озера в пойме и бассейне р.Иртыш в Павлодарской области.

Одним из основных мероприятий по охране поверхностных водных объектов в бассейне р. Иртыш от загрязнения, засорения и истощения и по улучшению их санитарно-технического и эпидемиологического состояния является создание по берегам рек и водоемов, специальных водоохраных зон и полос с особым режимом хозяйственной деятельности на их территории.

Иртыш и его притоки интенсивно используются для хозяйственного и питьевого водообеспечения, а также сброса в них различных промышленных и коммунальных стоков. Восточно-Казахстанская и Павлодарская области – это центры цветной металлургии, горнодобывающей промышленности, тепло- и гидроэнергетики, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду региона. Здесь сконцентрированы предприятия крупных горно-металлургических комплексов: ОАО «Казцинк», АО «Алюминий Казахстана», ОАО «Ульбинский металлургический завод», филиал «ВостокКазмедь» корпорации «Казахмыс», ТОО «АЭС УКТЭЦ», РГП УК «Водоканал», АО «Алюминий Казахстана» (ПАЗ и ТЭЦ-1), ТОО «ПТЭЦ-2», ТОО «ПТЭЦ-3», ЗАО «Павлодарский нефтехимический завод», ОАО «Павлодарский химзавод», ОАО «Казахстантрактор», «Аксууский завод ферросплавов» ТНК «Казхром», ТЭС ОАО «Единая энергетическая корпорация» и другие.

Промышленные предприятия являются основными поставщиками загрязняющих веществ в бассейн реки Иртыш. Загрязнителями являются также предприятия коммунального и, частично, сельского хозяйства. Основные источники загрязнения поверхностных и подземных вод связаны с деятельностью горнодобывающих и горно-обогачительных предприятий, в первую очередь это брошенные и не выведенные из эксплуатации рудники и шахты, обнаженные поверхности горных выработок, отвалы, хвостохранилища и продуктохранилища

обогащительных фабрик, отвалы продукты и промышленные стоки металлургических, химико-металлургических, химических, теплоэнергетических и машиностроительных предприятий. Загрязнение коммунально-бытовыми стоками связано, по-видимому, с недостаточно эффективной работой очистных сооружений в городах Усть-Каменогорске, Семипалатинске, Павлодаре, а также с аналогичными проблемами в других городах и поселках.

Территория деятельности Семипалатинского ядерного испытательного полигона до сих пор представляет собой среду повышенного экологического риска для бассейна Иртыша, его жителей, флоры и фауны.

Однако, несмотря на напряженную экологическую обстановку, в бассейне Иртыша имеются заповедники, заказники, национальные парки и реликтовые сосновые леса. Загрязнение Иртыша и его притоков является большой проблемой для этой важнейшей территории нашего государства.

В Павлодарской области, по данным Областной комплексной программы по охране окружающей среды на 2005 - 2007 годы, имеется 40 санкционированных накопителей промышленных отходов, из которых 37 не отвечают экологическим требованиям и, следовательно, нуждаются в мероприятиях по обезвреживанию (рекультивации).

Основная масса промотходов области представлена сравнительно безопасными для водных ресурсов вскрышными породами угольных разрезов. На втором месте – малоопасные золошлаковые отвалы теплоэнергетических объектов.

В составе токсичных промышленных отходов в Павлодарской области имеются отвалы шлаков и шламов ферросплавов, шлаков феррохрома, шламов глинозема, хвостов обогащения. Однако эти отходы, согласно имеющимся данным мониторинга поверхностных вод, пока не загрязняют воду Иртыша. В соответствии с Областной комплексной программой по охране окружающей среды на 2005-2007 годы к 2007 году завершится реконструкция и расширение полигона для токсичных отходов I-II классов опасности на территории Акжольского сельского округа, где вышеуказанные отходы будут захоронены.

Большую озабоченность природоохранных органов вызывает очаг ртутного загрязнения, возникший в 1975-93гг. в результате деятельности ОАО «Павлодарский химический завод» ПО «Химпром». Распределение ртутного загрязнения в очаге следующее: в грунтах под корпусом цеха №31 завода и на непосредственно прилегающей к нему территории - 86,07% ртутного загрязнения; в экранированном накопителе ртутных отходов (ртутьсодержащие шламы с труднорастворимым сульфидом ртути) - 12,77%; в пруде-накопителе сточных вод Былкылдак площадью 2100 га – 1,16% от всей массы ртутного загрязнения. В настоящее время завершена демеркуризация корпуса завода и локализован основной очаг загрязнения грунтов. Для локализации ртутного загрязнения грунтов создана защитная стена путем сооружения вокруг корпуса цеха №31 глубокой (20 м) траншеи, шириной 0,6 м, заполненной глинистым раствором.

Миграция ртутного и других загрязнений из оз. Былкылдак через грунтовые воды в русло Иртыша исключена, поскольку поток грунтовых вод в районе озера имеет северо-восточное направление.

Ряд бессточных озер Павлодарской области (Былкылдак, Туз, Атыгай, Сарыпан, Карасор) используются в качестве накопителей промотходов и водоемов-испарителей промышленных сточных вод. Вблизи этих накопителей установлено загрязнение грунтовых вод различными токсичными элементами.

Региональной экологической проблемой в Павлодарской области является загрязнение подземных вод фтором, источником которого являются золоотвалы

тепловых электростанций.

В северной промышленной зоне г. Павлодара площадь загрязнения подземных вод указанным элементом составляет около 33 км². Концентрация фтора в сточных водах составляет от 2,4 до 14,4 мг/л, в подземных водах 1,5-3,0 мг/л (1-2 ПДК). Площадь загрязнения подземных вод фтором в южной промышленной зоне г. Павлодара за 2002 год составляет около 30 км². Содержание фтора в подземных водах от 1,5 до 26,1 мг/л (1-17,4 ПДК). На территории, прилегающей к г. Аксу, вокруг золоотвалов Аксуской ТЭС, площадь загрязнения подземных вод фтором в настоящее время составляет в 1,2 км². Концентрация фтора в воде находится в пределах 1,8-2 ПДК.

Площадь загрязнения подземных вод фтором на территории, прилегающей к Экибастузской ТЭЦ, составляет 6,5 км², содержание фтора в подземных водах до 3,28 мг/л (2,2 ПДК). В районе ТОО "АЭС Экибастуз", вокруг озера Карасор, также отмечено загрязнение подземных вод фтором до 1,2-2,9 ПДК.

Создание водоохраных зон и полос на водных объектах и водохозяйственных сооружениях в бассейне р. Иртыш и режим их хозяйственного использования были регламентированы Постановлениями Правительства, решениями местных органов управления, различными нормативными документами санитарного и экологического характера, которые не вполне отражали условия бассейна Иртыша, поскольку не содержали каких-либо обоснований и критериев для решения практических вопросов проектирования и установления водоохраных зон и полос по рекам и водоемам разного характера, природно-хозяйственной значимости и степени освоенности их водных ресурсов.

Водоохранная зона представляет собой территорию, примыкающую к акваториям рек, озер, водохранилищ и других поверхностных водных объектов, на которой устанавливается специальный режим хозяйственной или иных видов деятельности. В пределах ее выделяется прибрежная защитная полоса с более строгим охранительным режимом, на которой вводятся дополнительные ограничения природопользования. Установление водоохраных зон направлено на обеспечение предотвращения загрязнения, засорения, заиления, и истощения водных объектов, а также сохранения среды обитания объектов животного и растительного мира водоемов.

Соблюдение специального режима на территории водоохраных зон является составной частью комплекса природоохранных мер по улучшению гидрологического, гидрохимического, гидробиологического, санитарного и экологического состояния водных объектов и благоустройству их прибрежных территорий.

Организация водоохранной зоны и прибрежной защитной полосы приведет к улучшению экологических, гидрологических, экономических и санитарно-гигиенических условий вдоль реки.

Экологический и санитарно-гигиенический эффект улучшения обстановки будет достигнут за счет реализации водоохраных и природоохранных мероприятий по ликвидации или минимизации воздействия источников загрязнения вод и улучшения ее качества, запрещения применения удобрений, уменьшения интенсивности химобработок, запрещения купок скота и т.д.

Гидрологический эффект будет достигнут за счет ограничения нарушения закрепленности поверхности грунтов прибрежной защитной полосы в результате организации зон отдыха согласно разработанных специализированными организациями ПСД и устройства твердого покрытия из сборных железобетонных плит на поверхности всех путей доступа отдыхающих к побережью водного объекта, запрещения интенсивного выпаса скота и др.

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ ГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ ДАГЕСТАНА

**Яхияев М.П.А., Салихов Ш.К., Ахмедова З.Н., Рамазанова Н.И.,
Баширов Р.Р.** (г.Махачкала, ПИБР ДНЦ РАН, лаборатория биогеохимии,
e-mail:pibrdnrcran@iwt.ru)

Abstract. Definition of concentration HM in soils and laws of their distribution depending on vertical ash value have a high scientific and practical interests, in connection with scale influence of the person on the nature, leading infringement of natural ecological conditions of growth and development of flora and fauna. We carried out researches by definition of levels of the maintenance of heavy metals (Cr, Ni, Pb, Rb, Sr, Zr) in soils foothill and mountain Dagestan.

Территория предгорной и горной зон Дагестана составляет 2,88 млн. га или 54,1 % от общей площади республики и приурочена к абсолютным отметкам 150 (200) - выше 1000 м над уровнем океана (1). Регион играет немаловажную роль в социально-экономическом развитии Дагестана, т.к. здесь сосредоточены летние пастбища для отгонного животноводства, немало площади занято под сенокосы. Территория эта считается зоной рискованного земледелия. Возделывают здесь зерновые культуры (пшеница, овес, рожь), урожайность которых не высокая; овощные культуры - (картофель, морковь, свекла, капуста), урожайность которых достаточно высокая. Отличаются они хорошим качеством и лёжкостью. Хорошо развито садоводство (айва, груша, виноград и др).

Специфика почвообразования зоны определяется сложным геологическим строением, разнообразием рельефа и климата. Почвообразующие породы - песчано-глинистые отложения третичного периода. Ближе к горам залегают юрские и меловые отложения (сланцы и известняки).

Растительность исследуемых зон подчинена вертикальной зональности и представлена полынно-типчаковыми, разнотравно-злаковыми, лугово-степными группировками, широколиственными смешанными лесами и кустарниками. В зависимости от типа растительности и высоты горного пояса вертикальное распределение надземной фитомассы резко изменяется. Основная масса ее (60-80 %) накапливается в первом подъярусе. Вертикальное распределение надземной фитомассы высокотравных экосистем резко отличается от других типов растительности (2,3).

В условиях вертикальной поясности в исследуемом регионе встречаются: каштановые и темно-каштановые почвы сухих степей; коричневые и бурые-лесные остепненные почвы лесостепи; бурые лесные типичные и бурые лесные олуговелые почвы лесной зоны; горно-каштановые, горно-луговые, горно-луговые черноземовидные, горно-луговые степные, горно-луговые лесные, горно-луговые типичные, горно-луговые дерновые почвы. Незначительную площадь занимают горно-долинные почвы (луговые и лугово-степные). Здесь почвы формируются в экстремальных биоклиматических условиях, характеризующихся холодным климатом, высокой солнечной радиацией, коротким периодом биологической активности. Это определяет характер гумусообразования и особенности гумусного состояния горных почв. Описанные почвы характеризуются преимущественно тяжелым механическим составом.

Здесь одни и те же типы почв могут формироваться на разных почвообразующих породах (4). Такое разнообразие климатических условий, видимо,

должно обуславливать и различие химического состава почв данного региона, в частности это относится и к содержанию тяжелых металлов.

Литературные данные (5,6) показывают, что из природных факторов, обуславливающих уровень валового содержания тяжелых металлов (ТМ) в почве (0-20 см), на первое место следует поставить фактор почвообразующей породы, от которого почва наследует свой минералогический состав, а следовательно, и естественное содержание ряда ТМ. Не менее важным природным фактором, определяющим содержание ТМ в почве, является тип почвообразования, приводящий к перераспределению металлов по профилю почв, их биогенной аккумуляции в гумусовых горизонтах.

Количественный состав ТМ в почвах определяет их содержание в почвообразующей породе, а так же возможным поступлением в результате антропогенной деятельности. При оценке концентрации в почвах ТМ определяют их валовое содержание в пахотном слое почвы (0-20 см).

Состав соединений ТМ, переходящих в водную вытяжку из почвы сложный и представлен тремя группами. Сюда входят ионы, перешедшие в раствор в результате растворения легкорастворимых соединений ТМ, если они присутствуют в почве, труднорастворимые соединения, а так же растворимые в воде комплексные соединения ТМ с различными органическими и неорганическими лигандами (7). Все эти соединения являются непосредственным источником поступления ТМ в растения и формируют уровень их содержания в почвенных и грунтовых водах.

Объектами нашего исследования являются образцы почв, отобранные с естественных угодий в слое 0-20 см горно-луговых черноземовидных, горно-луговых дерновых, бурых лесных, горно-каштановых и коричневых почв предгорной и горной зон территории Казбековского и Гумбетовского административных районов Республики Дагестан.

Выявление содержания изучаемых элементов в почвенных образцах проводили с использованием аналитической базы лаборатории биогеохимии, Прикаспийского института биологических ресурсов ДНЦ РАН.

Концентрацию элементов в почвенных вытяжках определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре "Hitachi 170-70" с корректором фона основанном на эффекте Зеемана.

Исследованы были территория южного склона горного хребта "Салатау", которая простирается до Харибского перевала (Ахсу, Иманалиросо, Аргвани), южный склон - "Ахсу-Гертма", южный склон горного массива "Гертма-Инчха", а так же её северный склон - "Гуни-Шавдан". С этой целью по маршруту были отобраны образцы почв для камеральной обработки.

В образцах анализировали валовое содержание ТМ, а также содержание гумуса. Почвы предгорной и горной зон республики гумусом обеспечены достаточно хорошо. Особенно богаты гумусом верхний пахотный или дерновый слой почвы. Содержание гумуса в горно-луговых черноземовидных почвах здесь составляет 10,7-13,1%, (обр. №174-177), горно-луговых дерновых - 7,9-9,9% (обр. №163-173), бурых лесных - 5,6-6,1% (обр. №181-185), горно-каштановых - 6,7-9,0 (обр. №152-162), коричневых - 5,2-7,8 (обр. №178-179,186) (табл. 1). Массового выноса гумуса с урожаем здесь нет, так как почвы используются в основном под пашни в виде небольших участков "кочки", или под пастбища в летний период.

Таблица 1. Концентрация тяжелых металлов в почвах (глубина 0-20).

№ образца	Гумус, %	Cr	Ni	Pb	Rb	Sr	Zr	Высота н.у.о.,м.
хребет Салатау								
152	6,7	188	43	17	126	123	159	2100
153	8,9	119	105	35	133	129	168	2050
154	9,0	96	164	37	124	151	197	1950
155	8,7	47	150	13	118	140	208	1870
156	8,0	119	104	36	121	122	175	1800
157	8,5	110	77	38	118	132	207	1730
158	8,3	164	149	27	116	140	208	1700
159	8,4	157	145	38	117	141	197	1670
160	8,2	160	124	24	94	195	183	1630
161	8,1	122	126	45	118	149	179	1600
162	7,9	34	92	27	110	139	156	1560
163	9,2	130	76	43	106	151	258	1550
164	9,1	198	75	29	101	145	271	1540
Ахсу-Гергма								
166	9,2	153	169	26	124	142	202	1500
167	8,1	26	141	14	114	135	196	1470
168	8,0	42	125	15	73	425	152	1440
169	7,9	63	108	-	67	484	165	1400
170	8,9	29	159	25	54	553	209	1390
171	8,3	92	155	-	45	638	200	1350
172	9,0	150	156	27	80	384	176	1320
173	9,9	24	219	17	57	403	178	1300
174	10,9	107	254	35	118	239	211	1300
175	10,2	126	237	37	135	177	200	1290
Гергма-Инчха.								
176	13,1	196	392	54	117	220	191	1235
177	10,7	179	183	44	111	171	235	1000
178	5,5	201	80	22	98	164	274	700
179	5,2	179	165	15	99	175	257	320
Гуни-Шавдан								
181	6,1	133	97	23	112	137	204	1235
183	5,8	107	93	27	108	144	232	1200
184	5,6	108	84	11	98	143	205	1000
185	6,0	202	94	23	105	158	221	900
186	7,8	209	145	27	95	194	229	785
Кларк по Виноградову		200	40	10				
ПДК		90	85	32				

Как видно из полученных данных по содержанию ТМ - варьирование содержания в поверхностном слое почвы для большинства металлов было приблизительно одинаковым и колебалось в довольно широких пределах: горно-каштановые почвы – хрома – 34-188, никеля – 43-164, свинца – 13-45, рубидия – 94-133, стронция – 122-195, циркония – 156-208мг/кг; горно-луговые дерновые почвы – хрома

– 24-198, никеля – 75-219, свинца – 14-43, рублидия – 45-124, стронция – 135-638, циркония – 152-271 мг/кг; горно-луговые черноземовидные – хрома – 107-196, никеля – 183-392, свинца – 17-54, рублидия – 57-135, стронция – 171-403, циркония – 178-235 мг/кг; коричневые – хрома – 179-201, никеля – 80-165, свинца – 15-22, рублидия – 98-99, стронция – 164-175, циркония – 257-274 мг/кг; бурые лесные – хрома – 107-202, никеля – 84-97, свинца – 11-27, рублидия – 98-112, стронция – 137-158, циркония – 204-232 мг/кг.

Полученные результаты показали, что по уровню концентрации валовых форм ТМ почвы исследуемых территорий не имеют масштабного загрязнения. Поэтому токсическое действие этих химических элементов исключено.

Количество ТМ в почвах горной и предгорной зон в условиях вертикальной зональности не подчиняется зональным особенностям почвообразования, а определяется рядом факторов, в частности, свойствами самого элемента, его соединений, составом почвообразующих пород и, наконец, физико-географическими условиями формирования почвенного профиля.

Литература

1. С.У. Керимханов, М.А. Баламирзоев. Почвы предгорной и горной зон Дагестана // Классификация и диагностика почв Дагестана. Махачкала, 1982, 82 с.
2. П. Л. Львов. Леса Дагестана. Махачкала, 1964. 202 С.
3. П. Л. Львов. Флора Дагестана. // Природа Дагестана. Махачкала, 1971. С. 65-78.
4. Магомедалиев З.Г., Хизроева П.Р., 1993, Почвоведение, № 8, С.110-113.
5. Ильин В.Б. К вопросу о разработке предельно допустимых концентраций тяжелых металлов в почвах. //Агрохимия. 1985. №10. С. 94-101.
6. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
7. Теория и практика химического анализа почв. //Под редакцией Л.А. Воробьевой. Москва ГЕОС, 2006. С. 298-309

СОВРЕМЕННЫЙ ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОЗЕРА УМБОЗЕРА

Ящишина С.И.¹, Даувальтер В.А.^{1,2} (¹АФ МГТУ, кафедра геоэкологии; ²Апатиты, Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН. e-mail: vladimir@inep.ksc.ru)

Abstract. Results of hydrochemical researches of Lake Umbozero, the second-largest reservoir of Murmansk Region, are presented. The modern hydrochemical regime of Lake Umbozero sharply differs from natural. First of all, it is connected with pollution of the lake by sewage of mines "East" and "Umbozersky", and also by air pollution of global character. The southern part of the lake, which subject to direct influence of the "East" mine, is especially polluted. Pollution of Lake Umbozero evinces in increase of concentration not only nutrients, but also trace elements, particularly heavy metals.

В центральной части Кольского полуострова расположено озеро Умбозеро – второй по величине водоем Мурманской области: площадь водного зеркала 313 км², длина 47 км. По максимальной глубине (115 м) озеро состоит в ряду наиболее глубоких озер северо-запада России. Общая площадь водосбора оз. Умбозера 2380 км². Озеро расположено на восток от Хибинского массива. Северная, более узкая часть озера (5-6 км) лежит между Хибинским и Ловозерским массивами. На юг озеро простирается значительно дальше южного края этих массивов и сильно расширяется до 16 км в том месте, где оно выходит на южную границу гор.

По своим природным качествам озеро Умбозеро – олиготрофный ультрапресный водоем. В допромышленный период освоения природных ресурсов Кольского Севера гидрохимический состав озера в значительной степени определялся режимом питающих рек. Поверхностный сток в условиях избыточного увлажнения в процессе своего формирования не способен обогатиться растворенными солями, поскольку коренные породы очень мало выщелачиваются, четвертичные отложения сильно перемыты, почвенный покров развит слабо. Поэтому для оз. Умбозеро была характерна очень низкая минерализация воды: ниже 15-20 мг/л (табл. 1.). По соотношению главных ионов вода относилась к гидрокарбонатно-натриевому типу. Эквивалентное и относительное содержание катионов Ca²⁺ и Mg²⁺ близко друг к другу, но в весовом отношении преобладал Ca²⁺. Одну из главных ролей в снабжении озерной воды Na⁺, Mg²⁺ и Ca²⁺ играли процессы химического выветривания силикатов и алюмосиликатов. Основными поставщиками Na⁺ и K⁺ являлись щелочные породы – нефелиновые сиениты (Моисеенко, Яковлев, 1990).

Таблица 1. Гидрохимические показатели, отражающие природное состояние озера Умбозеро (Моисеенко, Яковлев, 1990)

Показатель	мкг/л	Показатель	мг/л
pH	6.4-7.2	Сумма ионов	15-20
O ₂ (% насыщения)	60-100	Окисляемость (мгО/л): перманганатная	2-3
Ca ²⁺	1.4-1.8		
Mg ²⁺	0.4-0.8	Нитраты	0-0.005
Na ⁺ + K ⁺	2.2-3.2	Фосфаты	0-0.002
HCO ₃ ⁻	5-9	Кремний	0.1-0.3
SO ₄ ²⁻	1-2	Никель	<0.005
Cl ⁻	1.0-1.6	Медь	<0.003

Биогенные элементы в воде северных озер содержатся в малых количествах. Концентрация соединений азота и фосфора очень изменчива и зависит от участка водоема, сезона и время опробования. В период вегетации водоросли практически исчезают, поскольку их развитие ограничено низкими концентрациями азота и фосфора. Для озера Умбозеро характерны низкие концентрации биогенных элементов, что позволяет его характеризовать как ультраолиготрофное. Количество NO_3^- в воде озера находилось на уровне от аналитического нуля до 0.005 мг/л, содержание ионов NO_2^- и NH_4^+ чаще были на уровне аналитического нуля, PO_4^{3-} – от 0 до 0.002 мг/л. Величина Si не превышала 0.3 мг/л, Ni – <0.005 мг/л, Cu – <0.003 мг/л (табл. 1).

Газовый режим в озере во все сезоны года благоприятен для фауны. Это связано с впадением в водоем множества незамерзающих горных рек, поставляющих растворенный кислород. Поэтому насыщение воды кислородом в озере высокое (60-100%). Содержание органического вещества очень низкое. Перманганатная окисляемость, которая характеризует органическое вещество автохтонного происхождения, для оз Умбозеро лежит в пределах 2-3 мгО/л.

Однако современный гидрохимический режим оз. Умбозеро в значительной степени отличается от природного. Антропогенная нагрузка на оз. Умбозеро появилась в 30-40-е годы, то есть с начала освоения природных ресурсов региона. В последующие годы и до настоящего времени она усиливалась в геометрической прогрессии. Озеро Умбозеро расположено на восток от промышленного центра Мурманской области. Освоение Коашвинского апатито-нефелинового месторождения с 1978 года повлекло загрязнение юго-западной части водоема взвешенными веществами и нитросоединениями. Сточные воды рудника «Восточный» поступают в р. Вуоннемйок, далее через систему озер Китчявр, Китчепак и р. Умболка вносятся в оз. Умбозеро. Кроме сточных вод рудника «Восточный» в эту же систему поступают хозяйственно-бытовые сточные воды поселка Коашва. Северо-восточная часть озера испытывает воздействие сточных вод рудника «Умбозерских» Ловозерского ГОКа. Состав сточных вод – фторидно-гидрокарбонатно-натриевый. Основные коллекторы сточных вод – ручьи Азимут и Лопаритовый, вбирающие в себя шахтные воды, откачиваемые на поверхность, и стоки промышленной площадки. По этим ручьям загрязняющие вещества – фтор, взвеси, минеральные соли – поступают в озеро и распространяются на юг, к стоку из озера – р. Умбе, с юго-запада к потоку присоединяются сточные воды рудника «Восточный» (Моисеенко, Яковлев, 1990).

В апреле и июле 2005 г. сотрудниками ИППЭС КНЦ РАН была проведена гидрохимическая съемка оз. Умбозера, во время которой было отобраны пробы воды с 9 станций (Рис. 1). В пробах помимо основных ионов и главных компонентов были определены концентрации микроэлементов.

В результате проведенных исследований было установлено, что только в р. Азимут минерализация соответствует природной (16.2 мг/л). На остальных станциях отбора проб минерализация превышает природную в 1.5 раза (33-36 мг/л).

По соотношению ионов вода оз. Умбозеро в настоящее время соответствует классу гидрокарбонатов. Содержание сульфатов не превышает 4.5 мг/л, что в два раза превышает природное значение. Содержание хлоридов находится на уровне природного (1.02-1.78 мг/л). Преобладающим катионом в оз. Умбозеро является Na^+ . Его содержание по сравнению с природными значениями увеличилось почти в 3 раза.

В исследуемых пробах также были выявлены повышенные концентрации биогенных элементов таких, как азот, фосфор и кремний. В природных водах фосфор присутствует в виде растворенных неорганических и органических соединений, а также в виде взвесей неорганического и органического происхождения.



Рис. 1. Схема оз. Умбозера. Зоны: У-1 – северо-восточная часть Умбозера, куда поступают сточные воды Ловозерского ГОКа (рудник Умбозерский), У-2 – восточная и центральная части Умбозера, У-3 – юго-западная часть Умбозера, куда поступают стоки рудника «Восточный» ОАО «Апатит». 1-9 – станции отбора проб воды.

Наибольшие содержания PO_4^{3+} наблюдаются в апреле, когда преобладают процессы деструкции. В июле концентрации PO_4^{3+} уменьшаются вследствие потребления фитопланктоном. Азот в поверхностных водах содержится в виде ряда неорганических (нитритные, нитратные и аммонийные ионы) и разнообразных органических соединений. Для олиготрофных водоемов содержание общего азота находится обычно в пределах 300-700 мкг/л. Максимальные концентрации отмечены в июльских образцах, особенно в поверхностных и придонных слоях. Наиболее высокое значение общего азота (467 мкгN/л) обнаружено на станции 6. Наибольшее содержание NO_3^- наблюдается в апреле в придонных слоях. Значительное увеличение концентраций NH_4^+ было отмечено в июле в условиях дефицита кислорода. Главным источником соединений кремния в поверхностных водах являются процессы химического выветривания и растворения кремнесодержащих минералов. При нейтральных значениях pH, характерных практически для всех станций, растворенный кремний находится в форме недиссоциированной моно- или димерной кремнекислоты $[\text{H}_4\text{SiO}_4]$. В воде всех исследуемых станций концентрации кремния превышают природные более чем в 3 раза.

Содержание органического вещества в водной среде оценивалось по показателям перманганатной окисляемости, характеризующей легкоокисляемое органическое вещество (табл.). Для исследуемых станций характерна повышенная величина перманганатной окисляемости, по сравнению с фоновыми значениями (2.65-4.27 мг/л).

Антропогенное поступление всех форм биогенных элементов в оз. Умбозеро, которое является непосредственным приемником промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, привело к увеличению как общего содержания этих элементов, так и их минеральных форм (по сравнению с природным содержанием). Повышенное поступление и поддержание высоких концентраций биогенных элементов в воде приводит к ухудшению качества водной среды и снижению рекреационной ценности водоемов. Накопление в больших количествах биогенных элементов становится токсичным и для обитающих здесь организмов.

Загрязнение водоемов микроэлементами, в частности тяжелыми металлами, является одним из самых опасных видов загрязнения из-за их высокой токсичности и способности аккумулироваться в телах гидробионтов, вызывая отдаленные негативные последствия.

В воде в количествах, превышающих предел определения аналитических приборов, обнаруживались такие элементы, как Ni, Cu, Al, Sr, Cd и Pb.

Никель является одним из самых массовых загрязнителей. В повышенных количествах (предельно допустимая концентрация для воды водоемов рыбохозяйственного назначения (ПДК_{рбхз}) равна 10 мкг/л) Ni обладает токсичными свойствами. Превышение ПДК_{рбхз} наблюдается на станции 5 (22 мкг/л на глубине 1 м; 14 мкг/л на глубине 10 м) и на станции 4 (27 мкг/л на глубине 1 м; 24 мкг/л на глубине 5 м; 16.6 мкг/л на глубине 20 м).

Медь находится на втором месте после никеля среди элементов-загрязнителей. Среди исследуемых станций значения ПДК_{рбхз} (1 мкг/л) незначительно превышены практически на всех исследуемых станциях. Однако на станции 4 превышены почти на порядок (9.5 мкг/л на глубине 1 м; 8.2 мкг/л – 5 м).

В пробах воды отмечается два максимума концентраций Cd – поверхностный и придонный, как в предвесенних пробах, так и в летних. Содержание Cd колеблется в пределах от 0.01 до 0.17 мкг/л, что больше среднего значения для озер таежной зоны.

Алюминий, также как и Sr, является компонентом сточных вод горнорудного производства. В составе тонкодисперсных взвесей эти металлы поступают в водные объекты как аэротехногенным путем за счет пыления хвостохранилищ, так и при фильтрации технологических стоков через дамбу хвостохранилища. Алюминий является составной частью нефелина, широко представленного в Хибинских горах. В оз. Умбозеро Al поступает также в составе мелкодисперсных взвесей со стоками апатитовой индустрии. Превышение ПДК_{рбхз} (40 мкг/л) по Al наблюдается на 4, 5, 6 и 8 станциях. Причем на 5 и 8 станциях концентрации Al превышают ПДК_{рбхз} в 3 и 13 раз соответственно. На всех исследуемых станциях содержание Sr находится в пределах 53-66 мкг/л и достаточно равномерно по толще воды.

Распределение Pb вдоль водного столба характеризуется более высокими значениями в поверхностных и придонных слоях. Эти два максимума могут быть связаны с развитием фитопланктона в поверхностных слоях и с осаждением отмерших организмов и механических взвесей в придонных слоях. Содержание Pb в воде колеблется в пределах 0.04-2.39 мкг/л, что не превышает ПДК_{рбхз} (100 мкг/л).

Современный гидрохимический режим оз. Умбозеро резко отличается от природного. Прежде всего, это связано с загрязнением озера сточными водами рудников «Восточный» и «Умбозерский», а также аэротехногенным загрязнением глобального характера. Особенно загрязнена южная, более широкая, часть озера, которая испытывает непосредственное влияние действующего рудника «Восточный» ОАО «Апатит». Загрязнение оз. Умбозера сказывается в повышении концентраций не только биогенных элементов, но и микроэлементов, в частности тяжелых металлов.

Литература

1. Моисеенко Т.И., Яковлев В.А. Антропогенные преобразования водных экосистем Кольского Севера. Л., Наука, 220 с., 1990.

СЕКЦИЯ
«СОВРЕМЕННЫЕ
ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИИ»

Секция «Современные проблемы биологии»

ГАСАНОВА З.У. Об антропогенной комплексности почвенного покрова Терско-Кумской низменности и причинах ее формирования	420
ГОРБУНОВА С.И. Выращивание гвоздики в условиях Мурманска	424
ГОРБУНОВА С.И. Использование растений семейства фиалковых в озеленении Мурманска.....	428
ГОРБУНОВА С.И. Однолетники, выращиваемые в ботаническом саду МГТУ В 2007 году.....	432
КРАВЕЦ П.П. Размерно-массовая структура поселения мидий бухты Левая губы Чупа Белого моря	436
МАЛАВЕНДА С.С. Качественный и количественный состав альгофлоры о. Могильное (о. Кильдин, Баренцево море).....	438
АНОХИНА В.С., МАМЕДОВ Д.К. Баренцевоморская треска как объект выращивания на Мурмане.....	442
ПАНТЕЛЕЕВА И.В. Морфофизиологические изменения популяции <i>Littorina saxatilis</i> на литорали кольского залива в условиях антропогенного загрязнения	446
ПОЛЯКОВА А.Н. Изучение динамики проективного покрытия в исследованиях напочвенного лишайникового покрова г. Апатиты и его окрестностей.....	448

ОБ АНТРОПОГЕННОЙ КОМПЛЕКСНОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТЕРСКО-КУМСКОЙ НИЗМЕННОСТИ И ПРИЧИНАХ ЕЕ ФОРМИРОВАНИЯ

Гасанова З.У. (г. Махачкала, ДНЦ РАН, Прикаспийский институт биологических ресурсов, e-mail: claud65@mail.ru)

Abstract. Anthropogenic soil complexes in combination with field roads were analyzed for Tersko-Kumskaya lowland. By means of cosmic and big-scale topographic maps there were revealed the dependence among predominated relief forms, density of road grids and massifs of degraded soil areals; the reason of this dependence was proposed too.

Проблема антропогенной деградации почвенного покрова существует уже давно и сегодня затрагивает практически все природные зоны. Деградация почв приводит к ослаблению функций почв, значение которых подробно изложено в работе Г.В. Добровольского, Е.Д. Никитина (1990). В первую очередь негативной трансформации подвергаются «хрупкие» экосистемы тундр, сухих степей и пр. для реабилитации которых требуется длительное время. К одним из таких сухостепных регионов относится Терско-Кумская низменность, расположенная в Западном Прикаспии.

Территория Терско-Кумской низменности довольно интенсивно используется для хозяйственных нужд населения: добычи нефти и газа, возделывания с./х. культур, использования в качестве сенокосного фонда, содержания мелкого рогатого скота. Если до 50-х годов XX века территория использовалась под выпас только в осеннее-зимний период, то в последующие годы содержание скота становится круглогодичным. Такой высокий прессинг способствовал формированию деградированного почвенного покрова в сочетании с разветвленной сетью полевых дорог, при этом по В.П. Чичагову рисунок дорожной сети может сохраняться тысячелетиями (2003). Формирование дорожной сети региона имеет давнюю историю: уже в X веке здесь проходили караванные пути вдоль северного борта Кумо-Маньчской впадины (Чичагов, 2005). Негативный вклад дорог проявляется в снижении продуктивности растительного покрова, обеднении видового состава (Усманов, 1996), на деградированной поверхности в результате ветровой эрозии переотлагается дефлированный материал до 2,5-4 т/га в месяц, содержащий общий гумус до 1-2 % (Гасанова и др., 2007). Опосредованно дороги влияют на повышение нагрузки пастбищ, нарушают естественный водно-солевой баланс, почвенный покров в целом деградирует (Залибеков, 1978). Центрами стяжения дорожных сетей являются крупные хозяйства, специализирующиеся на разведении мелкого рогатого скота, что придает специфические черты почвенному покрову низменности. Отдельные населенные пункты прекратили свое существование, часть полевых дорог вышла или частично вышла из использования, на космических снимках дорожные сети и деградированные ареалы почв довольно хорошо дешифрируются. Дистанционному почвенному мониторингу в условиях антропогенного влияния на почвы отводится особое место (Андроников, Добровольский, 1990), а своеобразные оптические и радиационные характеристики дорог обеспечивают высокую достоверность их распознавания (Виноградов, 1981).

Часто считается, что полевые дороги формируются беспорядочно (куда хотят туда и едут); анализ космических снимков показал следующее: в Терско-Кумской низменности рисунок дорожной сети имеет радиально-ячеистый характер в виде

неправильных многоугольников, в центре которых располагаются крупные поселения с артезианскими источниками и кутанами (небольшими поселениями) в вершинах углов. На космических снимках полевые дороги выглядят светлыми изломанными линиями, что отличает их от других линейных объектов, имеющих, как правило, древовидный рисунок. Особенностью дорожной сети является то, что полевые дороги формируются не только под воздействием технических средств передвижения, но и вследствие частичного их использования для передвижения скота, что позволяет рассматривать полевые дороги пастбищных территорий как результат совместного влияния выпаса и автотранспорта.

В настоящей работе в рамках отдельно взятой территории на основе дешифрирования цветных космических фотоснимков и анализа крупномасштабных топографических карт дана предварительная оценка деградированного почвенного покрова и дорожной сети. Ранее дорожные сети региона - особенности картирования и аэрофотодешифрирования - были рассмотрены в работах З.Г. Залибекова (1979; 1980), в приложении к Терско-Кумской низменности развившего идеи В.А. Ковды о техногенном покрове (1975; 1977). Для более детального анализа особенностей формирования площадей деградированных почв и дорожных сетей (ДС) была выбрана Кочубейская биосферная станция (КБС) ПИБР ДНЦ РАН, расположенная в северо-восточной части Терско-Кумской низменности.

Почвенный покров биосферной станции представляет собой сочетание эолово-литогенных барханных песков и низко-гумусированных средне- и маломощных супесчаных автоморфных светло-каштановых почв в комплексе с их антропогенно деградированными аналогами на песках и легких суглинках и солончаками под эфемерово-полынными группировками. В тех местах, где дорожная сеть имеет особенно высокую плотность, деградированные ареалы расширяют свои площади и своей формой повторяют направления дорог, создают своеобразную антропогенную комплексность. В ходе исследования было выделено 4 почвенных комплекса с присущими им геоморфологическими особенностями:

I. Мезоповышение в виде песчаного бархана, сложено песками литогенными континентальными. Абсолютная высота - минус 8-15 м, крутизна склонов $\alpha = 3-7^\circ$. Почвенный покров представлен вариацией заросших песков, сыпучих песков и котловин выдувания в сочетании со светло-каштановыми маломощными супесчаными почвами (22,4% в периферийной части бархана) в комплексе с солончаками (8,2 %). Очертания бархана на фотоснимке достаточно четки. Основной фон палево-бурый (пески), в северо-западной фронтальной части мутно-белым оттенком отражаются солончаки, в юго-восточной части – зеленовато-серый тон дают светло-каштановые легкосуглинистые почвы. Дорожная система ориентирована поперек бархана и характеризуется наименьшей протяженностью – 5 % от общей длины ДС изучаемой площади, и наиболее низкой плотностью – 26,6 м/га.

II. Пологая равнина, осложненная цепочкой холмов до 2-3 м в восточной части, холмами и микрозападинами в юго-западной части. Абсолютные высоты – минус 14-17 м, $\alpha = 1-2^\circ$. Почвенный покров представляет собой комплекс среднеспесчаных светло-каштановых почв, светло-каштановых абраземов (3,6%) и солончаков пухлых (1,7%) по микропонижениям. Светло-каштановые почвы на фотоснимке распознаются по желтовато-палевому оттенку. В восточной части фон дополняется серовато-бурой рябью холмов. Включения солончаков дают мутно-белый голубоватый оттенок. На участок II приходится до 16 % всей ДС. Плотность ДС примерно соответствует среднему показателю всей изучаемой площади – 43,3 м/га. ДС в основном ориентирована с юго-запада на северо-восток по направлению к артезиану.

III. Пологая равнина, рельеф которой представлен в основном микропонижениями в виде лощин и микрозападин, незначительная доля приходится на микроповышения. Абсолютная высота – минус 14-16 м, $\alpha \leq 1^\circ$. Почвенный покров состоит из среднесплошных среднесуглинистых светло-каштановых почв в комплексе с их эродированными аналогами – светло-каштановыми абраземами (25,7 %). На снимке светло-каштановые среднесуглинистые почвы распознаются по зеленовато-темно-серому тону, эродированные выбитые участки дают бежевый оттенок. На данный участок приходится почти половина всей дорожной сети и самая высокая плотность (70,7 м/га). Рисунок ДС соотносится с артезианами, являющихся центрами тяготения и перекрещивания ДС, незначительная часть ДС имеет транзитный характер. Высокая плотность, максимальная протяженность дорожной сети данного участка свидетельствует о том, что здесь имеет место техногенное антропогенное опустынивание.

IVa,б,в. Холмисто-пологая равнина с микрозападинами. Абсолютная высота – минус 14-16 м, $\alpha \leq 1^\circ$. В составе почвенного покрова – светло-каштановые средне- и маломощные супесчаные и легкосуглинистые почвы в комплексе со светло-каштановыми абраземами (3,4 %), солончаками пухлыми и мокрыми (до 8 %). Светло-каштановые почвы различаются по болотисто-зеленовато-бурому оттенку, мокрые солончаки дешифрируются по выраженному зеленовато-голубому фону, по периферии мокрого солончака пухлые солончаки дают почти белый цвет с голубоватым оттенком. ДС по сравнению со II и III ареалами разрежена – доля от общей длины ДС составляет 31,6 %. Плотность ДС – 32,2 м/га. Рисунок ДС транзитный и сходящийся, точками притяжения являются артезианы и кутаны.

Использование материалов дистанционного зондирования позволяет достаточно объективно подойти к оценке деградированного почвенного покрова и дорожной сети. Анализ крупномасштабных топографических карт и космических снимков выявил, что в стихийных на первый взгляд дорожных экосистемах и деградированных почвах прослеживается некоторая закономерность. Самая высокая плотность полевых дорожных сетей (до 46%) и доля площадей деградированных почв (25,7%) в составе ПП приходится на те участки, рельеф которых представляет собой в основном микропонижения с вогнутыми склонами в виде лощин и микрозападин с редкими микроповышениями. Причина такой геоморфологической привязанности деградированных площадей и дорожных сетей скорее всего заключается в том, что всякий движущийся объект, будь то автотранспорт, стадо овец и пр., при поступательном движении интуитивно выбирает направление, требующее для преодоления расстояний наименьших затрат сил и энергии. Увеличение доли положительных форм рельефа, высоты рельефа, повышение крутизны склонов выступают лимитирующими факторами, корректирующими поток произвольно движущихся объектов, сосредотачивая этот поток на вогнутых формах рельефа, что повышает вероятность формирования на таких участках деградированного почвенного покрова.

Литература

1. Андроников В.Л., Добровольский Г.В. Современные проблемы космического почвоведения / Аэрокосмические методы в почвоведении и их использование в сельском хозяйстве. М.: Наука, 1990. С. 8-15.
2. Виноградов Б.В. Преобразованная земля. Аэрокосмические исследования. М.: Мысль, 1981. 295 с. С. 132-142.

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. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. М.:«Наука». 1990, 261 с.
5. Залибеков З.Г. Биосферные категории почвенного покрова и методы их учета и картографии // Сб. Биологическая продуктивность дельтовых экосистем Прикаспийской низменности Кавказа. Махачкала: 1978. С. 87-92.
6. Залибеков З.Г. Анализ антропогенного использования почвенных ресурсов Дагестана // Почвоведение, № 5, 1979 г. С. 18-27.
7. Залибеков З.Г. Продуктивная площадь почвенного покрова и методы ее определения // Сб. Биологическая продуктивность ландшафтов Дагестана. Вып III. Махачкала: 1980. С. 13-24.
8. Ковда В.А. Биосфера, почвы и их использование // Почвоведение, № 1, 1975 г. С. 3-16.
9. Ковда В.А. Земельные ресурсы и перспективы их дальнейшего освоения // Почвоведение, № 10, 1977 г. С. 5-14.
10. Усманов Р.З. Деградация и пути восстановления почв пастбищных угодий Терско-Кумской низменности // Автореф. дис. канд. с./х. наук. М.: 1996. 16 с.
11. Чичагов В.П. Проблема разрушения аккумулятивных аридных равнин грунтовыми дорогами: сетевая организация дорожной дигрессии и ее результат – ареальная деструкция // Самоорганизация и динамика геоморфосистем. Томск: Изд-во института оптики атмосферы СО РАН, 2003. С. 282-290.
12. Чичагов В.П. Новые пути в изучении антропогенной эволюции аридных регионов // Многоликая география. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. С. 237-259.

ВЫРАЩИВАНИЕ ГВОЗДИКИ В УСЛОВИЯХ МУРМАНСКА

Горбунова С.И. (Ботанический сад МГТУ)

Аннотация. В статье рассматривается возможность выращивания гвоздики в условиях Мурманска. Приведены данные по проведённым испытаниям разных видов гвоздики в почве открытого и закрытого грунта. Сделаны выводы об условиях выращивания гвоздики в почве Мурманска.

Если виола, или анютины глазки пользуются у цветоводов заслуженным вниманием и выращиваются во всех районах Мурманска, то гвоздика пока не нашла широкого распространения в озеленении. Требуется время, чтобы это красивое растение разных сортов и видов нашло достойное место в цветоводстве Мурманска.

«Род гвоздика (*Dianthus*), входящий в семейство гвоздичных (*Caryophyllaceae*), объединяет около 300 видов травянистых растений, распространённых в Евразии и Африке. Центр наибольшего видового разнообразия находится в Средиземном море.

Около 70 видов гвоздики можно встретить в культуре, на их основе выведено неисчислимо количество сортов. Гвоздики ценят за разнообразие окраски, чудесный аро-мат, неприхотливость, продолжительность цветения. Название рода происходит от греческих слов *Di* - Зевс и *anthos* – цветок. По преданию алые цветки гвоздики вырастил из капель крови погибшего юноши великий Зевс.

Вообще, все гвоздики по своей природе - многолетники, но из-за климатических условий или по агротехническим соображениям немалая часть их культивируется как двулетние или многолетние растения.

Преобладающее большинство гвоздик предпочитает солнечные участки с хорошо дренированной суглинистой почвой, умеренно влажной, при избыточной сырости и застое воды в почве погибают. Очень чувствительны к зимним оттепелям неокрепшие молодые и взрослые растения, достигшие стадии цветения. Для посадки ценных и редких сортов желательно создать возвышенные участки. Цветоводы ограничивают жизнь гвоздик по той причине, что наиболее пышное и продолжительное цветение бывает у двулетних особей, в дальнейшем они цветут заметно слабее. Приёмами выращивания можно сократить жизнь растения и до одного года: при раннем посеве (январь – февраль) в оранжерее удаётся добиться цветения в первый год, например, у гвоздики садовой. Серьёзная опасность подстерегает гвоздики ранней весной, когда в течение суток резко меняется температура: днём пригревает солнце, а ночью начинает подмораживать. Поэтому неморозостойкие сорта с осени накрывают лапником так, чтобы ветви создавали свод над растениями. Укрытие снимают после окончания регулярных заморозков. Сортные гвоздики очень положительно реагируют на подкормки удобрениями, внесение перегноя (нельзя применять свежий навоз). Большинство видов и сортов размножается семенами. Многолетники сеют осенью, под зиму или весной, зацветают они на второй год. Гвоздики размножают также делением куста (особенно расползающиеся виды), укоренением отводков и черенкованием. Вегетативное размножение – единственно возможное для сохранения уникальных форм. Быстрорастущие виды размещают по схеме 35х35см, остальные - 15х20 см. Отцветшие стебли у всех гвоздик обрезают на 10 - 15 см от поверхности земли. Затем вносят комплексное минеральное удобрение, поливают, рыхлят почву. Примерно через месяц отрастают новые побеги, а осенью у некоторых начинается вторичное цветение» (Цветоводство, № 3, 1999).

Для альпинариев рекомендуют такие многолетники, как гвоздика травянка (*Dianthus deltoides*), песчаная (*Dianthus arenarius*), пышная (*Dianthus superbus*), Алвуда

(*Dianthus x allwoodii*). Для цветников подходят гвоздики европейского происхождения: Фишера, или холмовая (*Dianthus fischerii*, syn. *Dianthus collinus*), картузианская (*Dianthus carthusianorum*), перистая (*Dianthus plumarius*). Встречаются и такие горные многолетники гвоздики как альпийская (*Dianthus alpinus*), душистая (*Dianthus fragans*), сероватоголубая (*Dianthus gratianopolitanus*), монпельйская (*Dianthus monspessulanus*), короткостебельная (*Dianthus subcaulis*). Эти виды морозостойки, но в наших условиях в сырые тёплые зимы могут вымерзнуть.

В почве ботанического сада МГТУ проводятся исследования по выращиванию различных видов гвоздик из семян, поступивших из ботанических садов других стран и регионов России. Высеянные семена гвоздики сероватоголубой из Швеции в июне 2003 года в теплицу под плёнкой дали всхожесть, но полученные сеянцы в открытом грунте не выжили.

В теплицу под плёнкой в июне 2003 года были высеяны семена и других многолетних гвоздик:

1. Гвоздика травянка (*Dianthus deltoides*). Образует быстро разрастающуюся дернину и достигает в высоту 25 см. Она широко распространена по всей Евразии, часто встречается в средней полосе на лугах с редкой и низкой травой. Очень устойчива ко всем невзгодам нашего климата. Её легко узнать по мелким, одиночным ярко-малиновым цветкам, возвышающимся над ровной зелёной дерниной. От неё получены сорта с цветками разной окраски: от белой до тёмно-красной, а также вечнозелёная форма. Цветёт весной и в начале лета. Семена гвоздики травянки, поступившие из Петрозаводска и Швеции, дали всхожесть, и полученные из них растения радовали своим цветением с начала июля.

2. Гвоздика песчаная (*Dianthus arenarius*). Очень устойчива, но менее терпима к сырости. Это обычный вид в лесостепной зоне. Её плотные сизые дернины почти не разрастаются, листья очень узкие, цветки душистые, до 2,5 см в диаметре, белые с зелёными точками в центральной части и с сильно рассечёнными краями лепестка одиночные или сближены по 2-3. Полученные из семян Норвегии растения цвели в открытом грунте.

3. Гвоздика армянская (*Dianthus armenia*). Полученные из семян Петрозаводска и Швеции растения цвели в открытом грунте.

4. Семена гвоздик *cretaceus* из Швеции и *veisicolor* из Швеции всхожести не дали, а *gratianopolitanus* взошли, и полученные из них растения цвели в открытом грунте.

5. Гвоздика гибридная (*Dianthus x hybridus*) «Радуга любви» (*Rainbow Loveliness*). Очаровательная многолетняя гвоздика, высотой 35 - 40 см с крупными душистыми цветками, с рассечёнными лепестками разнообразной окраски: от чистого белого цвета до интенсивного пурпурного, через все оттенки розового и красного. Цветение обильное и продолжительное. «Радуга любви» зацветает уже в год посева. Цветёт с мая по октябрь. Это чудесное растение украсит любой цветник, используется для оформления бордюров, рабаток, а также в контейнерной культуре. Посев семян проводят в марте – начале апреля. Всходы появляются на 5-7 день. Сеянцы пикируют через 3 - 4 недели. Рассадку высаживают в конце мая – начале июня по схеме 15-20 см. Цветение начинается через 60 -70 дней после появления всходов и продолжается до заморозков. Предпочитает хорошо освещённые участки с плодородной, дренированной почвой. Чрезвычайно зимостойкий сорт, выдерживает до -50 градусов по Цельсию. Для продолжительного цветения необходимо удалять отцветшие цветки. Высеянные 9 марта 2007 года в ёмкости закрытого грунта семена гвоздики гибридной всхожести не дали, что очевидно, связано с её потерей в связи с неправильным хранением или длительностью хранения семян.

Гвоздика картузианская (*Dianthus carthusianorum*) с плотной дерниной и мелкими розовыми цветками, скученными в густые пучки на верхушках стеблей. В почву теплицы под плёнкой были высеяны семена гвоздики картузианской в июне 2005 года. Наблюдалась их всхожесть, но полученные растения в открытом грунте не прижились.

Как двулетник выращивают один из популярнейших видов гвоздики – турецкую, или бородастую (*Dianthus barbatus*), известную в культуре с 1573 года. Эта гвоздика – неперенное украшение деревенского или дачного цветника, нередко она продаётся в срезке. Её мелкие, простые, или махровые цветки разнообразных окрасок собраны в широкие ровные щитки на верхушках крепких стеблей высотой 20 - 60 см. Родина турецкой гвоздики – юг Западной Европы, но, будучи зимостойкой и неприхотливой, она часто натурализуется в старых парках и на деревенских задворках. Сеют её в мае в холодные парники или прямо в грунт. Сеянцы пикируют на расстояние 10 см. На второй год растение обильно цветёт, начиная со второй половины июня в течение 1 - 1,5 месяцев.

Семена гвоздики турецкой из Курска были высеяны в почву теплицы под плёнкой 13 июня 2003 года. Полученные 33 сеянца гвоздики были пересажены в открытый грунт в конце июля этого же года. Растения достигли высоты 45 см. 6 июля 2004 года растения набрали бутоны, а 19 июля началось массовое цветение растений и продолжалось до заморозков. Окраска цветков самая разная. Высота растений достигла 60 см. На третий год после посева семян растений гвоздики в грунте не осталось.

В июне 2005 года в теплицу под плёнкой были высеяны семена гвоздики турецкой из Калуги, наблюдалась их массовая всхожесть. В июле полученные сеянцы были высажены в открытый грунт. В 2006 году цветения растений не наблюдалось. В конце июля 2007 года растения гвоздики начали цвести, и продолжалось их цветение до заморозков. Начали образовываться семена.

Давно известна и широко распространена в цветоводстве гвоздика садовая, или голландская (*Dianthus caryophyllus*). Это можно сказать классическая садовая гвоздика, с которой связаны многие мифы и легенды. По преданию её завезли в Европу в 12 веке во время крестовых походов. Судя по всему, исходная гвоздика была ароматная, красная или ярко-розовая. От этого вида в результате многолетней селекции созданы многочисленные группы и расы, наиболее перспективной оказалась раса Сим, давшая начало множеству современных сортов.

В качестве летников или двулетников традиционно используют сорта гвоздики садовой, предназначенные для открытого грунта, которых сейчас насчитывается сейчас около 200. Они являются результатом многих скрещиваний, например, с гвоздикой перистой или гвоздики Кнаппа (*Dianthus knappii*) – обладательницей редкой для гвоздик жёлтой окраски. У культиваров гвоздики садовой цветки очень крупные – от 3 см в диаметре и больше, богатейшей палитры, с характерным ароматом. Для открытого грунта предназначены группы Гренадин, Шабо, Маргарит, Мальземон и другие.

Гвоздика садовая (*Dianthus caryophyllus*) «Шабо жёлтая». Аристократичный восхитительный сорт высотой до 60 см. Соцветия крупные махровые 4 - 6 см в диаметре, жёлтой окраски с приятным ароматом. Цветоносы мощные, неполегающие. Используют в срезке и для оформления цветников. Для сравнительно раннего и продолжительного цветения гвоздику сеют очень рано, в январе, всходы появляются через 1-2 недели при температуре 21 градус. Рассадку высаживают в конце мая, начале июня по схеме 20 x 30 см. Семена гвоздики Шабо были высеяны 3 мая 2005 года в теплицу под плёнкой. Всхожести их не наблюдалось, что, очевидно связано с плохим качеством семян.

Гвоздика китайская (*Dianthus chinensis*) обычно культивируется как летник. Исходный вид встречается на юге Приморья, в Китае и Японии, где также произрастает его крупноцветковая разновидность Геддевика (*Dianthus chinensis* var *heddewigii*), от которой в основном и происходят сорта. У гвоздики китайской рыхлые дернины, стебли до 70 см высотой, несут по несколько розовых, без запаха цветков, 1,5 – 2,5 см в диаметре. Сорта имеют махровые и простые цветки различных окрасок, с «глазками» или без них. Семена собирают, когда плоды коробочки станут коричневыми. Хранят их при плюс 5 - 10 градусов. Сеют в марте в парники, после окончания заморозков высаживают в грунт. При благоприятных условиях растения могут перезимовать и цвести в следующем году.

Гвоздика китайская «Империял» (*Dianthus chinensis* Imperial) относится к новинкам сезона. Великолепная смесь «Империял» до 30 см высотой используется для посадки на клумбы, рабатки, альпийские горки, а также в контейнерной культуре. Цветки махровые до 4 см в диаметре, с тонким приятным ароматом. Растения холодостойки и светолюбивы. Семена высевают на рассаду в марте. Рекомендуется прямой высеv в горшочки диаметром 8 см. Всходы появляются при температуре 12 - 16 градусов через 14 дней. Для выращивания рекомендуется лёгкая плодородная почва (рН 6.5 - 7,0). Семена гвоздики «Империял» были высеяны в ёмкость с почвой 16 марта 2007 года. Они дали хорошую всхожесть через 5 дней. Полученные сеянцы высажены 20 июня в открытый грунт. Начало цветения гвоздики в открытом грунте – 26 июня, цветки розовые. Цветение продолжалось до заморозков.

В результате проведённых исследований по выращиванию различных видов гвоздик из семян установлено, что практически все виды гвоздики можно вырастить в почве Мурманска. Необходимо при этом соблюдать рекомендации по их посеву, а также учитывать, что климатические условия здесь отличаются от условий других районов. Растения семена здесь образовать не могут из-за короткого лета. Для успешного выращивания гвоздики необходимы качественные семена, срок хранения которых не превышает четырёх – пяти лет.

Литература

1. Шевырёва Н. О, как пряно дыханье гвоздики. – М.: Цветоводство. 1999. №3. С. 12-13.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА ФИАЛКОВЫХ В ОЗЕЛЕНЕНИИ МУРМАНСКА

Горбунова С.И. (*Ботанический сад МГТУ*)

Аннотация. В статье рассматривается вопрос выращивания фиалки в почве Мурманска, условия посева семян в открытом и закрытом грунте, уход за полученными сеянцами в рассаде, сроки высадки полученных растений в открытом грунте, виды фиалок.

«В цветоводстве очень широко используются представители семейства фиалковых (Violaceae). Особую популярность завоевал род виола (Viola), включающий свыше 500 видов. На территории СНГ произрастает более 100 многолетних и двулетних видов. Из них всего 5 выращивают российские цветоводы в своих садах, хотя многие фиалки довольно неприхотливы, просты в разведении и декоративны.

Наиболее распространённая фиалка – анютины глазки (*V. X wittrockiana*) – сложный гибрид фиалки жёлтой, фиалки трёхцветной, фиалки алтайской и фиалки рогатой. Известно несколько садовых групп, различающихся по величине и форме цветка, срокам и обилию цветения, зимостойкости. Возможно, анютины глазки – один из немногих случаев в цветоводстве, когда садовое растение, превосходя исходные виды величиной и яркостью цветков, не утратило изящества. И какое удивительное поэтическое название!

Выращивание анютиных глазок не составляет особого труда. Этот многолетник культивируют как двулетник, иногда как летник. Размножают семенами, посеянными в конце апреля – начале мая сразу на гряды или в ящики на глубину не более 0,7 мм. Всходы распикировывают по схеме 3х3 см. С появлением бутонов сеянцы высаживают на клумбы, в рабатки, балконные ящики. Цветение продолжается до глубокой осени, но наиболее обильное бывает в первой половине лета. Интересно, что осенью, засыпанные снегом бутоны при потеплении оттаивают и распускаются.

Анютины глазки предпочитают открытые солнечные участки с богатой рыхлой почвой, в засушливую пору нуждаются в ежедневном поливе. Дают самосев, часто неожиданно появляясь на краю газона или в бороздах гряд» (*Цветоводство*, №3, 1996, с. 28).

Выращивать анютины глазки в почве Мурманска несколько сложнее, чем в условиях средней полосы, хотя в целом методика выращивания в средней полосе подходит и для их выращивания в Мурманске. Здесь необходимо учесть, что в открытый грунт семена можно высевать не раньше июня из-за позднего оттаивания почвы.

Первые опыты по выращиванию анютиных глазок были проведены в дендрарии МГТУ в 2004 году. В почву открытого грунта под плёнку были посеяны 3 июня семена виолы сортов: «Золото короны», «Оранжевый кристалл», «Красный кардинал». Семена поступили из Москвы. Всхожесть проявили семена виолы «Оранжевый кристалл», полученные два растения зацвели в сентябре. В октябре после оттаивания первого выпавшего снега наблюдалось массовое цветение растений.

В 2005 году почву открытого грунта под плёнку были посеяны семена виолы сортов: «Золото короны», «Апрельский снег». Всхожесть семян была относительно невысокой, полученные растения цвели летом в 2006 году.

В 2007 году в ёмкости закрытого грунта были посеяны 9 марта семена виолы из Исландии: *canina* or. *Semina in natura lecta*; *jooi* or. *NBTU Dresden*; *labradorica* or. *Repr NB Reykjavicensis*; *kunawarensis* or *NB Goteborg*; *elatio* or. *NB St. Gallen* (семена

этих сортов собраны в 2005 году); *sororia* or. HBU Bern; *mandschurica* or. HB Donneko; *labra-dorica* f. *purpurea* or. HB Raselnial; *langsдорфii* or. Rocky Mount Seed Serv, Golden; *reichenbachiana* or. HB Oldenburg; *canadensis* or. HB Montreal (семена этих сортов собраны в 2006 году); *mirabilis* or. HBU Turku (семена собраны в 2004 году). Всхожести семян не наблюдалось, как и всхожести этих же семян, высеянных в открытом грунте 11 июня. Невсхожесть семян может объясняться их незрелостью или её потерей.

«Семена у фиалки мелкие, длиной 1,8-2,0 и шириной до 1 мм, обратнойцевидной формы. Поверхность их слабо блестящая, гладкая. Окраска – от светло - до тёмно-коричневой. В 1 г содержится 0,8-1 тыс. штук семян. Всхожесть сохраняют до 2 лет. Всходы появляются через 7-10 дней после посева» (Семена, с.40).

В ёмкости с почвой 9 марта и в открытый грунт 9 июня были высеяны семена нескольких видов фиалки Витрокка (*Viola wittrockiana*):

1. «Швейцарский гигант» относится к крупноцветковой группе фиалок Анютины глазки с цветками до 5-6 см в диаметре. Используется для ранневесеннего оформления сада. Цветение продолжительное. Хорошо переносит пересадку. Растение холодостойкое, влаголюбивое, растёт на солнце и в тени. Используется для клумб, рабаток, балконов, вазонов. Высеянные семена сортов «Лаура», «Горная вершина», «Кларет», «Восход солнца», «Альпенглоу» дали всхожесть и в открытом грунте, и в закрытом. Полученные из рассады растения цвели на грядке. А у фиалки «Восход в Альпах» всхожести семян не наблюдалось.

2. «Алый кристалл». Наблюдалась очень хорошая всхожесть семян, полученные сеянцы цвели в открытом грунте.

3. «Весенний парад». Растения высотой 20 см с цветками диаметром 7-8 см разнообразной окраски: кремовой, светло-розовой, лимонной с малиновым пятном. Всхожести семян не наблюдалось.

4. «Любовный дуэт». Растения высотой 20 см. Цветки кремового, нежно-розового, жёлтого с малиновыми пятнами в центре. В закрытом грунте всхожести семян не наблюдалось, а в открытом - семена взошли.

5. «Весёлые глазки». Это многолетнее растение, выращиваемое как двулетнее, имеющее очень аккуратный, компактный куст, похожий на небольшую поляну за счёт большого количества цветков. Окраски цветков – яркие, насыщенные. Наблюдалась всхожесть семян.

6. «Рейнголд». Цветки жёлтые с чёрными пятнами. Всхожести семян нет.

7. Кошка «Красная с золотым». Компактное растение высотой всего 15 см, превосходно для выращивания в горшках, подвесных корзинках и в групповых посадках. Отличается очень ранним, обильным и продолжительным цветением. Серия кошка имеет оригинальный рисунок цветка, напоминающий мордочку кошки. Очень красиво цвели полу-ченные из рассады растения, наблюдалась всхожесть и у высаженных в открытый грунт семян.

8. Кошка «Жёлтая». Очень красиво цвели полученные из рассады растения, наблюдалась всхожесть и у высаженных в открытый грунт семян.

9. «Красные фрукты». Новинка сезона. Это смесь крупноцветковых виол красных оттенков. Растение высотой 20-25 см. В закрытом грунте всхожести семян не наблюдалось, а в закрытом - часть семян взошла.

В открытом грунте были высеяны 10 июня семена двух видов фиалки Витрокка: «Серебряная невеста» и «Босфор» и семена фиалки рогатой «Бамбини». Виола «Серебряная невеста» - растение сильноразветвленное высотой 15-30 см с крупными (6-7см в диаметре) цветками белой окраски с тёмным пятном в центре. Цветки виолы «Босфор» - синие с тёмным пятном в центре. У виолы «Бамбини» цветки различных

окрасок, с характерным жёлтым «личиком» в центре, до 6 см в диаметре. Из взошедших семян получены сеянцы, которые были распикированы 23 июля.

Кроме фиалки Витрокка (*Viola wittrockiana*) в ёмкости с почвой 9 марта и в открытый грунт 9 июня были высеяны семена других видов фиалки:

1. Фиалка рогатая (*Viola cornuta*) Шотландия, гибридная смесь. Невысокие растения быстро разрастаются в продолжительно и обильноцветущие плотные подушки. Цветки вытянутой формы, 3-5 см длиной, с маленьким «глазком» посередине. Хорошо разрастаются на солнечных местах с рыхлой плодородной почвой, выносят лёгкое затенение. Используются для оформления цветников, бордюров, альпийских горок, миниатюрных букетов. Семена проявили всхожесть и в закрытом, и в открытом грунте; полученные из рассады растения красиво цвели.

2. Фиалка рогатая (*Viola cornuta*) Хелен Маунт. Невысокое почвопокровное растение. Стебли приподнимающиеся, образуют густые подушки-дернинки. Цветки многочисленные, 3-5 см диаметром, от светло-лиловых до тёмно-фиолетовых тонов с яркой жёлтой серединкой. Предпочитает открытые, солнечные места и лёгкие плодородные почвы, переносит лёгкое затенение. Используют в цветниках, на каменистых горках, бордюрах, микробордерах.

3. Виола (*Viola Williamsii*) «Чёрное гнездо» (Black Jack). Компактное растение высотой всего 15 см, превосходно для выращивания в горшках, подвесных корзинках и в групповых посадках. Отличается очень ранним, обильным и продолжительным цветением. Цветки округлой формы, 3 см в диаметре. Необычная окраска лепестков делает его эффектным в сочетании с примулами, арабисом, мускари, а также с другими сортами этого растения. Наблюдалась всхожесть семян, но растения не цвели.

4. Виола (*Viola Williamsii*) Велюр «Замёрзший шоколад» (Velour Frosted Chocolate). Удивительное сочетание лиловой, бордовой и пурпурной окрасок лепестков делает его эффектным украшением сада. В закрытом грунте всхожести семян не наблюдалось, а в открытом семена дали всхожесть.

5. Виола (*Viola Williamsii*) Велюр «Жёлтое пятно» (Velour yellow blotch). Удивительное сочетание жёлтой, белой и бордовой окрасок лепестков делает его эффектным украшением сада. В закрытом грунте всхожести семян не наблюдалось, а в открытом семена дали всхожесть.

Из многолетних видов фиалки интерес представляют следующие: болотная (*Viola palustris*), двуцветковая (*Viola biflora*), душистая (*Viola odorata*), маньчжурская (*Viola mandschurica*), одноцветковая (*Viola uniflora*), удивительная (*Viola mirabilis*). Из двулетних видов фиалки интерес представляют следующие: полевая (*Viola arvensis*), трёхцветная (*Viola tricolor*).

Фиалка болотная – растёт в лесах и на окраинах низинных болот в Европе. Цветёт в конце весны. Цветки бледно-фиолетовые, почти белые, достаточно эффектны по контрасту с круглыми тёмно-зелёными листьями. Размножается семенами и делением куста. Очень теневынослива. Предпочитает богатую, рыхлую почву, в этом случае увеличивается количество цветоносов и размер цветков. В культуре практически отсутствует, хотя в природе довольно обычна. Семена фиалки болотной, поступившие из Петрозаводского университета, были высеяны в теплицу под плёнкой 18 июня 2002 года. Из взошедших семян были получены растения, которые высажены в открытый грунт в 2004 году. Растения не прижились.

Фиалка удивительная – лесной вид, встречающийся повсеместно в северной части. Цветки фиолетовые. Цветёт весной. Размножается семенами и делением куста. Даёт самосев. Неприхотлива. Очень теневынослива. Лучше всего растёт на богатых влажных почвах. Культивируется редко.

Фиалка маньчжурская – растение с ланцетными листьями и тёмно-фиолетовыми цветками, распространённое в лесах Дальнего Востока. Цветёт в начале лета. Размножается в основном, семенами. Даёт самосев. Этот вид весьма теневынослив и не требователен к почвам. Выращивается лишь в нескольких ботанических садах нашей страны.

Семена фиалок удивительной и маньчжурской из Исландии были высеяны в ёмкости закрытого грунта 9 марта, а в открытом грунте 9 июня. Их всхожести не наблюдалось.

Фиалка трёхцветная – встречается на лугах и полях в Евразии. Цветёт всё лето достаточно крупными, чаще всего бело-сине-жёлтыми, цветками. Размножается семенами. Даёт самосев. В саду, особенно на альпийской горке, становится неагрессивным сорняком. Неприхотлива, хотя, несомненно, плодородие и влажность почвы сказываются на величине цветков. Культивируют редко, в основном формы с необычной расцветкой венчика (коричневые, почти чёрные). Семена фиалки трёхцветной, которые поступили из Швеции, были высеяны в почву теплицы под плёнкой. Из семян было получено одно растение, которое прижилось в открытом грунте. Оно цвело, образующиеся семена размножились самосевом и образовались новые растения. Семена фиалки обладают всхо-жестью и в закрытом грунте.

Проводя исследования по выращиванию растений семейства фиалковых, можно сделать выводы, что оно является очень перспективным в озеленении Мурманска. При этом необходимо учитывать климатические факторы, качество семян. Наблюдения за выращиванием анютиных глазок в разных районах города показали, что возможности для этого огромные.

Литература

1. М. Диев. И анютиных глазок стая бархатистый хранит силуэт. – М.: Цветоводство. 1996. №3. С. 28-29.
2. Семена / сост. Н.А. Петренко, В.В. Перегожина – М.:АСП; Спб.; Сова, 2006. С.40-41.

ОДНОЛЕТНИКИ, ВЫРАЩИВАЕМЫЕ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ МГТУ В 2007 ГОДУ

Горбунова С.И. (*Ботанический сад МГТУ*)

Аннотация. В статье приводятся результаты по выращиванию в условиях открытого и закрытого грунта нескольких видов однолетних цветочно-декоративных растений в 2007 году. При выращивании растений из семян учитывались их всхожесть, температурный режим, климатические условия.

Ассортимент применяемых для озеленения Мурманска растений относительно беден, и его можно увеличить, если использовать новые виды однолетних цветочно-декоративных растений. При их выращивании необходимо учитывать климатические особенности местного климата. Из условно выделяемых четырёх климатических зон области Мурманское побережье Баренцева моря (включая Кольский залив) отличается наиболее мягким климатом, сравнительно тёплой, но длинной по сравнению с другими районами зимой и коротким летом. Летом погода очень неустойчивая, наблюдаются сильные ветры, много пасмурных дней. Температура воздуха и почвы значительно ниже, чем в других регионах, часто выпадает большое количество осадков. Ранневесенний (апрель) и поздневесенний (начало мая) сроки посева семян в открытый грунт здесь невозможны из-за позднего оттаивания почвы. В связи с этим, предпочтителен способ выращивания вначале рассады из семян, а затем высаживание в открытый грунт полученных сеянцев.

В 2007 году в ботаническом саду МГТУ были продолжены исследования по выращиванию однолетников. Часть семян была высеяна в ёмкости с почвой в закрытом помещении, другая – в открытый грунт. Всего было высеяно 60 видов семян однолетних цветочно-декоративных растений. Не наблюдалось в ёмкостях с почвой всхожести семян таких растений, как толпис бородатый (*Tolpis barbata* Adans); лобелия ампельная «Белый каскад» и «Красный каскад» (*Lobelia erinus pendula* L.); вербена гибридная «Идеал» (*Verbena hybrida* L.); мимулюс (*Mimulus luteus Tigrinus* L.); сальпиглоссис выемчатый смесь (*Salpiglossis sinuata* Ruiz et Pav.); цинния изящная «Метеор» (*Zinnia elegans* L.); петуния гибридная «Соня Блю» (*Petunia hybrida* Sonja Blue Juss.); дельфиниум «Смесь голубых» (*Delphinium consolida* L.); амарант трёхцветный (*Amaranthus tricolor* L.); бегония вечноцветущая «Стара» Смесь F1 (*Begonia semperflorens* F1 «Stara» mixed L).

Часть семян, которые дали всхожесть в закрытом грунте, была высеяна в марте: сальвия мучнистая «Голубая» (*Salvia Blue Bedder* L.); петуния гибридная ампельная «Лавина Синяя звезда F1» («*Petunia hybrida pendula grandiflora Avalanche* F1 Blue Star Juss.); маттиола Люсинда «Махровая смесь» (*Matthiola incana* R. Br); немофила голубые глазки (*Nemophila menziesii* Nutt.); гвоздика китайская «Империял» (*Dianthus chinensis* «Imperial» L.); львиный зев «Анна Герман» и «Том Тумб» (*Antirrhinum* L.); гибискус обыкновенный «Розовый щит» (*Hibiscus acetosella* L «Red Shield»); флокс Друммонда «Сицилия» смесь (*Phlox drummondii* Cecily mixed L.); табак душистый «Наваждение» белый (*Nicotiana alata* L.); астра китайская Краппен «Смесь голубых окрасок» и «Помпон белый» (*Callistephus chinensis* (L.) Nees); статице «Айсберг» (*Limonium sinuatum* Iceberg Mill., *Statice* L. p. p.); мак пионовидный «Пурпурное облако» (*Papaver* var *raeoniflorum* Purple Peony; алиссум миниум (*Lobularia maritima* Compacta Minimum); бальзамин Том Тумб (*Impatiens* Riv. Tom Thumb rose); агератум Блю Минк (*Ageratum* Blue Mink); немезия зобовидная (*Nemesia atrumosa* Vent.); нигелла, чернушка, девица в зелени смесь (*Nigella damascene* Persion Jeweis L.); рудбекия

однолетняя «Глориоза» (*Rudbeckia hirta* L.); капуста декоративная «Краски востока» (*Brassica* L.), а в апреле были высеяны семена таких растений, как фацелия колокольчатая (*Phacelia campanularia* Juss.); коллинсия «Сюрприз» (*Collinsia bicolor*); хризантема увенчатая «Белый жем» (*Chrysanthemum coronarium* L. White Gem); целозия гребенчатая «Шеф» красная (*Celosia cristata* L. Chief Red); гайлардия красивая Рондо смесь (*Gaillardia pulchella*) Foug.); линантус крупноцветковый (*Linanthus grandiflora*); амми «Зелёная дымка» (*Ammi visnaga*), мезембриантемум, хрустальная трава (*Mesembryanthemum* L.).

Температура почвы в ёмкостях приближалась к температуре окружающего воздуха в помещении. Всхожесть семян у большинства растений низкая, лишь у немногих выше 50 %. Так, всхожесть семян сальвии мучнистой – 3,3; петунии лавина «Синяя звезда» - 20; маттиолы махровой -16,6; немофилы 8,0; гибискуса обыкновенного – 50; флокса друммонда - 52; статице - 56,5; годееции -1,6; бальзамина - 60; агератума – 6,6; капусты декоративной – 37,7; хризантемы увенчатой - 66,6; гайлардии красивой – 1,9 %. Очевидно это связано с качеством семян, потери ими всхожести в результате неправильного или длительного хранения.

Некоторые сеянцы, полученные из семян, погибли до того, как их нужно было высаживать в открытый грунт (маттиола махровая, немофилла, годееция, немезия зобовидная, фацелия колокольчатая). В открытом грунте не выжили высаженные сеянцы мезимбриантенума, целозии гребенчатой, гайлардии красивой, львиного зева «Том Тумб», циннии «Метеор», линантуса крупноцветкового. Нигелла дамасская зацвела в открытом грунте и образовала семена, а в открытом грунте её семена не взошли.

У сальвии мучнистой из 30 семян взошло одно через 10 дней после посева, в половине июня полученный сеянец высажен в открытый грунт, растение зацвело 17 июля.

У петунии лавина «Синяя звезда F1» два полученные растения начали цвести в рассаде 13 июня, высаженные в открытый грунт 18 июня они продолжали очень красиво цвести.

В открытом грунте наблюдалось 6 сентября цветение одного растения львиного зева «Анна Герман», всхожесть семян которого в ёмкости с почвой наблюдалась через 9 дней.

Большая всхожесть семян наблюдалась через 5 дней у семян гвоздики китайской, высаженные растения в открытый грунт 20 июня цвели до заморозков.

Высаженные в открытый грунт 4 растения гибискуса обыкновенного и цветущие 6 растений бальзамина «Том Тумб» в третьей декаде июня прижились, но не выдержали сильного ветра.

Семена флокса Друммонда начали всходить через 5 дней, полученные 25 растений зацвели в рассаде в конце мая и продолжали цвести после пересадки в открытом грунте.

Через 9 дней взошли семена табака душистого, из высаженных в открытый грунт растений сохранилось одно высотой 60 см. Оно цвело длительное время, но сильный ветер сломал цветущее растение.

Семена астры китайской Краллен «Смесь голубых окрасок» и «Помпон белый» дали хорошую всхожесть через 9 дней. Полученные сеянцы высажены 21 июня в открытый грунт, наблюдалось их цветение в сентябре.

Из семян растений, используемых на букеты в сухоцветах, были высеяны семена статице, которые взошли через 5 дней. Растения зацвели уже в рассаде, цветение продолжилось в открытом грунте.

Семена мака «Пурпурное облако» были посеяны в ёмкости с почвой, а семена мака «Антигуа» и «Божья коровка» были посеяны в открытый грунт. В закрытом грунте семена начали всходить через 6 дней, а в открытом грунте – через 10. Из высаженных в открытый грунт 19 июня начавших цвести сеянцев прижилось одно, оно образовало семена. В открытом грунте наблюдалось в сентябре цветение растений 2 видов мака, которые были получены из семян, посеянных без получения рассады.

В ёмкости с почвой были посеяны семена миниатюрных растений – алиссума и агератума. Если у алиссума всхожесть семян большая, то у агератума их взошло два. Полученные растения начали цвести в рассаде через 18 дней после посева семян и продолжилось их цветение в открытом грунте, куда их высадили 21 июня. Агератум образовал семена.

Семена рудбекии, посеянные в ёмкости с почвой, взошли, а семена, посеянные в открытом грунте, всхожести не дали. Выращенные из рассады растения цвели в конце августа в открытом грунте.

У капусты декоративной взошло менее половины посеянных семян, но из полученной рассады, высаженной в открытый грунт, образовались цветущие растения.

Одно из новых растений, семена которого были посеяны в закрытом грунте, была коллинсия. Её семена очень хорошо взошли. Полученные сеянцы начали цвести в рассаде, высаженные в открытый грунт, они продолжали цвести там до заморозков.

Как семена коллинсии, так и семена флокса Друммонда через 5 дней дали хорошую всхожесть: из 48 взошло 25 шт. Полученные сеянцы начали цвести в рассаде 28 мая. Высаженные в открытый грунт 19 июня они продолжали цвести до заморозков.

Продолженные опыты по выращиванию хризантемы показали, что её семена обладают хорошей всхожестью в закрытом грунте. Высаженные в открытый грунт сеянцы прижились и красиво цвели.

Семена нового в озеленении растения – амми «Зелёная дымка» показали среднюю всхожесть. Высаженные в открытый грунт полученные сеянцы прижились не все, лишь одно растение зацвело в сентябре.

В 2007 году в открытый грунт 24 мая высевались семена некоторых однолетних растений. Это кроме перечисленных выше нигеллы, мака «Божья коровка» и «Антигуа», рудбекии такие растения, как календула (*Calendula*), гипсофила розовая (*Gypsophyla elegans Pale Pink*), агростемма Милас (*Agrostemma githago Milas*), дельфиниум однолетний «Смесь голубых» (*Delphinium concolida*), амарант трёхцветный (*Amaranthus tricolor*), эшшольция калифорнийская (*Echolzia californica*) василек (*Centaurea cyanus*) чёрный «Чародей» и «Зарево» Температура почвы в период прорастания семян от 5 до 10 градусов, как и окружающего воздуха. Не наблюдалось всхожести семян дельфиниума и амаранта, что может быть связано с качеством семян и другими причинами.

Семена календулы, собранные в Архангельске, Мурманске, Вологде, посеянные в открытый грунт, взошли 6 июня, как и семена остальных растений, семена которых взошли. Календула, как и в предыдущие года цвела, но не так пышно и семена её не вызрели. Это связано, очевидно, с погодными условиями: очень мало было солнечных дней, много выпадало осадков, дули сильные ветры.

Эшшольцию не рекомендуется пересаживать. Полученные при пикировке растения эшшольции в открытом грунте прижились, но цвели только те, которые остались на постоянном месте. Семян эшшольция не образовала.

В сентябре цвели гипсофила и агростемма. Их было немного, так как всхожесть семян была небольшой, и семена они тоже не образовали.

Небольшую всхожесть проявили семена василька «Чародей» и «Зарево», хотя полученные из них растения цвели в сентябре и завязали семена при посеве семян в открытый грунт.

Проведённые в 2007 году и предыдущих годах исследования по выращиванию однолетников показали, что, несмотря на отличные от остальных регионов климатические условия, в почве Мурманска можно выращивать однолетние цветочно-декоративные растения. Необходимо учитывать при этом особенности самих растений, их всхожесть, условия хранения, способы выращивания. Некоторые растения не переносят пересадки, их нужно высевать прямо в открытый грунт. Большинство растений можно выращивать только через рассаду. Такие растения, как календула, василёк, эшшольция, мак, агrostemma, гипсофила, кларкия зацветают при посеве семян в открытый грунт. Необходимо перед высадкой полученной рассады в открытый грунт растения закаливать. В условиях Мурманска сроки цветения однолетних растений сдвигаются где-то на месяц, и у большинства растений не успевают образоваться семена.

РАЗМЕРНО-МАССОВАЯ СТРУКТУРА ПОСЕЛЕНИЯ МИДИЙ БУХТЫ ЛЕВАЯ ГУБЫ ЧУПА БЕЛОГО МОРЯ

Кравец П.П. (МГТУ, кафедра Биология)

Abstract. One of the species with the greatest potential for the cultivation is the bivalve mollusc (*Mytilus edulis*). For this we research measured-mass features, as well as biomass and productivity natural mussel's settling for finding a most favorable places for installation farming facilities.

Введение

Мидия *Mytilus edulis* – весьма распространенный в Северном полушарии вид двустворчатых моллюсков. Привлекает к себе внимание не только ученых, но и практиков по многим причинам. Наиболее часто встречается в сообществах обрастания и зачастую является доминирующим видом. Мидии являются объектом промысла и разведения. Благодаря эврибионтности и громадному ареалу, она предложена для биомониторинга загрязненных морских вод. Съедобная мидия не только переносит значительные колебания условий среды, но и обладает способностью аккумулировать в мягких тканях в больших количествах микроэлементы и токсины. К этому следует добавить, что мидии являются фильтраторами и могут использоваться для очистки загрязненных вод. Поэтому важно исследовать размерно-массовые характеристики, а также биомассу и продуктивность естественных поселений мидии.

Целью работы является изучение размерно-массового состава, структуры, плотности и биомассы поселения мидии бухты Левая губы Чупа Белого моря.

Материал и методы исследования

Материалом послужили пробы мидии собранные с литорали бухты Левая в июле 2007 г.

Пробы отбирались с трех горизонтов литорали рамкой площадью 10×10 см в куту, середине и устье губы. Для каждой части бухты 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). Статистическую обработку данных проводили при помощи программы MS Excel.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования показывают, что мидии встречаются повсеместно на литорали, однако распределены они крайне не равномерно, не образуя четко выраженного пояса. Наиболее крупные моллюски населяют средний и нижний горизонты. Так же в данных горизонтах отмечены щетки мелких моллюсков расположенные между валунами преимущественно в устье бухты.

Из представленных данных видно, что в устье мидии обладают наибольшей плотностью и биомассой. Поскольку в данной части бухты повышенный водообмен, обусловленный приливно-отливными течениями, который способствует процессам самоочищения и обеспечивает поступление питательных веществ. Так же это вероятно

связано с каменистым типом литорали, что обуславливает большую площадь поверхности на проекции 1 м²

По мере продвижения к куту бухты берег понижается, каменистые грунта сменяются гравийными, а потом илисто-песчаными. Литораль кутовой части бухты представляет собой илисто-песчаную отмель, что обуславливает наименьшую плотность, поскольку основным фактором, лимитирующим численность и распределение мидии, является недостаток субстратов для оседания личинок.

Таблица 1. Средние значения численности и биомассы мидии бухты Левая на м²

КУТ		СЕРЕДИНА		УСТЬЕ	
Плотность, экз.	Биомасса, г	Плотность, экз.	Биомасса, г	Плотность, экз.	Биомасса, г
1777	4332	1988	3463	3666	5017

Таблица 2. Средние значения размерно-массовой структуры поселения мидии бухты Левая

КУТ			СЕРЕДИНА			УСТЬЕ		
L, см	m (мол.), г.	m (мяса), г.	L, см	m (мол.), г.	m (мяса), г.	L, см	m (мол.), г.	m (мяса), г.
3,09± 0,06	3,88± 0,25	0,78± 0,05	2,92± 0,08	3,71± 0,37	0,76± 0,07	2,94± 0,04	3,08± 0,16	0,60± 0,02

Сравнение размерного состава моллюсков из разных частей бухты показало, что средние размеры особей из середины и устья практически одинаковы, а наиболее крупные моллюски встречаются в куту. В устье обнаружена молодь, из-за малых размеров сложно было исследовать размерно-массовые характеристики, используемым методом.

Однако что касается средней массы моллюска и выхода мяса мидии из кута превосходят всех остальных.

Выводы

По полученным результатам исследования размерно-массовой структуры, плотности и биомассы можно сделать выводы:

- Наибольшей плотностью и биомассой обладают мидии из устьевой части.
- Длина раковины у мидий в середине и устье практически одинакова.
- Мидии из кута имеют большую массу и выход сырого мяса, чем из остальных частей бухты.

КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ АЛЬГОФЛОРЫ О. МОГИЛЬНОЕ (О. КИЛЬДИН, БАРЕНЦЕВО МОРЕ)

Малавенда С.С., (МГТУ кафедра биологии, malavenda@yandex.ru)

Изучение озера Могильное ведется уже более ста лет, и на настоящий момент, подробно исследованы гидрологические, гидрохимические, микробиологические, геоморфологические и, частично, продукционные характеристики озера (Реликтовое озеро ..., 1925, 1975, 2002).

В исследованиях конца XIX – начала XX века приводятся многочисленные данные по планктону и особенно, бентосу озера, сведенные в монографии К.М. Дерюгина 1925 года. Возможно, поэтому в масштабных исследованиях 60-70-х и 90-х годов акцент был сделан на изучение планктона, но практически не изучалось донное население озера.

Настоящая работа посвящена изучению водорослей озера, подобные исследования проводились лишь в начале XX века, а количественные характеристики макрофитобентоса изучены впервые.

Озеро Могильное находится в юго-восточной оконечности острова Кильдин (Баренцево море) и отделено от моря перемычкой шириной 63 – 70 м и высотой от 3,7 до 5,4 м. Максимальная длина озера составляет 562 метра, ширина 275 м. Максимальная глубина 16,3 м., при средней глубине 7,44 м. Через перемычку в озеро поступает путем фильтрации морская вода, что приводит к формированию слоистой структуры вод озера и сосуществованию в озере морских и пресноводных организмов.

Материалы работы были получены в результате совместных экспедиций СПбГУ, ЗИН РАН, ММБИ КНЦ РАН и МГТУ 2003 - 2007 гг.

Для оценки структуры фитобентосных сообществ было заложено 6 сублиторальных разрезов в разных частях озера (рис. 1), пробы отбирались ручным дночерпателем с использованием легководолазного оборудования. На каждом разрезе было заложено 4 станции на разной глубине в трех повторностях. Дополнительно отбирались пробы в районе перемычки для уточнения качественного состава макрофитобентоса озера. Затем проводили камеральную обработку проб.

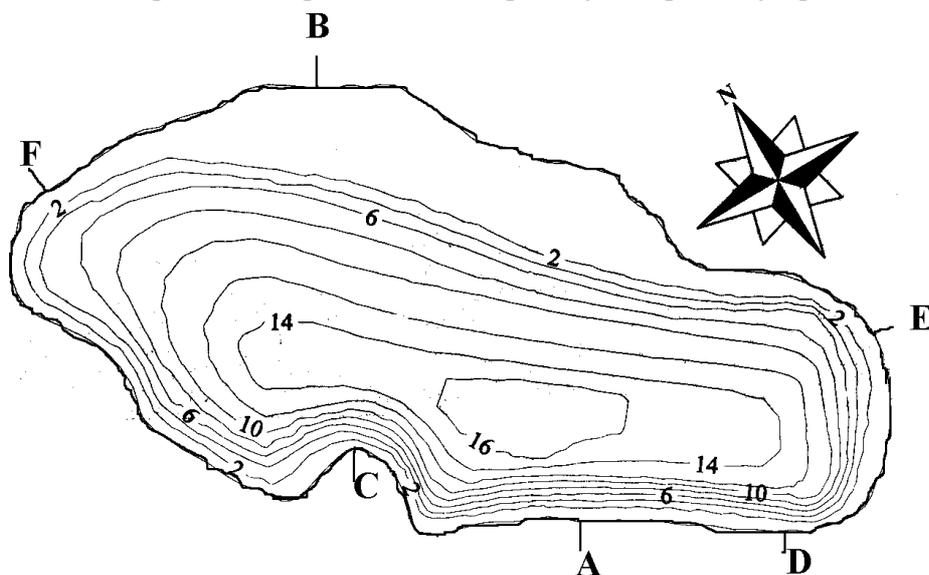


Рис. 1 Схема отбора бентосных проб.

Табл. 1.

Разрез	Станция	Глубина	Соленость
А	А-I	0,1-0,4	3
	А-II	4,5	13
	А-III	6,5-7	19
	А-IV	8,-8,5	26,5
В	В-I	0,1-0,5	1
	В-II	3-3,5	4,5
	В-III	6-6,5	26
	В-IV	9-9,5	31
	В-2,5	4-4,5	19,5
С	С-I	0,5	4,5
	С-II	4-4,5	15,5
	С-III	6-6,5	23
	С-IV	9-10,5	29
D	D-I	0,3-0,5	3
	D-II	4,5-5	13
	D-III	6,5	25
	D-IV	9,5	29
E	E-I	0,5	1,5-2
	E-II	3	4
	E-III	6-6,5	24,5
	E-IV	9	28,5
F	F-I	0,3-0,5	1
	F-II	3	2
	F-III	6-6,5	22,5
	F-IV	9	29

Таблица 2. Сравнительная характеристика видового состава фитобентоса оз. Могильное

2007 год	1916 год (Зинова)
Бурые водоросли	
<i>Chordaria flagelliphormis</i>	<i>Litoderma fatiscens</i>
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	<i>Chaetopteris plumosa</i>
<i>Dictyosiphon fragilis</i>	<i>Sphacelaria cirrhosa</i>
<i>Stictiosypon tortilis</i>	<i>Fucus</i>
<i>Chorda filum</i>	
<i>Pilayella varia</i>	
Красные водоросли	
<i>Phyllophora brodiae</i>	<i>Phyllophora brodiae</i>
<i>Polysiphonia urceolata</i>	<i>Polysiphonia urceolata</i>
<i>Polysiphonia artica</i>	<i>Chondrus crispus</i>
	<i>Polyides rotundus</i>
	<i>Antithamnion boreale</i>
Зелёные водоросли	
<i>Acrosiphonia sp.</i>	<i>Cladophora rupestris</i>
<i>Rhizoclonium riparium</i>	<i>Enteromorpha clathrata</i>
<i>Rhizoclonium implexum</i>	<i>Urospora penicilliformis</i>
<i>Percursaria percursa</i>	
<i>Cladophora sericea</i>	
<i>Chetomorpha linum</i>	

На всех исследованных станциях фиксировали соленость воды. Данные по глубине и солености на станциях указаны в таблице 1.

В результате проведенной работы расширены представления о видовом составе макроводорослей обитающих в озере по сравнению с данными более ранних исследований (Зинова, 1916). По нашим данным в озере обитает 6 видов бурых водорослей, 3 вида красных и 6 видов зеленых водорослей (табл. 2). Изменение видового состава скорее связано с пересмотром систематически основных отделов и некоторых родов водорослей, однако не исключена вероятность появления видов вселенцев. Впервые были получены данные не только о видовом составе, но и о биомассе макрофитобентоса озера. Таким образом, можно выделить следующие типы сообществ макроводорослей о. Могильного.

Максимальной биомассой и разнообразием обладают сообщества макрофитобентоса обитающие в районе поступления обогащенной кислородом морской воды (разрез А и D).

На разрезе D на глубине 4,5 м. доминирующими являются зеленые водоросли биомасса которых составляет 0,5 кг/м². Ценозообразователями являются *Rhizoclonium riparium*, *Rhizoclonium implexum*, *Percursaria percursa* – виды морской и солоноватоводной флоры, часто встречающиеся в закрытых бухтах побережья Баренцева моря. Однако, значительную часть ценоза составляют бурые водоросли биомасса (0,25 кг/м²). Более 80% бурых водорослей - *Stictiosypon tortilis*, *Chordaria flagelliphormis* которые, по мнению ряда авторов (Chapman, 1995) могут существовать в условиях пониженной солености (не ниже 8 ‰) и высокой эвтрофикации водоема. На глубине 6,5 метров при солености 25‰ доминирующими видами являются красные водоросли, а в качестве ценозообразователя выступают род *Polysiphonia* и *Phyllophora brodiae*. Общая биомасса красных водорослей составляет 0,9 кг/м². На глубине 9,5 метров биомасса водорослей не велика и не превышает 0,03 кг/м², однако там встречаются все основные доминанты описанные ранее. По видимому на данной глубине водоросли испытывают углеродное и кислородное голодание, что не только тормозит процессы роста, но и препятствует размножению и созреванию зигот.

Разрез А отличается лишь более меньшим количеством видов но в целом прослеживаются те же тенденции что и на разрезе D. Однако наблюдается резкое отличие по количеству видов и по биомассе на глубине 8,5 метров. Общая биомасса водорослей равна 1 кг/м² и наблюдается смешенное сообщество из бурых и зеленых водорослей. Подобные различия могут объясняться лишь тем, что места просачивания воды из салмы в озеро находятся на разной глубине. В первом случае (разрез D) это приблизительно 6,5 метров, а во втором – 8,5 метров.

Разрез С представлен в основном зелеными и красными водорослями. На губине 4,5 метров доминируют зеленые водоросли общая биомасса которых составляет 1,5 кг/м² при этом видами доминантами являются *Percursaria percursa* и *Cladophora sericea* а также в пробах также было обнаружено значительное количество *Polysiphonia artica* общей биомассой 0,3 кг/м². На глубине 6,5 метров водоросли представлены в основном *Phyllophora brodiae* и *Polysiphonia artica* и образуют устойчивое сообщество общей биомассой 0,15 кг/м².

В других частях озера Могильное встречаются фитоценозы, состоящие только из зеленых водорослей и представленные такими родами как *Rhizoclonium*, *Percursaria*, *Chetomorpha*, однако биомасса таких фитоценозов колеблется от 0,1-0,5 кг/м². Красных водорослей обнаружено не было, а из бурых редко встречаются такие виды как *Chordaria flagelliphormis* и *Dictyosiphon fragilis*.

На литоральной части озера макроводорослей обнаружено не было, а фитобентос представлен сине-зелеными водорослями родов *Rivularia*, *Oscillaria* и *Lyngbya*.

Подобное распределение макрофитобентоса в озере объясняется несколькими причинами.

Основные представители флоры сконцентрированы в местах просачивания перемычки, где поступает обогащенная биогенными элементами и кислородом морская вода.

Распределение водорослей по глубинам связано с разными пределами толерантности к солености и интенсивности освещения. Бурые водоросли являются более толерантны к солености, но менее толерантны к освещенности и за счет интенсивного роста способны конкурировать и подавлять красные водоросли. Зеленые водоросли являются более устойчивыми по отношению к большой группе факторов, а в условиях повышенной эвтрофикации способны образовывать мощные заросли, что и наблюдается в озере Могильное.

Также можно отметить, что зеленая водоросль *Percursaria percursa* встречена во всех пробах из озера, что вероятно можно объяснить большей толерантностью к соленостью однако данной предположение требует дополнительных экспериментов.

В целом видовой состав макрофитобентоса значительно расширился за последние сто лет, что связано с изменениями систематики и с естественными сукцессионными процессами, происходящими под воздействием химико-биологических факторов.

Автор благодарит коллег - Стрелкова П.П., Фокина М.В., Федюка М.Л., Усова Н.В., Шунатову Н.Н., участников экспедиции за организацию поездки и помощь при отборе проб, а также ЗАО Бизнес-Сервис (г. Мурманск), В.В. Клименко и С.Н. Штинникова - за организацию и личное участие в исследованиях.

БАРЕНЦЕВОМОРСКАЯ ТРЕСКА КАК ОБЪЕКТ ВЫРАЩИВАНИЯ НА МУРМАНЕ

Анохина В.С., Мамедов Д.К. (МГТУ, кафедра ,биологии)

Abstract. The brief substantiation of cultivation of a cod in coastal waters of Russia is given. It is noted, that productivity of industrial activity on facilities of different type will be defined by availability and quality of a young growth of fishes.

Конец 20-го и начало 21-го века характеризуется стремительным ростом продукции аквакультуры во всем мире. Ежегодный темп роста производства пищевого белка в этом секторе составлял в последние десятилетия 8,9 %, в рыболовстве 1,4 % и 2,8 % в других областях сельского хозяйства .

В секторе морского рыбоводства приоритетные позиции в мире занимает культивирование лососевых рыб. В последние годы наблюдается усиление интереса к культивированию других гидробионтов, в частности трески, и этот объект выходит по значимости на второе место после атлантического лосося.

Ареал обитания трески обширен и простирается с запада на восток от берегов Северной Америки до Западного побережья Новой Земли и юго-западной части Карского моря (Треска Баренцева моря..., 2003). Треска является аркто-бореальным видом и в районах нагула наиболее часто встречается при температуре 0-7⁰С, наиболее предпочитаемые значения температуры от 1,8 до 2 ⁰С. На акватории Баренцева моря молодь трески встречается при температуре у дна от минус 1,8 ⁰С до 14,8 ⁰С, при солёности от 7-9 до океанической. Широкий диапазон индивидуальных различий по качественно полезным для доместикации признакам сформировался у особей трески разных популяций в ответ на факторы окружающей среды, поэтому она является идеальным объектом для марикультуры (Svasand T. at al., 2002).

Треска Баренцева моря является ценнейшим трансграничным объектом промысла, ее запасы эксплуатируются совместно и конкуренция за право вылова между европейскими странами чрезвычайно велика (Треска Баренцева моря..., 2003). Этот фактор при возрастающем спросе на диетическое белое мясо заставил мировое сообщество изменить традиционные представления об экономической и социальной значимости трески для растущего населения планеты. Оптовые и розничные мировые цены на треску неуклонно растут, её культивирование с целью искусственного пополнения промысловых запасов и увеличения производства товарной диетической продукции становится приоритетным направлением рыбоводства в странах Европы и Америки. Крупномасштабные проекты по треске успешно проводятся в Норвегии, Англии, Канаде, Швеции и Франции (Suquet, Omnes, Normant at al., 2002). Первые партии искусственно выращенной трески поступили в супермаркеты Англии ещё в конце прошлого века. Управляемое производство качественной товарной продукции, соответствующей мировым стандартам, даёт этим странам основание надеяться на сохранение ведущих позиций по продаже тресковых рыб на мировом рынке.

Отечественные достижения в этом секторе рыбоводства значительно скромнее (Анохина, 1996; 1999; 2002; Журавлёва, 1998; Anokhina, 2002; 2004). В России нет ни одного действующего производства по культивированию этого вида, тогда как гидрологические условия в прибрежных баренцевоморских водах наиболее благоприятны для культивирования именно трески. Внимательное изучение биологических особенностей вида в сопоставлении с природно-климатическими факторами в районах Западного и Восточного Мурмана убедительно показывают, что

баренцевоморское стадо трески – один из наиболее реальных и экономически выгодных объектов культивирования в нашем регионе (Анохина, 1999).

Выбор технологии культивирования трески традиционно следует за известными направлениями марикультуры рыб, сформировавшимися в практике рыбоводства. Например, доращивание гидробионтов базируется на технологии докармливания выловленной дикой молоди культивируемых объектов. При этом контролируемый этап роста рыб ограничивают коротким периодом их содержания в неволе от вылова до получения необходимой товарной навески (Анохина, 1999; 2002; 2006; 2007).

В мировой аквакультуре является общепризнанной биотехника товарного выращивания рыб в полном технологическом цикле, что предполагает полный контроль над производством товарной рыбы от икры до конечной продукции. Товарное выращивание хорошо зарекомендовало себя в лососеводстве и является традиционным на Северо-Западе России. В скандинавских странах и на американском континенте созданы и успешно функционируют тресковые товарные хозяйства аналогичного типа.

Одним из развивающихся направлений марикультуры трески является пастбищное выращивание (ранчирование), основанное на индустриальном получении молоди определённой навески с последующим её выпуском на нагул в природную экосистему (Анохина, 1999). Выпущенная молодь вырастает до товарной массы в естественной для неё среде обитания, потребляя натуральные кормовые ресурсы, а затем полностью вылавливается. В том случае, если молодь выпускают в отгороженные участки губ и заливов, а также в специально обустроенные лагуны, у производителя появляется возможность дополнительно подкармливать рыб и получать гарантированный урожай.

Технологическая схема ранчирования предусматривает использование на первом этапе современных интенсивных методов получения полноценной прошедшей метаморфоз молоди. Следующим звеном технологической цепочки является адаптация молоди в отгороженных морских лагунах и прибрежных участках акватории с открытым водообменом. На этом этапе у молоди трески вырабатываются навыки хищника, после чего её можно выпускать на нагул в открытые морские воды. Возврат трески при таком способе культивирования в Норвегии составлял в начале десятилетия от 12 до 23 %. Это очень хороший результат, если учесть, что возврат заводского атлантического лосося в реки Кольского полуострова едва достигает 1 %.

Территориальные баренцевоморские воды России с прилегающими нейтральными участками акватории моря являются благоприятнейшей средой для получения высоких урожаев баренцевоморской трески по ряду обстоятельств. Прежде всего, это соответствующий биологическим потребностям вида температурный режим. Огромные возможности для пастбищного выращивания предоставляет богатейшая кормовая база в Юго-Восточной части Баренцева моря, в Западных и Восточных прибрежных районах Мурмана (Треска Баренцева моря..., 2003).

Есть ещё одна причина, по которой России более других стран северного региона может быть выгодно ранчирование трески в прибрежных баренцевоморских водах. Как известно, отечественный промысел основывается на вылове неполовозрелых рыб, которые традиционно нагуливаются в южной и юго-восточной части Баренцева моря. Есть все основания полагать, что заводская молодь трески не покинет излюбленные кормные места и не уйдёт из российской зоны промысла. По крайней мере, нам известны технологические приёмы, которые позволят удержать выпущенную молодь трески в пределах её доступности и обеспечат наиболее полное изъятие заводских рыб отечественными промысловыми судами.

В этой связи особенно актуально изучение экологической толерантности гидробионтов, их способности переносить колебания факторов среды без утраты

физиологических преимуществ вида. Поэтому направленное формирование экологической терпимости искусственно выращиваемой молоди трески к диапазону температуры вод баренцевоморского побережья, достижение при этом высоких показателей её выживаемости при сохранении высокого темпа роста – важнейшие задачи исследователя на пути к созданию адаптированной технологии.

Доступная качественная молодь необходима для оптимальной реализации потенциальных возможностей каждого из направлений рыбоводства. Её производство является выгодным бизнесом, так как наличие гарантированных поставок посадочного материала из молоди, способной хорошо адаптироваться и быстро накапливать биомассу в морских садках и открытых водах, в конечном счёте определяет результативность деятельности тресковых хозяйств.

Решение технологической задачи получения качественного посадочного материала трески для отечественного рыбоводства требует соответствующих экспериментальных исследований, которые нами запланированы в рамках обширной темы «Биологические основы и биотехника получения посадочного материала трески для целей товарного и пастбищного выращивания».

Планируется разработать технологический регламент получения личинок трески с заданными морфофизиологическими параметрами и в промышленном варианте отработать отечественную методику перевода личинок трески на экзогенное питание с использованием натуральных живых и искусственных кормов. Период раннего онтогенеза, особенно переход на экзогенное питание и прохождение через метаморфоз, является критическим для трески (Анохина, Карлсен О, 1994). В условиях искусственного выращивания наблюдается массовая гибель трески на стадии желточного питания, однако причины высокой смертности личинок до настоящего времени окончательно не выяснены. Совершенно не разработана и не решается задача направленного формирования у потомства заданных качественных характеристик. Одна из задач исследования должна быть сосредоточена на определении оптимальных условий выращивания личинок баренцевоморской трески, поскольку не до конца изучен вопрос влияния факторов среды (температуры, освещённости, доступности кислорода) на качественные показатели и жизнеспособность выращиваемой молоди.

Решение этих задач позволит далее перейти к разработке промышленного технологического регламента управляемого выращивания молоди трески с заданными рыбоводными характеристиками.

Литература

1. Анохина В.С., Карлсен О, 1994. Морфология выклева и раннего развития у трески (*Gadus morhua* L.) при искусственной инкубации икры от двух пар производителей/ Заполярная марик.: Сб. научн. тр.: ПИНРО, Мурманск, Изд-во ПИНРО. -1994.
2. Анохина В.С. 1996. Искусственное разведение молоди трески - приоритетное направление морской аквакультуры в Северной Европе/“Наука”.- Санкт-Петербург.- В кн.: “Атлантическая треска” (биология, экология, промысел).- С. 193-202
3. Анохина В.С., 2002. Особенности адаптации трески в морских садках баренцевоморского побережья/ Тр. ВНИРО: М.: Изд-во ВНИРО, 2002. -Т. 141
4. Анохина В.С. 2002. Марикультура 21 века и ее ведущая роль в рыбохозяйственном освоении побережья Кольского полуострова/ Сб. ВНИЭРХ, Вып.2.-Москва.-8стр.
5. Анохина В.С., 2006. Сырьевая база и перспективы заготовки посадочного материала баренцевоморской трески в осенне-зимний период на промысле тралом/ Межвузовский сб. трудов по материалам Международной научно-технической конференции «Наука и образование – 2006». (апрель, 12, 2006 г.) – Мурманск, 2006.

6. Анохина В.С., 2007. Способ культивирования баренцевоморской трески в прибрежных районах Западного и Восточного Мурмана/ Материалы международной научно-технической конференции «Наука и образование - 2007», Мурманск, МГТУ, [Электронный ресурс]
7. Журавлева Н.Г. 1998. Эколого-морфологические основы разведения и акклиматизации морских рыб. // В кн. "Эколого-морфологические основы марикультуры рыб в Заполярье/ Апатиты: Изд.-во КНЦ РАН. - С.5-203.
8. Треска Баренцева моря: биология и промысел./ Монография ПИНРО. Изд. 2-е. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2003.-296 стр.
9. Anokhina V. S., 2002. Domestication of the Barents sea cod in the coastal waters of the European North of Russia/ Extended Abstracts and Short Communications, ‘Seafarming today and tomorrow’.- Trieste, Italy. EAS, № 32.- P131-132
10. Anokhina V. S., 2004. Dynamics of maturation and spawning of Northeast Arctic cod, *Gadus morhua*, in sea cages at the Barents sea coast of Russia/Gadoid mariculture, Simp. ICES.- Bergen , 2004
11. M. Suquet, M.H. Omnes, Y.Normant et al. 2002. Cod (*Gadus morhua*) rearing attempts in France/- Trieste, Italy. EAS, № 32.- P492 – 493
12. Svasand T. et al. 2002. Variations in growth among Families of Atlantic cod (*Gadus morhua*) / Extended Abstracts and Short Communications, ‘Seafarming today and tomorrow’.- Trieste, Italy. EAS, № 32.- P 494-495

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОПУЛЯЦИИ *LITTORINA SAXATILIS* НА ЛИТОРАЛИ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Пантелеева И.В. (МГТУ, кафедра биологии).

Abstract. We have researched morphological changes the intertidal molluscs *Littorina saxatilis* in two points the Kola gulf littoral, affected by anthropological pollution. Pollution degree is various. It is shown, that both researched populations of molluscs authentically differ from each other. Results are analyzed in comparison with earlier received data on occurring changes in water biocenose under action of pollution.

Динамично возрастающее антропогенное загрязнение морских экосистем в наибольшей мере проявляется на литорали – одной из наиболее продуктивных зон. В литературе отмечали характерные изменения структурных параметров морской и пресноводной биоты, происходящие под влиянием загрязнения. Подобные отклики были получены для морского макрофитобентоса (Хайлов с соавт., 1984, Ковардаков с соавт, 1985), пресноводных фитопланктонных сообществ (Joshiaki et al., 1983), ихтиофауны (Dollar, 1979). На объектах зообентоса подобные исследования практически не проводились.

В течение последних десятилетий акватория Кольского залива испытывает интенсивное комплексное антропогенное загрязнение. Массовыми источниками загрязнения Кольского залива являются нефть и нефтепродукты, биогенные элементы, содержащиеся в промышленных и бытовых сбросах (азот аммонийный, нитраты, нитриты), металлолом и др. (Денисов, 2002). Под влиянием растущего загрязнения, особенно, нефтью и нефтепродуктами, большая часть живых организмов не может выжить в условиях литорали, и это приводит к коренному изменению экосистем в приливно-отливной зоне (Алякринская, 2002). В этой связи изучение состояния организмов литоральной зоны залива представляет несомненный интерес.

Цель работы: исследование морфофизиологического отклика брюхоногого моллюска *Littorina saxatilis* - массового вида зообентоса литорали Кольского залива на комплексное антропогенное загрязнение.

Работы проводили на литорали Кольского залива в районе пос. Абрам-мыс (высокий уровень загрязнения) и в районе пос. Белокаменка (относительно невысокий уровень загрязнения). Расположение выпусков сточных вод и приливно-отливные течения создают в заливе градиент загрязнения в направлении к его внутренней части. Градиент надежно идентифицируется по концентрации основных компонентов загрязнения в донных осадках (Кольский..., 1997), а также – по концентрации общего азота в тканях многолетних бурых водорослей – *Fucus vesiculosus* (Завалко и др., 2002).

Исследовали морфо-функциональный отклик одного из массовых видов литорального зообентоса – брюхоногого моллюска *Littorina saxatilis* на загрязнение на организменном и популяционном уровне. Сборы зоологических проб проводили 4 раза в год – по сезонам с двух участков литорали Кольского залива: пос. Абрам-мыс и пос. Белокаменка, с учетных площадок 0,5х0,5 м². Площадки были расположены от нижней зоны литорали через пояс макрофитов до верхней зоны литорали. Всего было отобрано 48 проб (по 6 проб из исследуемых местообитаний). При лабораторной разборке измеряли биомассу и численность моллюсков. Для каждого моллюска производились измерения высоты, диаметра основания раковины моллюсков, ширины устья, определялась сухая масса раковины. На основании полученных данных определяли

размерно-возрастную структуру популяций *Littorina saxatilis* – долевое соотношение величин биомассы и численности возрастных групп популяции. У моллюсков разных возрастов измеряли площадь поверхности, на основании чего определили величину удельной поверхности раковины – отношение площади поверхности раковины к объему раковины.

Результаты структурных и морфофизиологических промеров моллюсков *Littorina saxatilis* показали, что обе исследуемые популяции продемонстрировали значительную вариабельность сезонной динамики численности, средней массы тела, морфологии раковины и размерно-возрастной структуры популяции. Однако, несмотря на выявленную сезонную изменчивость, исследуемые популяции в целом достоверно отличались одна от другой по измеряемым структурным и морфофизиологическим параметрам.

Популяция, обитающая в районе пос. Абрам-мыс (значительный уровень загрязнения), продемонстрировала достоверно более высокую численность по всем сезонам, меньшие размеры раковины и меньшую среднюю массу тела по сравнению с популяцией, обитающей в условиях относительно чистой зоны (район пос. Белокаменка).

Значительные различия между популяциями проявились также по размерно-возрастной структуре: доля молодежи в популяции, обитающей в загрязненных условиях, была достоверно выше. На литорали пос. Абрам-мыс преобладают моллюски с высотой раковины 3,2-4,0 мм (21,2 %), численность более взрослых особей снижается. На литорали пос. Белокаменки по численности преобладают моллюски средних возрастных групп с высотой раковины 6,0-7,2 мм (31,1 %), молодые и взрослые генерации представлены незначительно (1 % и 1,4 % соответственно).

Величина удельной поверхности гидробионтов является важным морфофизиологическим параметром, как правило, прямо связанным с интенсивностью метаболических функций (Хайлов с соавт., 1992). Средние значения удельной поверхности раковины *Littorina saxatilis* на литорали пос. Абрам-мыс для всех сезонов были достоверно выше по сравнению с моллюсками, обитающими в условиях меньшего загрязнения литорали в районе пос. Белокаменка.

Исследованная нами зависимость между удельной поверхностью раковины моллюска и его индивидуальной массой выявила единую закономерность для обеих популяций литторин на протяжении всех сезонов: увеличение массы моллюска сопровождается уменьшением удельной поверхности. Особи старших возрастных групп обладают меньшей удельной поверхностью, что способствует снижению интенсивности метаболизма. Для молодых моллюсков *Littorina saxatilis* необходим высокий уровень метаболизма для интенсивного роста на ранних этапах развития.

Увеличение численности животных, наблюдаемое на фоне измельчения отдельных особей и увеличения удельной поверхности их тела, в целом можно описать как увеличение дисперсности биомассы, неизбежно приводящее к интенсификации метаболических функций популяции литторин возникающей в условиях комплексного загрязнения среды.

В целом, наблюдаемые отклики моллюсков логично соответствуют общей схеме характерных изменений, происходящих в водном биоценозе под действием биогенного загрязнения, которая была сформулирована ранее А.Ф. Карпевич (1982). Согласно данной схеме, под влиянием антропогенного химического загрязнения в водной экосистеме происходят однотипные изменения: в ценозе значительно сокращается видовое разнообразие, доминирующие позиции занимают 1-2 малоразмерных короткоциклических вида с высокой оборачиваемостью биомассы на фоне исчезновения крупнотелых видов с длинным жизненным циклом.

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ В ИССЛЕДОВАНИЯХ НАПОЧВЕННОГО ЛИШАЙНИКОВОГО ПОКРОВА Г. АПАТИТЫ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Полякова А.Н. (МГТУ, кафедра биологии, e-mail: zarazaap@mail.ru)

Abstract. General results of nine years study of epigeal lichens (Apatity, Murmansk region) has been shortly described in the paper. Analysis of plants and lichens covering dynamics studied in seven groups of fifty test-squares has been given as well.

Изучение напочвенного лишайникового покрытия проводилось в радиусе 10 км вокруг г. Апатиты (Мурманская область) в течение 1999-2007 гг. В начале исследований в случайном порядке на территории города и на расстоянии 0,5; 1; 3; 5; 7; 10 км от него были заложены группы пробных площадок размером 0,5 м² (по 50 площадок в каждой группе). Ежегодно в течение 9 полевых сезонов на площадках оценивалось общее проективное покрытие (ОПП, %) и проективное покрытие лишайников (ППЛ, %).

После анализа накопленного материала были получены следующие данные. В целом во всех группах площадок, за исключением расположенных на расстоянии 3 и 10 км от города, наблюдается снижение проективного покрытия в среднем на 5-10 % (рис. 1).



Рисунок 1. Величины изменения ОПП в наблюдаемых группах площадок к последнему году наблюдений (2007) по сравнению с первым (1999).

Примечание: серым закрашены статистически значимые показатели.

Особо заметное снижение ОПП наблюдается на расстоянии 0,5 ($r = -0.845$) и 1 км ($r = -0.839$). Это вполне объяснимо тем, что именно на столь небольшом отдалении от города находятся излюбленные места отдыха горожан. Если в городских парках и прилегающих непосредственно к городу лесах до 0,1-0,2 км четкая сеть троп уже сформировалась и лишайников на них практически нет, за очень редким исключением, то в зоне 0,5-1 км от города лишайники на тропах встречаются и подвержены сильному прессингу вытаптывания. К тому же от сезона к сезону появляются новые тропы, которые со временем могут и зарастать. Наоборот, в отдалении от города, уже на 10 км, может наблюдаться повышение величины ОПП от года к году, то есть, наблюдается зарастание. В нашем исследовании группа площадок, расположенных на этом расстоянии, была единственной группой, характеризующейся положительной динамикой ОПП, и интенсивность зарастания здесь не уступала интенсивности вытаптывания, например, в городе ($r = 0.875$). При этом изменения этого показателя статистически значимы во всех группах площадок за исключением тех, что находятся

на расстоянии 5 и 7 км от города. То есть, говорить об изменениях ОПП в тех группах площадок пока не приходится.

Первоначально среднее ОПП во всех группах составляло большую величину, нежели в последнем полевом сезоне. При этом от года к году наименьшее значение составляла эта величина в городе, а наибольшее на максимальном (10 км) отдалении от него. Рисунок 2 показывает изменение среднего ОПП по группам площадок. Можно видеть, что, при всех колебаниях год от года, в целом наблюдается снижение величины этого показателя. Пики увеличения ОПП в 2002 и 2004 годах можно объяснить малым урожаем природных даров в эти годы и снижением количества людей, посещавших тогда пригородные леса.

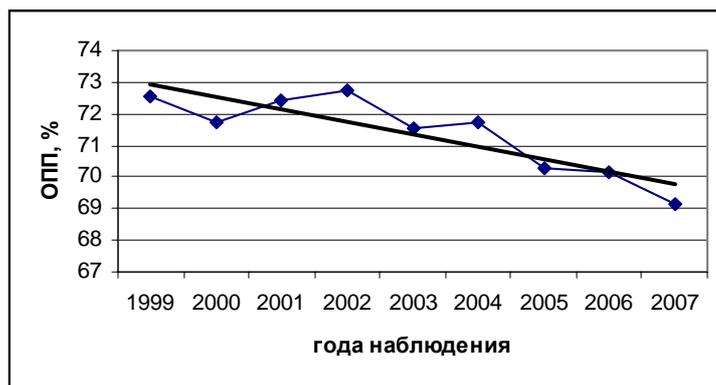


Рисунок 2. Изменение средней величины ОПП по всем группам наблюдаемых площадок за период 1999-2007гг.

Анализ данных по проективному покрытию лишайников на площадках показал снижение этого показателя в среднем на 2-8 % (рис. 3).



Рисунок 3. Величины изменения ППЛ в наблюдаемых группах площадок к последнему году наблюдений (2007) по сравнению с первым (1999).
Примечание: серым закрашены статистически значимые показатели.

Причем наиболее существенно он изменился в группе городских площадок ($r = -0.961$). Заметные изменения произошли с этой величиной и в группах на отдалении 3 км ($r = -0.797$) и 0,5 км ($r = -0.754$). Наименее ППЛ изменилось в группе площадок на расстоянии 1 км от города ($r = -0.499$).

Общая тенденция изменения этого показателя такова же, как у ОПП: на протяжении всего времени наблюдения он уменьшается (рис. 4). Значимое уменьшение отмечено во всех группах площадок, за исключением расположенных на расстоянии 1 и 5 км от города.



Рисунок 4. Изменение средней величины ППЛ по всем группам наблюдаемых площадок за период 1999-2007гг.

За все время наблюдений заметного увеличения превышающего 3 %, ни на одной отдельной площадке, ни в одной группе площадок не наблюдалось, тогда как высшие растения показали возможность увеличения своего проективного покрытия в среднем от 2 до 15 %, несмотря на вытаптывание. Причина может быть в том, что лишайники растут много медленнее высших растений, и в целом более чувствительны к фактору вытаптывания в отличие от высших растений. Так, среднее уменьшение проективного покрытия высших растений составило $0,3 \pm 0,05$ %, а лишайников $5,2 \pm 1,2$.

СЕКЦИЯ
«БИОЭКОЛОГИЯ»

Секция «Биоэкология»

АБДУЛЛАБЕКОВА Д.А. Состав дрожжей плодовых растений в условиях различной высотной поясности	454
АБРАМОВ Ш.А., ДАУДОВА Т.И. Аминокислоты плодов, выращиваемых в различных экологических условиях.....	456
БАХМУЛАЕВА З.К., МАГАДОВА С.А., АБРАМОВ Ш.А. Микронутриентный состав винограда Шасла белая из различных биотопов	460
БЕНЗИК А.Н., ДОЛГОВ А.В. Значение эвфаузиид в питании трески Баренцева моря в районе Штокмановского месторождения.....	464
БЕСКИЩЕНКО В.В., МАРТЕМЬЯНОВА Е.С. Разработка региональных критериев и стандартов для целей лесной сертификации.....	470
ГЛАДКИХ А.С., ЗАЙЦЕВ А.А., ПАХОМОВ М.В. Исследование влияния кормления на метаболизм гренландских тюленей (<i>Pagophilus groenlandicus</i>) при помощи ЭКГ	475
ГОЛОВИНА Ю.Ю., МИШИН В.Л. Применение количественных и полуколичественных методов ОВОС нефтегазодобычи в Баренцевом море.....	478
ДРОЗДОВА Е.И. К вопросу об экологическом факторе в развитии региона	483
КОЛПАШНИКОВ А.А. Исследование продуктивности внутренних водоемов Мурманской области	488
КОТЕНКО М.Е., БЕЙБАЛАЕВА Э.М., ЗУБКОВА Т.А. Зависимость состояния микробного сообщества от свойств засоленных почв	490
ЛАРИНА Т.М., ЖУРАВЛЁВА Н.Г., ОТТЕСЕН О., ТРЕАШЕР ДЖ. Основные проблемы, препятствующие прогрессу культивирования атлантической трески <i>Gadus morhua</i>	494
ЛАРИНА Т.М., ЖУРАВЛЁВА Н.Г., ОТТЕСЕН О., ТРЕАШЕР ДЖ. Переполненный кишечник, как один из факторов приводящих к возникновению уродств позвоночника у молоди атлантической трески <i>Gadus morhua</i>	498
МАГОМЕДОВА Е.С., МАГОМЕДОВ Г.Г. Качество винограда и особенности дрожжевой флоры в зависимости от природных условий.....	500
МИНЧЁНОК Е.Е., ЖУРАВЛЁВА Н.Г. Влияние света на клеточные и тканевые иммунные реакции семги (<i>Salmo salar l.</i>).....	504
МИНЧЁНОК Е.Е., ЖУРАВЛЁВА Н.Г. Влияние «нулевой» освещенности на неспецифические иммунные реакции семги (<i>Salmo salar l.</i>).....	508
ПАХОМОВА Н.А., ГАСАНОВ Р.Б. Влияние изменения климата на экосистемы	511
СЕМЕНИХИНА М.Е. К вопросу накопления радионуклидов в растительности в районе размещения Кольской АЭС	515
ХАЛИЛОВА Э.А., АБРАМОВ Ш.А. Интенсификация биосинтеза этанола за счет использования геотермальной воды	517

ЦВИРКО Н.И. Муниципальные отходы и их роль в современном экологическом кризисе	521
--	-----

СОСТАВ ДРОЖЖЕЙ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ВЫСОТНОЙ ПОЯСНОСТИ

Абдуллабекова Д.А. (г. Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН, лаборатория эколого-биохимических основ рационального использования биоресурсов, e-mail: pibrdncran@iwt.ru)

Abstract. The subject of scientific study is genetic composition of yeast of various fruit grown in Dagestan in different vertical zones. Started are its changes and irregular frequency of certain species according to the high altitude grade.

Исследования, целью которых является выявление закономерностей распределения микроорганизмов в окружающей среде актуальны, так как вносят определенный вклад в развитие микроэкологии, находящейся в стадии становления основных концепций.

Дрожжи предлагаются как очень подходящая модельная группа для познания организации в природе микроскопических форм жизни (1,2). Физические и химические условия их местообитания определяют набор видов в совокупности микроорганизмов, объединенных трофическими взаимоотношениями или устойчивостью к факторам внешней среды. Качественный состав одноклеточных эукариотов, обитающих в филлоплане существенно зависит от вида растения и его местообитания, климата, погодных условий и некоторых других обстоятельств (3).

Проводили сравнительный анализ родового состава дрожжей на территории Дагестана, где высота над уровнем моря (ур.м.), в качестве одного из местных средообразующих факторов, обуславливает высотную климатическую поясность. В условиях высотно-поясной структуры ландшафтов Дагестана наблюдается резкий климатический контраст на равнине (до 200 м. над ур.м.) и в предгорье (200-1000 м. над ур.м.)

Объектом исследования служили дрожжи, выделенные с различных плодовых растений, произрастающих на высотных отметках 34 м. и 475 м. над ур.м., в местностях географически приближенных друг к другу, расположенных в пределах 40-50 км.

Плоды собирали и извлекали сок непосредственно на местах сбора с соблюдением необходимых мер стерильности, предусмотренных по микробиологии (4). Для выявления всего спектра дрожжей посева на твердую питательную среду в чашках Петри проводили до и в процессе брожения в динамике и инкубировали при температуре 18-20⁰С. Выросшие изолированно колонии после предварительного микроскопирования выделяли в культуры и подвергали диагностическому тестированию по культурно-морфологическим признакам, согласно которым проводили идентификацию дрожжей, руководствуясь определителями и пособиями (4,5).

Показано, что присутствие дрожжевых организмов в составе естественных эпифитов плодов сопровождается их таксономической неоднородностью, независимо от места произрастания. Дрожжевой комплекс, адаптированный к природным условиям различных высотно-климатических поясов, был неидентичен и включал пять родов—*Debaryomyces hansenii*, *Saccharomyces Meyen*, *Pichia Hansen*, *Hanseniaspora*(Zikes) Klöcker, *Torulopsis Berlese* на равнине и четыре, кроме последнего в предгорье. Кроме того, на обеих высотных отметках обнаружены, так называемые

черные дрожжи, относящиеся к грибам семейства Dematiaceae, которые лишь на ранних стадиях развития сходны с дрожжами (4). Отмечена неравномерная встречаемость представителей отдельных родов по высотному градиенту. Резкие колебания в распространении наблюдали у черных дрожжей и *Torulopsis Berlese*. Частота встречаемости первых с подъёмом в горы значительно возрастала и они выделялись из всех проб, а *Torulopsis Berlese* были зафиксированы только в условиях равнины.

Таким образом, исследован родовой состав дрожжей плодовых растений, произрастающих в конкретных экологических ситуациях различных вертикально-климатических поясов Дагестана, показаны снижение его разнообразия с возрастанием высоты над уровнем моря и неравномерная встречаемость представителей отдельных родов по высотному градиенту.

Литература

1. Голубев В.И. Эволюция понятия «дрожжи» // Успехи современной биологии. 1992. Т. 112. № 5-6. С. 715-724.
2. Чернов Ю. География микроорганизмов и структура экосистем // Известия РАН. Серия Географическая. № 6. Ноябрь-Декабрь. 1993. С.49-58.
3. Экология микроорганизмов. / А.И. Нетрусов, Е.А. Бонч-Осмоловская, В.М. Горленко и др.; Под ред. А.И. Нетрусова. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 272.
4. Бабьева И.П., Голубев В.И. Методы выделения и идентификации дрожжей. М.: Пищевая пром-ть, 1979.
5. В.И. Кудрявцев. Систематика дрожжей. М.: изд-во АН СССР, 1954. 427 с.

АМИНОКИСЛОТЫ ПЛОДОВ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Абрамов Ш.А., Даудова Т.И. (г. Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН, лаборатория эколого-биохимических основ рационального использования биоресурсов, e-mail: pibrdncran@iwt.ru)

Abstract. Influence vertical belt on amino acids structure of grapes and apricots is studied. It is revealed, that in Dagestan ecological conditions of a foothill zone in a greater measure, than agro climatic factors of plain, promote formation original amino acids the complex describing food value of investigated fruits.

Дагестан относится к ценнейшим территориям Российской Федерации, на которых расположены природные системы, необходимые для видового разнообразия и сохранения биоресурсов. Поэтому требует особого внимания создание научной основы рациональной эксплуатации растительных ресурсов и обеспечение условий устойчивого развития окружающей природной среды.

В основе экологических связей растений с физическим и органическим миром лежат удивительно сложные явления. Каждый вид (сорт) приспособлен для жизни в условиях определенного типа и может быть специально адаптирован к внешним факторам (1). Известно, что соответствие экологических условий биологическим возможностям растения способствует усилению синтеза органических компонентов, характеризующих пищевую ценность плодов и ягод. Для успешного внедрения в жизнь инновационных технологий необходим научный подход для выявления в Дагестане оптимальных территорий выращивания определенных сортов винограда и садовых культур при глубоком и эффективном использовании ресурсного потенциала агроландшафтов. Точная диагностика потребности сорта в обеспечении соответствия среды обитания его биологии в настоящее время как никогда актуальна.

В совокупности и индивидуально факторы окружающей среды, изменяя химический состав плодов и ягод, влияют на аминокислотный фонд – резерв азотсодержащих органических веществ. Без аминокислот не возможен биосинтез. Многие из них являются антиоксидантами и поэтому активно участвуют в реакциях, препятствующих старению. Они способны усиливать сопротивляемость организма действию проникающей радиации. Недостаточное содержание или отсутствие в пище ряда аминокислот, особенно незаменимых, вызывает нарушения в активном транспорте жизненно важных веществ на клеточном уровне. Формирование значительного количества аминокислот говорит о хорошем качестве плодов и ягод, их высокой пищевой и биологической ценности (2,3).

Употребление экологически чистого винограда богатого аминокислотами способствует блокированию разрушительных окислительных реакций, происходящих в клетках и тканях человека. Аминокислоты способны оказывать фармакологическое воздействие, рекомендуются в качестве средств, повышающих умственную работоспособность и уменьшающих психоэмоциональное напряжение в период стрессовых ситуаций (1,2).

Абрикос – высокопитательное сырье для пищевой промышленности, занимает достойное место среди растительных ресурсов Дагестана. Плоды этой ценной косточковой породы широко используются для производства различных видов продуктов питания.

Принимая во внимание вышеизложенное, мы заинтересовались вопросом – на какой территории Дагестана, учитывая вертикальную поясность, совокупность экологических факторов способствует формированию в ягодах винограда и плодах абрикоса значительного качественного и количественного состава аминокислот. Решение этой задачи необходимо для построения моделей прецизионных технологий.

Исследовали аминокислотный состав винограда сорта Ркацители и абрикоса сорта Краснощекий, широко распространенных на территории Дагестана. В настоящее время Ркацители в большей мере используется для производства шампанских и коньячных виноматериалов, сухих и специальных вин, а также для потребления в свежем виде и приготовления соков.

Изученный виноград выращивается в хозяйствах, расположенных на равнине и в предгорной зоне Каякентского района – перспективного для дальнейшего развития виноградарства, на высотах 50, 200 и 265 м над уровнем моря. Опытные образцы плодов абрикоса сорта Краснощекий отбирали в садах, расположенных на равнине (Республиканский эколого-биологический центр г. Махачкала) и в предгорной зоне (Дагестанская селекционная опытная станция плодовых культур ДагНИИСХ г. Буйнакск), соответственно на высоте 34 и 475 м над уровнем моря.

Анализ аминокислот проводился методом ВЭЖХ с использованием аминокислотного анализатора «ААА-881» (Microtechna Praha).

Полученные данные свидетельствуют - в винограде, произрастающем на различных высотах над уровнем моря, качественный состав аминокислот оказался идентичным – по 16 одноименных составляющих, включая девять незаменимых. При сравнении количественных показателей выяснилось, что наибольшие: общая концентрация - 433,5, сумма заменимых – 256,5 и незаменимых аминокислот – 177 мг/дм³ обнаружены в винограде, выращиваемом на высоте 200 м.

В таблице приводятся данные, по каждой из идентифицированных аминокислот с учетом высоты расположения виноградников и садов над уровнем моря.

Аминокислоты	Высота над уровнем моря, м				
	50	200	265	34	475
	Виноград			Абрикосы	
	Количество аминокислот в соке, (мг/дм ³)				
Заменимые:					
Аланин	36,3	46,3	26,0	136,1	237,8
Аспаргат	27,4	39,2	31,3	446,3	704,4
Глицин	11,2	15,8	15,2	29,6	35,0
Глутамат	83,1	122,2	115,6	253,0	222,2
Пролин	5,8	5,9	2,9	20,1	36,9
Серин	14,9	23,3	16,0	71,1	112,9
Тирозин	2,1	3,8	5	17,5	22,4
Незаменимые:					
Аргинин	28,3	36,2	20,6	12,3	9,6
Валин	20,1	26,8	19,1	70,5	70,1
Гистидин	4,7	7,7	3,5	30,2	35,1
Изолейцин	8,4	10,6	8,3	28,3	32,3
Лейцин	13,9	18,1	10,9	47,8	48,8
Лизин	10,7	21,0	16	51,0	44,8
Метионин	1,7	2,5	2,1	1,8	2,3
Треонин	23,6	47,1	21,6	82,0	81,4
Фенилаланин	5,7	7	3,9	30,1	36,1
Сумма аминокислот	297,9	433,5	318	1327,7	1732,1

Было интересно узнать, что глутамат превалировал во всех опытных образцах винограда – независимо от того, на какой территории выращивалась культура. Глутамат и аспаргат, который также имеется в аминокислотном фонде сорта, – важнейшие показатели пищевой ценности. Они выполняют главную роль при обеспечении взаимосвязи между обменом углеводов, органических кислот, жиров, аминокислот и белков. Исследованный сорт характеризовался большим накоплением аланина – важного участника сахарообразования, конечный продукт которого является основным показателем качества винограда.

В Ркацители, произрастающем на равнине, ведущими аминокислотами являются глутамат, аланин и аргинин. В винограде из предгорья – высота 200 м, концентрация каждой из обнаруженных аминокислот, исключая тирозин более высокая. В нем лидировали глутамат, аланин и треонин – незаменимая аминокислота, которая при распаде образует глицин, способный активировать процессы защитного торможения в центральной нервной системе.

Виноград с участка, расположенного в предгорной зоне на высоте 265 м над уровнем моря, содержал значительное количество глутамата, аспартата и аланина. Кроме того, в этом опытном образце имелось самое значительное содержание тирозина способного в результате метаболизма преобразовываться в соединения, являющиеся исходным материалом для возникновения лигнинов и гидролизуемых танинов, формирующих качество виноматериалов. Тирозин также приводит к синтезу компонентов виноградных ягод, обуславливающих их характерный запах – тонкие тона мускатного ореха, имбиря, ванили, гвоздики и т.д. (4).

Таким образом, наши исследования показали, что при продвижении вверх, относительно уровня моря, количественный состав аминокислот в винограде сорта Ркацители изменяется. Экологические условия предгорной зоны Дагестана, способствуют аккумуляции в ягодах аминокислотного фонда, включающего соединения, осуществляющие формирование необходимых для здоровья физиологически активных веществ адреналина, гистидина, глутатиона и нуклеотидов. При эффективном использовании возможностей ампелоценоза с высоты 200 м над уровнем моря можно получать урожаи высококачественного винограда, пригодного для широкого использования в виноделии и для употребления в свежем виде в качестве продукта богатого натуральными аминокислотами.

Исследование аминокислотного состава сока плодов абрикоса сорта Краснощекий позволило подсчитать общую сумму аминокислот, а также количество, содержащихся в нем, заменимых аминокислот, которых в урожае из предгорья оказалось больше, чем с равнины, соответственно на 404,5 и 398,0 мг/дм³. Концентрация незаменимых аминокислот была почти равной – разница составила всего 6,5 мг/дм³. Всего в опытных образцах выявлено по 16 одноименных аминокислот, девять из которых незаменимые (табл.). В числе идентифицированных компонентов лидировал аспаргат.

В абрикосах с равнины по количественному показателю за аспаргатом следуют глутамат и аланин, а в плодах с предгорья – аланин и глутамат. Аланин, например, способствует формированию пантотеновой кислоты и кофермента А, необходимых для успешного прохождения важных процессов метаболизма. Глутамат и аспаргат, также входящий в состав аминокислотных пулов абрикосов – важнейшие показатели пищевой и биологической ценности продуктов (2). Концентрация каждой из заменимых аминокислот: аланина, аспартата, глутамата, пролина, серина и тирозина в абрикосах с предгорья превышала содержание этих компонентов в плодах с равнины в пределах 5,0-242,0 мг/дм³.

Анализы показали, что в абрикосах с равнины количество незаменимых аминокислот составляет 26,6% от общей суммы аминокислот, а в урожае с предгорья 20,8%. Отмечено, что в плодах деревьев, культивируемых на равнине, синтез аргинина, лизина, валина и треонина проходил более эффективно, чем процессы образования метионина, изолейцина, фенилаланина, гистидина и лейцина. В зависимости от места выращивания выявлены наиболее существенные различия по содержанию аспартата, глутамата, аланина и серина.

Согласно проведенным исследованиям, аминокислотные комплексы абрикоса сорта Краснощекий, выращиваемого на равнине и в предгорной зоне Дагестана, различаются по количественному показателю. Выяснилось, что этот сорт представляет большую ценность, как продукт питания и сырье для перерабатывающей промышленности потому, что в нем имеется значительное содержание аспартата, глутамата и аланина, а также полный набор незаменимых аминокислот, среди которых жизненно важные лизин, аргинин и гистидин.

Полученные нами данные позволяют констатировать, что вертикальная поясность влияет на формирование аминокислотного комплекса в абрикосе. Замечено, что в рассматриваемом ракурсе, экологические условия больше воздействуют на синтез заменимых аминокислот, чем на образование незаменимых. В абрикосах из предгорной зоны формируется оригинальный аминокислотный состав, в котором главенствуют аспартат, глутамат, аланин а также серин, тесно связанный с обменом триозофосфатов и пировиноградной кислоты. Аланин и серин способствуют синтезу углеводов, играющих важную роль при формировании вкуса плодов. Наличие физиологически важных аминокислот в сорте Краснощекий, выращиваемом в садах Дагестана из генетически неизменного посадочного материала, 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 специальной программой развития садоводства Республики Дагестан, на период 2005-2010 гг для производства высококачественных консервов из абрикоса, предпочтение должно быть отдано плодам, выращиваемым в предгорной зоне. В этих агроклиматических условия формирование аминокислот осуществляется в интересах пищевого производства наилучшим образом. Желательно, чтобы руководители сельскохозяйственных предприятий учитывали значимость аминокислотного состава абрикоса, принимая во внимание изменение его формирования в зависимости от вертикальной поясности. Такой подход позволит гарантировать более высокое качество конечной продукции переработки плодов.

Литература

1. Абрамов Ш.А., Даудова Т.И., Халалмагомедов М.А. Влияние экологических условий на количественные и качественные показатели аминокислотного состава винограда. Тезисы межд. кон. «Естественные и инвазивные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем». 2007. Ростов-на-Дону. С.79-80.
2. Власюк П. А. и др. Химические элементы в жизни растений, животных и человека. М.: 1974. с.216.
3. Плешков Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений – М: «Колос», 1980 – 495с.
4. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин, Н.М. Макрушин и др.; Под ред. Н.Н. Третьякова. М.: Колос, 2005. –с.675.

МИКРОНУТРИЕНТНЫЙ СОСТАВ ВИНОГРАДА ШАСЛА БЕЛАЯ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ БИОТОПОВ

Бахмулаева З.К., Магадова С.А., Абрамов Ш.А. (г. Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН, лаборатория эколого-биохимических основ рационального использования биоресурсов, e-mail: pibrdncran@iwt.ru)

Abstract. Micronutrient structure of grapes Shasla white growing in different ecological conditions was investigated. High thermosecure of sursandy soil compared with suclaying soil causes high concentracion of minerals ingrapes – phosphorum, ferrum, silicium, alluminium, cobalt, copper, and vitamins – rutine, nicotin acid.

Ухудшение экологической обстановки, потребление чрезмерно очищенных продуктов питания, произведенных по новым интенсивным технологиям, неполноценности пищи, из-за недостаточного содержания микронутриентов (минеральные вещества и витамины), повысило востребованность в продукции растительного происхождения. Повышенной ценностью, благодаря наличию биологически активных веществ, в том числе и микронутриентов, обладает виноград (1,2). Благоприятные эколого-географические условия Дагестана с избытком солнечной энергии, тепла, наличием орошаемых земель на низменности представляют большую возможность для возделывания этой культуры (3).

Как известно, микронутриенты принимают активное участие в сложных биологических и физиологических процессах организма, способствуя усилению его защитных реакций, что очень важно, когда происходит загрязнение окружающей среды химическими и радиоактивными веществами (4).

Цель нашей работы – определение в ягодах винограда Шасла белая, произрастающем в различных экологических условиях (двух микрорайонов), количественного и качественного состава минеральных веществ и комплекса витаминов: Р (рутин), РР (никотиновая кислота) и С (аскорбиновая кислота). Основные макроэлементы в виноградных ягодах определяли с применением фотоэлектрического колориметра ФЭК – 60, щелочные металлы методом пламенной фотометрии на спектрофотометре СА – 2, микроэлементы с использованием спектрографа СТЭ – 1, рутин и никотиновую кислоту – колориметрически (ФЭК 56 – М), аскорбиновую кислоту – титрометрически.

Микрорайон 1 расположен у подножья песчаной горы Сарыкум, где САТ (сумма активных температур), в среднем, на 300–350°С выше, чем в других микрорайонах и составляет 4000–4100°С в год. Это самый теплообеспеченный микрорайон в Дагестане. Повышение САТ объясняется наличием здесь песчаной горы и супесчаными окрестностями, которые в летнее время являются мощным аккумулятором тепла. В минералогическом составе почвы преобладает кремний.

В микрорайоне 2 САТ составляет 3800°С, почва светло-каштановая, суглинистая, содержит 1,8–2,5% гумуса и большее количество элементов минерального комплекса по сравнению с микрорайоном 1.

В зрелых ягодах винограда обоих микрорайонов обнаружены фосфор, кальций, железо, калий, натрий, магний, кремний, алюминий, кобальт, цинк, марганец, медь, титан (таблица).

Минеральные вещества в Шасле белой	Микрорайоны	
	1	2
	количество в ягоде, мг/кг	
Макроэлементы		
Фосфор	296,0	273,3
Кальций	140,1	241,2
Железо	20,5	18,1
Калий	1896,7	2199,8
Натрий	89,8	104,7
Магний	152,1	128,2
Кремний	723,1	581,4
Алюминий	42,4	34,1
Сумма	3360,7	3580,8
Микроэлементы		
Кобальт	0,084	0,029
Цинк	0,53	1,10
Марганец	0,53	1,11
Медь	0,81	0,58
Титан	2,0	2,10
Сумма	3,95	4,92

Фосфор относится к элементам, из которого сложены молекулы белков, углеводов, нуклеиновых кислот, принимающих участие в энергетическом обмене. Соединения фосфора входят в состав костной, мышечной и нервной тканей человека. Он занимает ведущее место в энергетике клетки. Суточная потребность его в пределах 1г. Содержание фосфора в ягоде винограда, произрастающего в микрорайоне 1 составило – 296,0 мг/кг, а в микрорайоне 2 – 273,3 мг/кг.

Кальций обладает высокой биологической активностью. Ионы этого элемента участвуют в процессах сокращения скелетных и глазных мышц, формировании костной ткани. Важная роль принадлежит кальцию в стабилизации структуры мембран. Потребность в кальции от 0,5 до 2 г в сутки. Обнаружено, что экологические условия микрорайона 2 способствовали большему накоплению кальция в винограде Шасла белая, по сравнению с микрорайоном 1.

Железо содержится во всех известных биологических системах, является основным катализатором дыхательных процессов, активирует синтез углеводов, жирных и нуклеиновых кислот. Большое влияние оказывают ионы железа на обмен аминокислот. Этот элемент играет активную роль в образовании хлорофилла. Недостаток его тормозит два важнейших процесса энергообмена растений - фотосинтез и дыхание. Среднесуточная потребность человека в железе составляет 5-10 мг. На теплообеспеченной супесчаной почве зафиксировано 20,5 мг/кг железа, а на суглинистой – 18,1 мг/кг.

Калий играет важную роль в процессах внутриклеточного обмена. Ионы калия, обладая радиоактивностью создают естественный радиоактивный фон организма. Этот элемент обеспечивает полноценное сокращение сердечной мышцы, регулирует водный баланс. Суточная потребность в калии 2 г. В ягодах винограда Шасла белая обоих микрорайонов содержание калия по сравнению с другими элементами гораздо выше (1896,7 мг/кг и 2199,8 мг/кг).

Натрий регулирует артериальное давление, водный обмен, поддерживает в необходимых пределах рН крови. Он создает высокое осмотическое давление в клеточном соке и дает возможность извлекать воду из засоленных почв. Суточная

потребность в натрии составляет 4 г. Относительно большая концентрация этого элемента обнаружена в винограде, выращенном на суглинистой почве микрорайона 2.

Магний является составной частью костей и мягких тканей, выполняет многие клеточные биохимические функции. Служит кофактором во многих высокоэнергетических реакциях фосфорилирования ферментов, участвует в синтезе протеина и необходим для передачи нервных импульсов и сокращений мышц. Суточная потребность не превышает 300 мг. На супеси Шасла белая формирует ягоду с большим содержанием магния (152,1 мг/кг).

Кремний в небольших количествах присутствует во всех частях организма человека. Относительно много кремния содержат волосы и ногти. Он отнесен к группе элементов, необходимых для нормального роста и развития человека, животных, растений. Кремний придает прочность, эластичность, непроницаемость стенкам кровеносных сосудов. Он способствует биосинтезу коллагена, участвует в метаболизме фосфора, липидном обмене. Ежедневный рацион человека требует не менее 20-30 мг кремния. Ягоды винограда выращенные в микрорайоне 1 синтезировали 723,1 мг/кг кремния, а в микрорайоне 2 – 581,4 мг/кг.

Алюминий входит в состав тканей и жидкостей животных и растений. Он концентрируется в основном в сыворотке крови и входит в структуру оболочек нервных клеток головного мозга. Алюминий ускоряет работу некоторых ферментов. Содержание алюминия в организме человека составляет десятичные доли процента по массе. На теплообеспеченной супесчаной почве этого элемента обнаружено в количестве 42,4 мг/кг, а на суглинистой – 34,1 мг/кг.

Кобальт. Биологическая роль его в организме связана главным образом с кроветворением. Кобальт входит в состав витамина В₁₂, без которого невозможен синтез гемоглобина, активирует ферменты мышц, участвует в метаболизме аминокислот. Введение кобальта в состав питательных сред в малых дозах стимулирует рост микроорганизмов. Потребность в кобальте невелика - 0,005 мг в сутки. В ягоде винограда Шасла белая, культивируемого в микрорайоне 1 синтезировалось в 2,9 раза больше кобальта, по сравнению с микрорайоном 2.

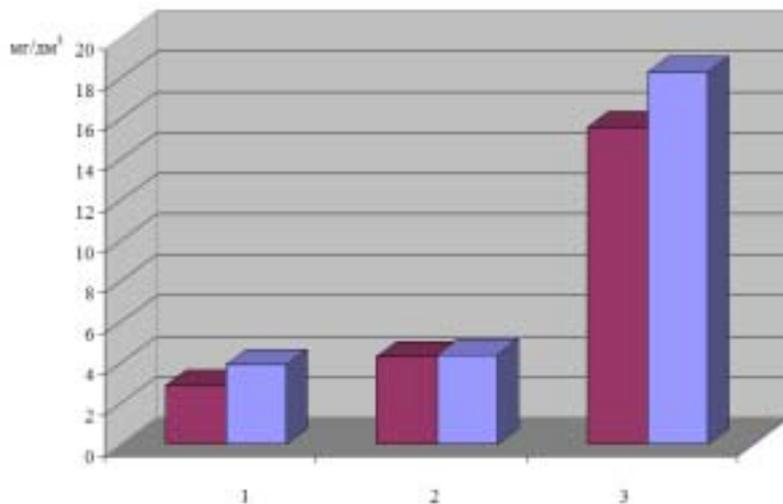
Цинк контролирует около 120 биохимических процессов. Входит в состав ферментов, участвующих в образовании двуокиси углерода и усвоении белков, формировании активной формы гормона инсулина. Цинк необходим для роста. Суточная потребность человека в цинке – около 15 мг. На суглинистой почве микрорайона 2 обнаружено в 2 раза больше этого элемента (1,10 мг/кг), чем на супесчаной микрорайона 1 (0,53 мг/кг).

Марганец влияет на образование крови и рост. Он необходим для активации дегидрогеназ и синтеза витамина С. В организме человека наибольшее количество марганца содержат сердце, печень и надпочечники. Он принимает активное участие в фотосинтезе, влияя на его интенсивность. Марганец повышает содержание углеводов, фенольных веществ, способствует накоплению белков. Суточная потребность организма в нем – 25 мг. Ягоды винограда выращенного в микрорайоне 2 содержали в 2 раза больше марганца (1,11 мг/кг), по сравнению с количеством этого элемента из микрорайона 1 (0,53 мг/кг).

Медь в организме участвует в процессе кроветворения и тканевого дыхания. Она входит в состав ферментных систем, активирует деятельность витаминов А, С, РР, группы В. Суточная потребность в меди составляет 2 мг. Обнаружено, что в ягодах винограда из микрорайона 1 концентрация меди составила 0,81 мг/кг, а микрорайона 2 – 0,58 мг/кг.

Титан содержится в плазме крови человека и животных, участвуя в процессах иммуногенеза. Биологическая роль этого элемента мало изучена. Количество титана в Шасле белой из различных биотопов практически не отличалось (2,0 и 2,1 мг/кг).

Изучение содержания витаминов в исследуемом сорте показали, что экологические условия микрорайона 1 способствовали большему накоплению рутина и никотиновой кислоты (рисунок). Тогда как синтез аскорбиновой кислоты на супесчаной почве (4,4 мг/дм³) практически не отличался от процесса ее образования на суглинистой (4,3 мг/дм³).



Витамины в винограде Шасла белая:
 никотиновая (1), аскорбиновая кислоты (2), рутин (3);
 микрорайоны: ■ - 1, ■ - 2.

Таким образом, в результате проведенных исследований обнаружено влияние климатического и эдафического факторов на микронутриентный состав винограда Шасла белая. Выявлено, что высокая теплообеспеченность супесчаной почвы в сравнении с суглинистой, способствует аккумулярованию в ягоде большего количества минеральных веществ – фосфора, железа, магния, кремния, алюминия, кобальта, меди и витаминов – рутина и никотиновой кислоты, участвующих в биохимических и физиологических процессах, активизируя деятельность ферментов и гормонов.

Литература

1. Сизенко Е.И., Липатов Н.Н. Итоги работы и задачи научных учреждений Отделения хранения и переработки сельхоз продукции РАСХН по реализации концепции государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 5. – С. 7–9.
2. Бахмулаева З.К., Магадова С.А. Микронутриентный состав винограда из Южного Дагестана // Виноделие и виноградарство. – 2007. – № 5. – С.42-43.
3. Аджиев А.М. Виноградарство Дагестана: Состояние и перспективы развития // Садоводство и виноградарство. – 2003. – № 6. – С. 2–3.
4. Тутельян В.А., Спиричев В.Б., Суханов Б.П. и др. Микронутриенты в питании здорового и больного человека. – М.: Колос, 2002. – 424 с.

ЗНАЧЕНИЕ ЭВФАУЗИИД В ПИТАНИИ ТРЕСКИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ В РАЙОНЕ ШТОКМАНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Бензик А.Н., Долгов А.В. (г. Мурманск, ПИНРО, e-mail: alex_b@pinro.ru)

Введение

Рачки из семейства Euphausiidae имеют большое значение в питании целого ряда промысловых и непромысловых рыб Баренцева моря (Дробышева, 1994). Треска, наиболее важный промысловый объект и одновременно ключевой вид в экосистеме Баренцева моря, также интенсивно потребляет эвфаузиид, преимущественно в летний период в южной части моря, что привело к образованию специального термина «капшачный откорм» (Зацепин и Петрова, 1939).

В связи с планируемой разработкой в Баренцевом море Штокмановского газоконденсатного месторождения и строительством трубопровода для транспортировки добываемого сырья на берег, которые затрагивают районы традиционного откорма трески эвфаузидами, в работе проанализированы особенности питания трески этими рачками в районе.

Материал и методика

Штокмановское газоконденсатное месторождение располагается в пределах 12 локальных промысловых районов в южной части Баренцева моря по классификации ПИНРО (Карта промысловых районов, 1957)

Для анализа питания трески эвфаузидами локальные промысловые районы по своим географическим, океанологическим и экологическим особенностям были объединены в 3 большие группы (рис.1). Кроме того, отдельно рассматривались Центральный желоб как более глубоководный район с более низкой температурой воды и Северная часть Новоземельского мелководья как район, в котором треска встречается нерегулярно (преимущественно в теплые годы).

Данные по интенсивности питания и составу пищи трески были собраны в научно-исследовательских и научно-промысловых рейсах, выполненных ПИНРО в 2002 - 2006 гг., в соответствии с методиками ПИНРО (Инструкции ..., 2001). Всего было исследовано содержимое 89612 желудков трески, из них 69508 желудков - методом полевого анализа питания и 20104 желудков - количественно-весовым методом.

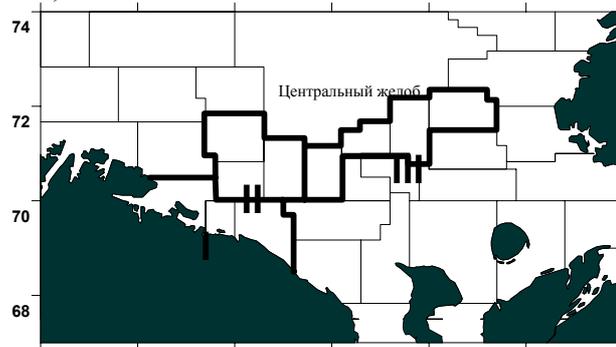


Рис. 1. Расположение объединенных групп локальных районов Баренцева моря

Результаты и обсуждение

Треска Баренцева моря относится к числу рыб-эврифагов с большой пищевой пластичностью, в питании которой встречается более 200 морских организмов (Зацепин и Петрова, 1939). Но в целом треска предпочитает откармливаться на плотных скоплениях кормовых организмов. Приуроченность их потребления к определенным сезонам и этапам биологических циклов способствует максимальной доступности корма при минимальной затрате энергии этим хищником.

В соответствии с общепринятой схемой миграций трески (Ярагина и др., 2003) в районе Штокмановского месторождения обитают две экологические группы трески-неполовозрелая молодь и половозрелые особи.

Состав пищи трески различных размерно-возрастных групп значительно различается. У пелагической молоди трески длиной 20-35 мм основу пищи (более 90 % по массе) составляют эвфаузииды (Сысоева, 1964). При оседании на дно в осенний период в питании донной молоди 0-группы появляется больше бентосных и придонных животных, однако массовая доля эвфаузиид составляет 29 % (Пономаренко и Ярагина, 2003). В питании донной молоди в возрасте 1-3 лет доля эвфаузиид в целом снижается с 10,6 % у годовиков до 5-6 % по массе у рыб в возрасте 3+ (Пономаренко и Ярагина, 2003). В то же время по данным этих авторов в летний период опускающиеся на дно после нереста эвфаузииды являются основой питания этих возрастных групп трески. Сходные тенденции были выявлены у трески в возрасте 0-2 года и в более поздний период (Dalpadado and Bogstad, 2004). В питании более крупных рыб (более 30-35 см) доминируют мелкие и среднеразмерные рыбы (мойва, сельдь, сайка, молодь тресковых), а наиболее крупные особи переходят на питание более крупными рыбами (треска, пикша, камбала-ерш и др.) (Долгов, 1999).

Эвфаузииды являются одним из основных объектов питания трески (Зацепин и Петрова, 1939). В то же время энергетическая ценность эвфаузиид (0,93 ккал/г сырого веса) не такая высокая, как у мойвы (1,67 ккал/г сырого веса), и несколько ниже чем у креветки и трески (1,06 и 1,0 ккал/г сырого веса) (Jobling, 1982). Наиболее интенсивное потребление эвфаузиид (так называемый капшачный откорм) традиционно отмечается в южной части моря в летний период (Зацепин и Петрова, 1939; Пономаренко и Ярагина, 1990; Орлова и др., 2001). Интенсивное потребление этих рачков в этот период связано с их повышенной доступностью при массовом опускании после нереста в нижние слои воды. При этом мигрирующая рыба захватывает периоды высоких концентраций эвфаузиид по мере их развития с запада на восток (Зацепин и Петрова, 1939).

В группе районов I, наиболее западном из исследуемой акватории районе, наиболее заметно влияние теплых атлантических вод Нордкапского течения, которое в районе Норвежского желоба разветвляется на Мурманскую и Прибрежную ветви. При этом глубины в этих районах составляют от 250 до 350 м. В этой группе районов очень мала роль *Th. raschii*, обитающей на холодном мелководье, и максимально велико значение тепловодного приносного *M. norvegica*, который в некоторые годы составляет до 30 % общего количества эвфаузиид, хотя в среднем не превышает 11 %. Самым постоянным массовым обитателем является *Th. inermis* (Дробышева, 1957). В этом районе значение эвфаузиид в питании трески длиной 16-30 см составляло в среднем 19 % по массе, у трески длиной 31-70 см – 7 % по массе.

В группе районов II с преобладающими глубинами 200—250 м велико влияние теплых вод Мурманской и Прибрежной ветвей Нордкапского течения. В центральной плоской части мелководья наблюдаются устойчивые круговороты, сильно охлаждающиеся зимой. В этих условиях успешно развиваются все виды эвфаузиид, благодаря чему состав их неустойчив и характеризуется преобладанием *Th. inermis*, а в ряде случаев *Th. raschii*, доля которой в общем запасе может увеличиваться в некоторые годы до 70%. В отдельные годы резко возрастает количество *M. norvegica*, которая в теплые годы составляет до 50 % общей массы эвфаузиид). В этом районе значение эвфаузиид в питании трески длиной 16-30 см составляло в среднем 6 % по массе, у трески длиной 31-70 см – 8 % по массе.

В группе районов III с глубинами от 50 до 200 м наибольшее влияние имеют значительно трансформированные, но еще несущие достаточно тепла воды Новоземельской ветви Нордкапского течения. В результате в этой группе районов также постоянно доминирует *Th. inermis*. В некоторые годы доля этого вида уменьшается на 10—20 % за счет увеличения численности *M. norvegica* или *Th. raschii*,

значение которых обычно в среднем невелико). В этом районе значение эвфаузиид в питании трески было наиболее высоким из всех трех групп и составило у трески длиной 16-30 см в среднем 34 % по массе, у трески длиной 31-70 см – 10 % по массе.

В Центральном желобе в 2002–2006 гг. в среднем доля эвфаузиид в питании трески была низкой (не более 1 % по массе), а основу питания составляли мойва (более 50 %) и креветки (10–20 %).

В Северной части Новоземельского мелководья эвфаузииды в 2002–2006 гг. также не играли значительной роли в питании трески, и их массовая доля в среднем не превышала 1 %. Доминирующим объектом откорма трески в этом районе была сайка, которая составляла до 30–70 % по массе.

Анализ данных по частоте встречаемости эвфаузиид показал несколько иную картину. Максимальная частота встречаемости эвфаузиид при высоком среднем балле наполнения желудков отмечалась в группе района II (Северо-восточный и Юго-западный склоны Мурманской банки), а также в Центральном желобе и Северной части Новоземельского мелководья. Однако следует учитывать, что частота встречаемости переоценивает значение в питании рыб мелких пищевых организмов (в данном случае эвфаузиид) и недооценивает значение крупных пищевых организмов.

В 2002-2006 г., как и в предшествующий период отмечалась четкие различия в потреблении эвфаузиид треской различного размера.

Во всех группах районов эвфаузииды составляли основу питания молоди трески длиной до 21-25 см, при этом частота их встречаемости составляла от 20-40 до 100 % от числа питавшихся рыб. Массовая доля эвфаузиид у молоди трески составляла 20-60 % по массе.

У среднеразмерной трески значение эвфаузиид изменялось по районам. Так, в группе I (Рыбачья и Кильдинская банки и Западный Прибрежный район), а также Северо-западном склоне Мурманской банки частота встречаемости эвфаузиид постепенно снижалась и у рыб длиной 25-95 см составляла 20-30 %. В то же время Северо-восточном и Юго-Западном склонах Мурманской банки после некоторого снижения у трески длиной 26-40 см, частота встречаемости эвфаузиид резко возрастала у рыб длиной 41-85 см до 50-70 % и затем вновь снижалась. Массовая доля эвфаузиид в питании среднеразмерной трески была невысокой и составляла 5-10 %.

В питании крупной трески длиной более 100 см эвфаузииды практически не играли заметной роли и встречались эпизодически.

В 2002-2006 гг. треска питалась эвфаузидами практически круглогодично, но интенсивнее всего в летние месяцы, когда рачки после нереста в массе опускались в придонные слои воды, образуя плотные скопления на склонах мелководий. При этом четко выделялись пики интенсивности потребления эвфаузиид треской. Следует отметить, что в группах районов I и III, а также на Северо-восточном склоне Мурманской банке эти пики совпадали во времени и приходились на июнь-июль. В то же время в группе районов II (за исключением Северо-восточного склона Мурманской банки) треска откармливалась эвфаузидами в более ранние сроки – апреле-мае (Юго-западный склон Мурманской банки) или мае-июне (Северо-западный склон Мурманской банки).

Треска начинала интенсивно потреблять эвфаузиид сразу после весеннего мойвенного откорма (с мая-июня), постепенно перемещаясь на нагул из западных в центральные и восточные районы моря. Откорм эвфаузидами начинался на Юго-Западном склоне Мурманской банки, куда треска мигрировала по основной ветви Мурманского течения. Здесь треска переходила на питание эвфаузидами уже в марте, а в мае наблюдался максимум частоты встречаемости (до 74 %). В этом же районе в отдельные годы отмечался осенне-зимний докорм трески эвфаузидами за счет уже

набравших жира рачков (до 46 % частоты встречаемости). Следующий рост частоты встречаемости эвфаузиид происходил в прибрежных районах (группа районов I), куда треска мигрировала по прибрежной ветви Мурманского течения. В этих районах откорм эвфаузидами начинался в марте–апреле, достигал максимума в июне (до 73 %) и заканчивался в октябре–ноябре. Следует отметить, что в этих районах питание трески эвфаузидами было наиболее продолжительным и растянутым в течение года.

Наиболее поздний откорм трески происходил на склонах Гусиной банки, а также в Северной части Новоземельского мелководья, что было обусловлено большей удаленностью этих районов и более поздним подходом мигрирующей трески. Здесь максимальная частота встречаемости эвфаузиид (до 80%) в питании трески также отмечалась в июне-июле.

Рассмотрим по материалам 2002–2006 гг. сезонные изменения накормленности трески и частоты встречаемости эвфаузиид в ее желудках.

Январь. В питании неполовозрелой трески при низкой интенсивности питания эвфаузииды встречались очень редко. Частота их встречаемости составляла на Рыбачьей банке 4,67 %, на Северо-западном склоне Мурманской банки - 1,6 %.

Февраль. Интенсивность питания и частота встречаемости эвфаузиид в желудках трески по сравнению с январем увеличивались. На склонах Мурманской и Гусиной банок увеличение частоты встречаемости эвфаузиид до 12-17 % сопровождалось увеличением среднего балла наполнения желудков до 2,2-2,4. В то же время в прибрежных районах интенсивность питания осталась прежней, а частота встречаемости эвфаузиид был несколько меньше – 8-17 %.

Март. При интенсивном откорме трески мойвой средний балл наполнения желудка повсеместно был очень высоким (от 2,6 до 3,7). Частота встречаемости эвфаузиид была высокой только на Гусиной банке и Северном склоне Мурманского мелководья (до 40 %).

Апрель. При снижении интенсивности питания частота встречаемости эвфаузиид в желудках трески в целом увеличивалась до 20–50 %.

Май. Средний балл наполнения желудков снижался до 1-1,3, за исключением Центрального желоба (2,7 балла). Частота встречаемости эвфаузиид увеличивалась в центральных и прибрежных районах, оставаясь на низком уровне на склонах Гусиной банки. Наиболее интенсивное потребление эвфаузиид отмечалось на Юго-западном склоне Мурманской банки и в Западном прибрежном районе (74 % и 48 % соответственно).

Июнь. Частота встречаемости эвфаузиид резко возрастала, особенно в прибрежных районах (до 50–70 %) и на склонах Гусиной банки (до 70–90 %). Здесь, преследующая мойву треска обнаруживала плотные скопления эвфаузиид. В то же время интенсивность питания трески была невысокой и составляла 0,9-1 балл в прибрежных районах и 1,5–2 балла - в центральных районах. В центральных районах отмечалось постепенное снижение частоты встречаемости эвфаузиид до 26 – 30 %.

Июль. Откорм трески эвфаузидами продолжался в большинстве районов при одновременном снижении частоты их встречаемости, за исключением склонов Гусиной банки (50–70 %). Интенсивность питания несколько повышалась, но в целом была невысока (до 1,5 баллов).

Август. Одновременно с уменьшением значения эвфаузиид интенсивность питания трески снижалась во всех районах южной части моря до 1,2—1,7. Частота встречаемости эвфаузиид сохранялась на высоком уровне только на Северо-восточном склоне Мурманской банки (80 %) и на склонах Гусиной банки (до 50 %).

Сентябрь. Встречаемость эвфаузиид продолжала снижаться почти во всех районах. Наиболее часто эвфаузииды встречались в желудках трески на Кильдинской банке и Западном склоне Гусиной банки (в отдельные годы до 43 %).

Октябрь—декабрь. Частота встречаемости эвфаузиид при низкой интенсивности питания повсеместно незначительна (до 10 %).

Выводы

Таким образом, рельеф дна и океанологические условия в районе расположения Штокмановского месторождения и трубопровода создают благоприятные условия для образования скоплений эвфаузиид и, соответственно, формированию богатой кормовой базы для рыб Баренцева моря, в том числе и трески. Наибольшая доступность эвфаузиид для потребления треской отмечается в летний период, когда посленерестовые особи опускаются в придонные слои воды.

Значение эвфаузиид в питании трески различных размерно-возрастных групп в 2002-2006 гг. было неодинаково. В питании молоди трески (до 15 см) эвфаузииды составляли основу пищевого комка. У среднеразмерных рыб эвфаузииды не являлись основным объектом питания, но при наличии больших концентраций потреблялись в значительных количествах и выступали в качестве дополнительной пищи. В питании крупных рыб (свыше 100 см) эвфаузииды практически не имели какого-либо значения.

Наиболее интенсивное потребление эвфаузиид треской в исследованных районах наблюдалось в летний период с июня по август, причем сроки начала и окончания откорма, а также его пика интенсивности были подвержены значительной сезонной изменчивости в зависимости от океанологических условия, состояния запаса трески и ее основных пищевых организмов (мойва, сайка, молодь сельди) и темпов и сроков нагульных миграций трески.

В целом исследованные районы играют важную роль в ходе годового откорма трески, поскольку указанные районы являются местом летнего капшачного откорма (одного из 3-4 основных сезонных откормов трески). Значение этих районов особенно возрастает при низком уровне запаса мойвы и других основных пищевых объектов трески. В связи с этим разработка и использование Штокмановского месторождения могут оказать негативное воздействие на условия откорма баренцевоморской трески.

Литература

1. Долгов А.В. Питание и трофические отношения трески Баренцева моря в 80-90-е годы : Автореф. дис... канд. биол. наук. - Мурманск, 1999. - 24 с.
2. Дробышева С. С. Влияние некоторых сторон биологии Euphausiacea на условия летнего откорма баренцевоморской трески//Тр./ПИНРО. - 1957. - С. 106-124.
3. Дробышева С.С. Эвфаузииды Баренцева моря и их роль в формировании промысловой биопродукции. Мурманск : Изд-во ПИНРО, 1994. - 139 с.
4. Зацепин В.И., Петрова Н.С. Питание промысловых косяков трески в южной части Баренцева моря (по наблюдениям 1934-1938 гг.) // Труды ПИНРО. - 1939. - Вып. 5 . - 170с.
5. Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в районах исследований ПИНРО/Сост. Шевелев М.С. - Мурманск: ПИНРО, 2001. - 290 с.
6. Карта промысловых районов Баренцева моря. Труды ПИНРО. - 1957. - Вып.10.
7. Орлова Э.Л., Нестерова В.Н., Долгов А.В. Эвфаузииды и их роль в откорме аркто-норвежской трески (80-90-е годы) // Вопросы рыболовства. - 2001, т.2. - № 1(15). - С.86-103.

8. Пономаренко И.Я., Ярагина Н.А. Многолетняя динамика питания трески Баренцева моря мойвой, эвфаузидами, креветкой и годовое потребление этих объектов // Кормовые ресурсы и пищевые потребности рыб Северной Атлантики : Сб. научн. тр. ПИНРО. Мурманск. - 1990 - С.109-130.
9. Пономаренко И.Я., Ярагина Н.А. Питание и пищевые отношения. Треска в экосистеме Баренцева моря // Треска Баренцева моря : биология и промысел. - Изд. 2-е. - Мурманск : Изд-во ПИНРО, 2003. - С.62-113.
10. Сысоева Т. К. Питание личинок и пелагических мальков трески аркто-норвежского стада // Материалы рыбохоз. иссл. Сев. бас. - 1964. - Вып.3. - с.65-72.
11. Ярагина Н.А., Пономаренко В.П., Шевелев М.С. Миграции. // Треска Баренцева моря : биология и промысел. - Изд. 2-е. - Мурманск : Изд-во ПИНРО. - С.30-50.
12. Dalpadado P., Bogstad B. Diet of juvenile cod (age 0-2) in the Barents Sea in relation to food availability and cod growth. *Polar Biology*. - 2004. - V.27. - P.140-154.
13. Jobling M. Food and growth relationships of the cod *Gadus morhua* L., with special reference to Balsfjorden, North Norway // *J. Fish. Biol.* - 1982. - Vol. 21, N 4. - P. 357-371.

РАЗРАБОТКА РЕГИОНАЛЬНЫХ КРИТЕРИЕВ И СТАНДАРТОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЛЕСНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ

Бескищенко В.В., Мартемьянова Е.С. (МГТУ, кафедра биоэкологии,
vital.beskischenko@rambler.ru ; axday@mail.ru)

Abstract. This report is devoted to problem of development of regional criteria and standards for the purposes of wood certification. Wood certification consists of an estimation of wood management and system of deliveries wood products: "from the manufacturer up to the consumer". It is used an experience of the Russian-Finnish Program of development of a steady forestry and preservation of a biodiversity in Northwest of Russia, creating "modelling woods" in republics Komi and Kareliya.

С принятием нового Лесного кодекса, который ввел принципиально новые для российской практики принципы распределения полномочий в лесоуправлении, в субъекты РФ переданы основные полномочия и права по использованию лесов, их охраны и защиты; введен новый порядок доступа к лесным ресурсам, обусловленный инвестиционными приоритетами; повышена ответственность бизнеса за ведение лесного хозяйства (Лесной кодекс, № 200-ФЗ от 4.12. 2006г).

На международном Лесном форуме-2007 в С-Петербурге было озвучено, что на долю России приходится четверть мировых запасов леса. Но вместо прибыли у нас леса горят, поражаются вредителями, разворовываются, меняют свой породный состав в худшую сторону. Причина – неумелое управление лесными ресурсами. Начиная с 1917г., в лесной отрасли одиннадцать раз менялась система управления лесами, т.е. один раз в 8 лет. Последняя перестройка в управлении лесами произошла в 2000г.: была ликвидирована самостоятельная лесная служба, которая имела 200-летний опыт хозяйствования. К примеру, лесные ресурсы Финляндии в 80 раз меньше, но страна получает более 12 млрд \$ ежегодного дохода, Россия – 3 млрд \$ за счет разницы в попенной плате от 51 \$/м³ (Финляндия) до 1,9 \$/м³ (Россия). В структуре доходов от использования лесных ресурсов России преобладает заготовка древесины (78%) (рис.1).

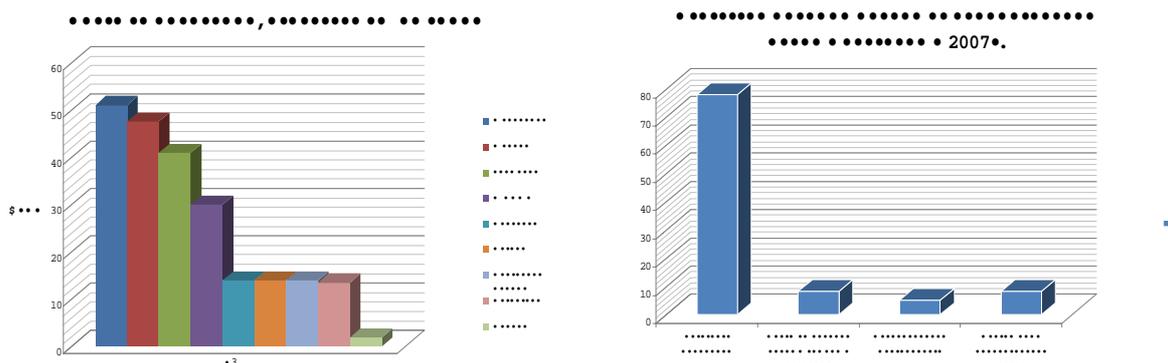


Рис. 1.

Поэтому стоит задача: повысить качество государственного управления лесными ресурсами. Новая система управления лесами России включает следующую структуру: 1) леса России – федеральная собственность; 2) управление лесами возлагается на администрации субъектов РФ; 3) за федеральным центром сохраняется жестко ограниченный объем полномочий по лесоуправлению и контролю; 4)

разделение хозяйственных и управленческих функций в лесхозах. Лесничество – территориальная единица лесоуправления; 5) лесное хозяйство ведет арендатор или конкурсный исполнитель государственного контракта. Заявлена также масштабная программа лесовосстановления. Реализуются проекты по линии "киотских лесов", высаженных после 1990г. специально для поглощения парниковых газов и не подлежащих вырубке.

Главной задачей устойчивого лесного хозяйства в Мурманской области является сохранение и повышение потенциала лесов для поддержания экологического баланса и компенсации крупных антропогенных нарушений окружающей среды; комплексное использование побочных лесных ресурсов, включая недревесные ресурсы, рыболовство, развитие рекреационных услуг. Необходимо подчеркнуть значимость защитного лесоразведения в рамках реализации "Киотского протокола" в регионе и разработку региональной программы по примеру других лесных субъектов РФ. Однако наблюдается низкая эффективность лесовосстановительных работ в северо-таежных редколесьях, что обусловлено крайне неблагоприятными климатическими, почвенными условиями и антропогенными факторами региона. Соблюдение лесоводственных правил, обязательность ведения лесопатологического мониторинга и лесной сертификации, государственная лесная политика в отношении малонарушенных лесов и многое другое становятся обязательными компонентами международной системы устойчивого управления лесами, соблюдение которых обязательно и в регионе (3).

Фактически мы имеем огромное количество правонарушений в сфере лесопользования в регионе, существенные штрафы за эти правонарушения и низкую эффективность их взыскания (рис.2).

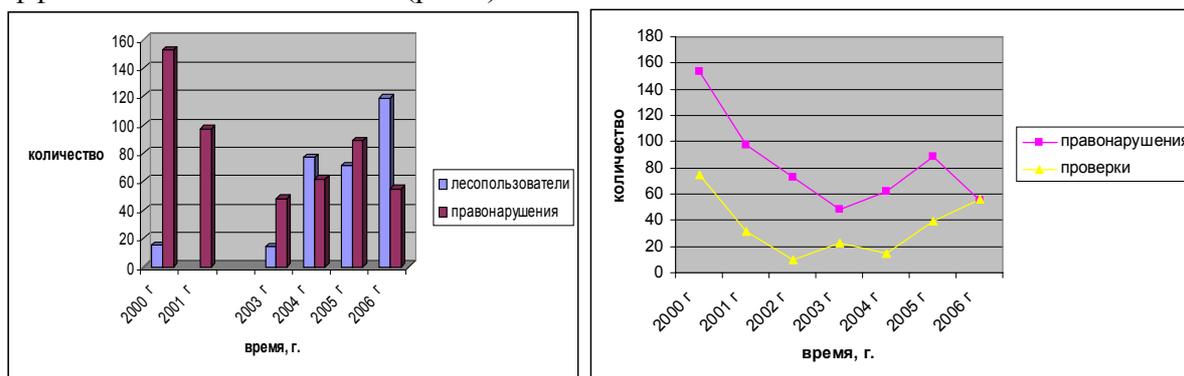


Рис.2. Динамика результатов лесного контроля и числа выявленных правонарушений в Мурманской области

Вышеизложенные особенности учитывались при выработке региональных принципов и критериев устойчивого лесопользования. На данный момент в регионе при экспорте лесопродукции используется лишь система фитосанитарной сертификации и лесной карантин в соответствии с требованиями стран-лесоимпортеров. В рамках совместной российско-финляндской программы развития устойчивого лесного хозяйства и сохранения биоразнообразия на Северо-западе России ведутся исследования по разработке нормативов по сохранению биологического разнообразия лесов, по использованию современных биологических технологий в лесном хозяйстве. Опыт и результаты региональных модельных лесных проектов на Северо-западе России (республика Коми, Карелия, Архангельская обл.) были использованы для разработки и продвижения региональной системы добровольной сертификации лесоуправления и лесопродукции в Мурманской области (1,2).

Авторами предложен Список критериев и индикаторов (показателей), устойчивого управления лесами Мурманской области с учетом Списка РФ (4).

Критерии - стратегические направления реализации принятых принципов. Критерии сохранения и устойчивого управления лесами реализуются на уровне практического ведения лесного хозяйства и могут контролироваться по соответствующим индикаторам (показателям) устойчивого управления лесами. Каждый критерий может быть оценен по совокупности характеризующих его индикаторов (показателей). Индикаторы (показатели) - количественные и описательные характеристики критериев устойчивого управления лесами. Совокупность индикаторов (показателей) позволяет оценить направление изменений в управлении лесами, соответствующих конкретному критерию. Последовательное отслеживание индикаторов (показателей) с течением времени показывает тенденции в изменении управления лесами.

Критерий 1. Поддержание и сохранение продуктивной способности лесов. Индикаторы:

- 1.1. Изменение доли площади эксплуатационных лесов относительно общей площади лесных земель (каждые 5 лет).
- 1.2. Отношение допустимого (расчетного) и фактически вырубаемого объема древесины, в том числе по хвойному хозяйству в эксплуатационных лесах (каждые 5 лет).
- 1.3. Запасы и объемы использования недревесной продукции леса, включая дикорастущие лекарственные растения, плодovou продукцию, грибы, мед, техническое сырье и дичь (ежегодно).
- 1.4. Доля лесной площади, охваченной лесоустройством и планированием ведения лесного хозяйства (каждые 5 лет).

Критерий 2. Поддержание приемлемого санитарного состояния и жизнеспособности лесов. Индикаторы:

- 2.1. Общая площадь лесов, усыхающих или погибших под воздействием неблагоприятных факторов (ежегодно), в том числе: от пожаров; насекомых и болезней; промышленных выбросов; от прочих факторов.
- 2.2. Площадь лесов, загрязненных радионуклидами (ежегодно).
- 2.3. Общее количество оцениваемых воздушных поллютантов (загрязнителей) или их количество, приходящееся на единицу площади лесных земель (каждые 5 лет).
- 2.4. Площадь лесов, характеризующихся серьезной дефолиацией, оцениваемой по методике ЕЭК ООН (в пределах 500-километровой зоны вдоль западных границ).

Критерий 3. Сохранение и поддержание защитных функций лесов. Индикаторы:

- 3.1. Доля лесной площади, используемой для защиты почв, в том числе участки леса на крутых склонах, государственные защитные лесные полосы, ленточные боры, леса в малолесных горных территориях, защитные полосы лесов вдоль железнодорожных магистралей, автомобильных дорог, противоэрозионные леса (каждые 5 лет).
- 3.2. Доля лесной площади, используемой для водоохранных целей, в том числе запретные полосы лесов по берегам рек, озер, водохранилищ и других водных объектов, запретные полосы лесов, защищающие нерестилища ценных промысловых рыб, леса зон санитарной охраны источников водоснабжения (каждые 5 лет).
- 3.3. Доля лесной площади, используемой для других защитных функций: в санитарно-гигиенических и оздоровительных целях, притундровые, субальпийские леса (каждые 5 лет).

Критерий 4. *Сохранение и поддержание биологического разнообразия лесов и их вклада в глобальный углеродный цикл. Индикаторы (каждые 5 лет):*

- 4.1. Доля площади покрытых лесом земель, занимаемая лесами хвойных, твердолиственных и мягколиственных пород.
- 4.2. Площадь лесов по основным лесообразующим породам и классам возраста.
- 4.3. Доля площади покрытых лесом земель, под спелыми и перестойными лесами.
- 4.4. Площадь лесов особо охраняемых природных территорий.
- 4.5. Количество видов растений и животных, в своем распространении связанных с лесом и находящихся под угрозой исчезновения (по Красной книге РФ).
- 4.6. Площадь лесных территорий, предназначенная для сохранения или поддержания генетического разнообразия лесов.

Критерий 5. *Поддержание социально-экономических функций лесов. Индикаторы:*

- 5.1. Объем вывозки деловой древесины (ежегодно).
- 5.2. Размер инвестиций, вкладываемых в лесное хозяйство, включая выращивание лесов, их охрану и защиту, обработку древесины, рекреацию и туризм (ежегодно).
- 5.3. Доля площади лесного фонда, на которой осуществляются какие-либо виды лесопользования, предусмотренные лесным законодательством от общей площади лесного фонда (каждые 5 лет).
- 5.4. Занятость в лесном секторе, включая занятость в сельской местности и в местах компактного проживания коренных малочисленных народов (ежегодно).

Критерий 6. *Инструменты лесной политики для сохранения устойчивого управления лесами. Индикаторы:*

- 6.1. Правовые механизмы, включая законы и подзаконные акты, нормативы, предписания, директивы, содействующие сохранению и устойчивому управлению лесами.
- 6.2. Международные механизмы сотрудничества и кооперации по различным вопросам устойчивого управления лесами.
- 6.3. Экономические и финансовые механизмы устойчивого управления лесными ресурсами, включая политику в области инвестиций и налогообложения, направленную на обеспечение долговременного пользования всеми лесными ресурсами, в том числе не имеющими явной рыночной стоимости.

Устойчивое управление лесным сектором России опирается на принципы, заложенные в основу государственного управления лесами, начиная с реформ Петра Великого. Отработанная почти за три столетия формулировка этого принципа вошла в лесное законодательство России и в документы, регламентирующие деятельность государственного органа управления лесами: «Обеспечение неистощительного и непрерывного использования, воспроизводства, охраны и защиты лесов России». Разработанный Список критериев и индикаторов (показателей) устойчивого управления лесами Мурманской области будет опробован в лесхозах, лесозаготовительных предприятиях региона в рамках совместной программы Управления Россельхознадзора и Агентства Лесного хозяйства по Мурманской области.

Литература

1. Бескищенко В. В. , Мартемьянова Е.С. О лесной сертификации в России // Вестник МГТУ: Тр. МГТУ, 2006, Т.9. № 3.

2. Бескищенко В.В., Мартемьянова Е.С. Роль добровольных систем лесной сертификации в практической реализации лесной реформы на уровне субъекта федерации // Матер. VI межд. Научн.-практ. Конф. «Природноресурсный потенциал...». Пенза, 2008.
3. Об утверждении "Системы сертификации лесопромышленной продукции": Постан. Госстандарта России, 23.09.2002. № 92.
4. Список критериев и индикаторов (показателей), устойчивого управления лесами РФ: Приказ Федеральной службы лесного хозяйства РФ № 21 от 05.02.1998.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОРМЛЕНИЯ НА МЕТАБОЛИЗМ ГРЕНЛАНДСКИХ ТЮЛЕНЕЙ (*LAGORHILUS GROENLANDICUS*) ПРИ ПОМОЩИ ЭКГ

Гладких А.С., Зайцев А.А., Пахомов М.В. (г. Мурманск, ММБИ КНЦ РАН, отдел морских млекопитающих и птиц e-mail :gladkikh@list.ru)

Знание, какого количества энергии требуется тюленям, фундаментально для решения многих вопросов о морских млекопитающих. Они включают определение того, как они решили комплекс биоэнергетических проблем, что позволило им успешно существовать в окружающей среде и также являются ли они явными конкурентами с рыболовством. В некоторых работах указывается возможность использования частоты сердечного ритма в качестве полевого индикатора метаболической нормы (I. L. Boyd et al., 1999). Многие работы, связанные с исследованием частоты сердечных сокращений проводились на голодных животных или после приема пищи без сравнения показателей между собой. Нам удалось найти только одну работу по морским млекопитающим, где рассмотрен эффект приема пищи. В ней рассматривалось изменение зависимости между частотой сердцебиения и потреблением кислорода после приема пищи. Было получено, что произошло изменения потребления кислорода, а сердечные сокращения не претерпели существенных отклонений (Jan M. McPhee, 2003). Достаточно хорошо рассмотрено влияние приема пищи на сердечную деятельность наземных животных и человека. Во многих исследованиях на людях показано, что гемодинамический ответ может продолжаться в течение многих часов, но у собак, телят и свиней показатели возвращались к значениям до кормления в конце приема пищи (Fronек, K. and Stahlgren, L. H., 1968, Houpt, K. A. et al, 1983, Kelbaek, H. et al, 1989). Возможными причинами изменениями в гемодинамике являются увеличение кислородного потребления и притока крови к пищеварительным органам от других органов (Grant, D. A. et al, 1997, Yi, J. J., 1990). Целью нашей работы являлось определение вариабельности сердечного ритма после кормления у гренландских тюленей.

Объектами исследования были четыре гренландских тюленя разных возрастных групп. Регистрацию сердечной деятельности производили при помощи электрокардиографа ЭК1Т-05-АСК до- и после кормления в специальном боксе, где находилось животное. Кормление производили до того момента, пока животное не отказывалось от приема пищи. Анализировались следующие показатели: средняя частота сердечных сокращений (ЧСС), среднее значение кардиоинтервалов (R-R интервалы), стандартное отклонение нормальных кардиоинтервалов (SDNN), квадратный корень из суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов (RMSSD), число пар кардиоинтервалов с разностью более 50 мс. в процентах к общему числу кардиоинтервалов в массиве (pNN50), дисперсия и коэффициент вариации.

Полученные данные приведены в таблице №1. В результате исследований было получено, что после насыщения характерно снижение среднего значения R-R интервалов в $1,35 \pm 0,05$ раза (как следствие увеличение частоты сердечных сокращений). Показатели SDNN и RMSSD снизились в $1,47 \pm 0,11$ раза и $1,52 \pm 0,09$ соответственно. Значение pNN50 так же уменьшился. Изменение данных показателей указывает на активацию центрального контура регуляции, то есть усиление симпатической регуляции и как следствие подавление автономного контура. Это проявляется в стабилизации ритма, уменьшение разброса длительностей кардиоинтервалов, увеличением количества однотипных по длительности интервалов.

Практически все данные по изменениям в гемодинамике после еды получены на

наземных животных и людях. Во время кормления для животных характерно значительное увеличение сердечной нормы (ЧСС и объема удара). Но в большинстве исследований к моменту окончания приема пищи она возвращалась к первоначальному значению. Для людей полученные данные также противоречивы. Эти расхождения в основном объясняются различием в энергетической ценности получаемой пищи. Возможные различия результатов нашей работы и работы И.Л. Бойда и соавторов (1999) связаны с тем, что они проводили исследования на свободно плавающих животных. Кроме того, они давали еду в определенной зависимости от массы тела. Мы же старались вызвать первичное (механическое) насыщение тюленя. Кроме того, наши исследования проводились в осенний и весенний период при максимальной температуре воздуха 10⁰С. Как следствие, животным требовались дополнительные затраты энергии на выравнивание температуры поступившей пищи с температурой тела. Возможно это так же нашло отражение в ВСР.

Изменения вегетативного баланса в виде активации симпатического звена рассматриваются как неспецифический компонент адаптационной реакции в ответ на различные стрессорные воздействия. После насыщения животного, в отличие от голодного состояния, увеличена активность механизмов симпатической регуляции, усилено влияние центрального контура. Вероятно, сердечно-сосудистый ответ на кормления происходит из пищеварительных органов и тканей. Более точно на это могут указать исследования изменения гормонального баланса в результате питания. Из полученных данных можно предположить что в результате кормления происходит увеличение метаболизма. Это может быть вызвано рядом причин: растяжением стенок желудка, согреванием поступившей пищи и началом пищеварительных процессов.

Литература

1. Fronek, K. and Stahlgren, L. H. (1968). Systemic and regional hemodynamic changes during food intake and digestion in nonanesthetized dogs. *Circ. Res.* **23**, 687-692.
2. Grant, D. A., Fewell, J. E., Walker, A. M. and Wilkinson, M. H. (1997). Oxygen transport and utilization during feeding in the young lamb. *J. Physiol.* **503**, 195-202.
3. Houpt, K. A., Baldwin, B. A., Houpt, R. and Hills, F. (1983). Humoral and cardiovascular responses to feeding in pigs. *Am. J. of Physiol.* **244**, R279- 284.
4. I. L. Boyd, R. M. Bevan, A. J. Woakes, and P. J. Butler (1999) Heart rate and behavior of fur seals: implications for measurement of field energetic // *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 276:844-857.
5. Jan M. McPhee*, David A. S. Rosen, Russel D. Andrews† and Andrew W. Trites (2003) Predicting metabolic rate from heart rate in juvenile Steller sea lions *Eumetopias jubatus* // *The Journal of Experimental Biology* 206, 1941-1951
6. Kelbaek, H., Munck, O., Christensen, N. J. and Godtfredsen, J. (1989). Central haemodynamic changes after a meal. *Brit. Heart J.* **61**, 506-509.
7. Yi, J. J., Fullwood, L., Stainer, K., Cowley, A. J. and Hampton, J. R. (1990). Effects of food on the central and peripheral haemodynamic response to upright exercise in normal volunteers. *Br. Heart J.* **63**, 22-25.

Таблица 1. Изменение основных характеристик вариации сердечного ритма в момент первичного насыщения

№ опыта		ЧСС, 1/мин	R – R, мс	SDNN	RMSSD	Pnn50,%	дисперсия	R – R, max	R – R, min	Коэф-т вариации
1	До	112	535	140	140	33.48	19491	1050	380	26.08
	После	138	434	132	107	15.64	17298	1080	350	30.28
2	До	74	809	269	310	56.08	72145	3000	480	33.22
	После	90	667	206	169	49.72	42619	1500	430	30.95
3	До	98	613	207	166	34.36	42681	1410	440	33.70
	После	104	579	166	143	31.40	27700	1170	400	28.72
4	До	57	1060	291	251	75.68	84772	2000	560	27.47
	После	76	789	315	275	50.66	99299	1880	470	39.93
5	До	105	573	217	143	41.15	47086	1480	360	37.86
	После	136	441	177	86	18.08	31165	1340	330	40.07
6	До	99	605	339	232	38.38	114937	1970	360	55.98
	После	121	498	201	177	25.31	40488	1440	340	40.44
7	До	92	650	249	138	34.24	62103	1190	400	38.37
	После	161	373	64	52	2.18	4102	990	320	17.16
8	До	72	831	391	231	57.64	156539	1730	340	47.61
	После	160	374	82	74	7.50	6775	840	290	21.99

ПРИМЕНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И ПОЛУКОЛИЧЕСТВЕННЫХ МЕТОДОВ ОВОС НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

Головина Ю.Ю. (МГТУ, кафедра биоэкологии, yuliya_golovina@list.ru),
Мишин В.Л. (МГТУ, кафедра биоэкологии, ПИНРО, mishin@pinro.ru)

Abstract. Some peculiarities of Marine EIA (environmental impact assessment) methodology in the oil and gas Arctic resources is described. The peculiarities of gas and oil activity impact assessment on the "Valued Ecosystems Components" of marine arctic ecosystems and the features of quantitative method of EIA, which is necessary for the procedure of the EIA, – are presented.

Решение задач методологического обеспечения ОВОС нефтегазодобывающей отрасли в Баренцевом море является одной из важных составляющих обеспечения рационального управления в области морского природопользования, особенно с позиций приоритетных направлений Энергетической стратегии России, предусматривающей разработку месторождений нефти и газа в шельфовых зонах арктических морей, в том числе Баренцева моря.

Наиболее современные исследования и разработки в области методологии ОВОС нефтегазодобычи применительно к морским арктическим экосистемам принадлежат Г.Г. Матишову, В.Л. Мишину, В.В. Денисову, Б.А. Никитину, О.Я. Сочневу и другим исследователям, проводившим ОВОС Штокмановского, Мурманского и других месторождений.

Вместе с тем, авторы отмечают отсутствие единой методики оценки воздействия нефтегазодобычи на морские экосистемы.

Вероятно, это связано с тем, что антропогенному воздействию подвергаются различные по экологическому статусу биологические компоненты природной среды. Так, практически невозможно разработать единый подход к оценке ущерба от хозяйственной деятельности для промысловых гидробионтов и редких или исчезающих видов. Поэтому в настоящей работе предлагается дифференцированно использовать два метода ОВОС нефтегазодобычи: количественный и полуколичественный.

С позиций оценки воздействия хозяйственной деятельности на промысловые виды (в Баренцевом море это, прежде всего, треска – *Gadus morhua morhua* и пикша - *Melanogrammus aeglefinus*) целесообразно применение количественного метода. Этот метод лежит в основе проекта методики Госкомрыболовства РФ (2008 г.) исчисления размера вреда, причиняемого водным биоресурсам при размещении, строительстве, реконструкции, эксплуатации и ликвидации хозяйственных объектов, внедрении новых технологических процессов и другой деятельности, на этапе проектирования, проект разработан специалистами ФГУП «ВНИРО», ФГУП «СахНИРО», ФГУП «ТИНРО-Центр», ФГУ «МИК» и ФГУ «ЦУРЭН».

Согласно указанной методике, в случае гибели объектов рыболовства на той или иной площади воздействия с возможным последующим восстановлением их запасов прямые полные или частичные потери их запасов могут оцениваться по следующей формуле:

$$N = \sum B_i \cdot S \cdot d \cdot \theta \cdot 10^{-3},$$

где: N – размер вреда в тоннах; B_i – средняя величина биомассы каждого из объектов рыболовства и других представителей водных биоресурсов в зоне воздействия, где прогнозируется их гибель ($\text{кг}/\text{км}^2$); S – площадь зоны воздействия, где прогнозируется

гибель объектов рыболовства и рыболовства и других представителей водных биоресурсов (км^2); d - степень воздействия, или доля количества гибнущих водных биоресурсов от общего их количества, в данном случае отношение величины теряемой биомассы к величине исходной биомассы (в долях единицы); θ – коэффициент, учитывающий длительность воздействия и время восстановления теряемых запасов (исходной биомассы) объектов рыболовства и водных биоресурсов, которые могут быть отнесены к объектам рыболовства; 10^{-3} – множитель для перевода килограммов в тонны.

А годовой размер вреда от потерь нерестовых площадей того или иного вида рыб (объекта рыболовства), в особенности в случае отторжения части донных нерестилищ, предлагается рассчитывать по формуле:

$$N = n_{\text{ди}} \cdot S \cdot (K_1/100) \cdot p \cdot d \cdot \theta \cdot 10^{-3},$$

где: N – размер вреда в тоннах; $n_{\text{ди}}$ – средняя плотность заполнения (численность икры, личинок) нерестилища в зоне воздействия, где прогнозируется потеря икры, личинок (экз./м^2); S – площадь зоны воздействия, где прогнозируется гибель донной икры, личинок рыб - объектов рыболовства и других видов водных биоресурсов (м^2); K_1 – коэффициент пополнения промыслового запаса (промвозврата), %; p – средняя масса рыб промысловых размеров (кг); d – степень воздействия, или доля количества гибнущей икры, личинок от общего их количества (в долях единицы); θ – коэффициент, учитывающий длительность воздействия, время восстановления, как нерестилищ, так и рыбных запасов; 10^{-3} – множитель для перевода килограммов в тонны.

Использование данного метода предполагает, что предприниматели могут сами определить перспективы выбранного проекта. Так, учитывая стоимость компенсационных мероприятий по возмещению причиненного ущерба ВБР, которые должны обеспечивать пополнение промысловых запасов объектов рыболовства в объеме прогнозируемого вреда, может оказаться экономически более выгодным предусмотреть другой вариант решения проектной задачи (например, изменить маршрут подводного продуктопровода).

Среди полуколичественных методов для ОВОС нефтегазодобычи в Баренцевом море заслуживает внимание метод выбора ЦКЭ - “Ценных Компонентов Экосистемы” (VEC - “Valued Ecosystems Components”), предложенный канадскими исследователями В. Дювалем и П. Вонк. В соответствии с ним, степень антропогенного воздействия на выбранные к рассмотрению ЦКЭ целесообразно оценивать тем способом, применение которого по определенным причинам наиболее оптимально для данного ЦКЭ (информативного и (или) ценного компонента экосистемы. Обычно, безопасность экосистемы определяется близостью ее состояния к границам устойчивости. “Ключевые” требования в этом отношении: сохранение размера и биомассы экосистемы, постоянство видового и популяционного состава, численных соотношений между видами и функциональными группами организмов. От этих характеристик зависит стабильность трофических связей, внутренних взаимодействий между структурными компонентами экосистемы и ее продуктивность. Снижение биоразнообразия неизбежно ведет к снижению устойчивости экосистем. Ряд экосистем в западном секторе Российской Арктики находятся в условиях, близких к границам своей устойчивости, и, следовательно, характеризуются повышенной уязвимостью к воздействиям антропогенных факторов среды и низкой степенью самовосстановления. При проведении ОВОС такие экосистемы можно рассматривать как один из ЦКЭ, а определение степени допустимого антропогенного воздействия нефтегазодобывающего комплекса на них можно проводить с позиций сохранения биоразнообразия.



Рис. 1

В качестве ЦКЭ важно выделение экологически чувствительных районов (нерестовые участки, птичьи базары, ценные залежки ластоногих и др.), где вообще недопустима какая-либо хозяйственная деятельность или введены экологические ограничения как для особо охраняемых морских резерватов. В данном случае, если реализация проекта может быть связана с потенциальным негативным воздействием на один из чувствительных районов, следует отказаться от проекта (проектного решения).

Важнейшие ЦКЭ для оценивания в методологии ОВОС нефтегазодобычи в Баренцевом море – популяции редких видов гидробионтов и птиц, популяции видов-эндемиков, видов-стенобионтов, видов-индикаторов (чувствительных к загрязнению, информативных ЦКЭ), видов, имеющих важное значение в структурах пищевых цепей экосистем. В данном случае эффективным методом для определения негативного воздействия определенного антропогенного фактора на рассматриваемую популяцию может быть метод полуколичественного определения пространственного и временного перекрытия зоны воздействия фактора и пространственно-временного распределения представителей популяции, также реализуемый на одном из этапов полуколичественной методологии ОВОС. Определение степени негативного воздействия на данную группу ЦКЭ можно реализовать с точки зрения главных факторов устойчивости популяций (учитывая биоинтервал фактора, устойчивость вида по отношению к отклонениям от оптимума в какой-то части биоинтервала и норму реакции вида на действие данного фактора). В том числе можно использовать критерий безопасности (устойчивости) отдельной популяции в составе экосистемы, выражаемого как $s_r \leq 2r$, предложенного Гудменом в 1989 г. (1), где r – репродуктивный потенциал, а s_r – дисперсия его отклонений от среднего уровня. При $s_r > 2r$ резко возрастает вероятность деградации и вымирания популяции. Если в результате реализации проекта (проектного решения) популяция один из таких видов может оказаться под угрозой исчезновения, то следует отказаться от реализации проекта.

В качестве примера можно рассмотреть проект разработки Штокмановского газоконденсатного месторождения (ШГКМ). При проведении ОВОС этого проекта необходимо выделить следующие районы: добыча газоконденсата, трасса подводного продуктопровода и участок выхода трубопровода на сушу (3, 4). Каждый из этих районов имеет свои специфические особенности, как по составу входящих в него биоценозов, так и по характеристикам параметров окружающей среды. Выход продуктопровода по основному варианту реализации проекта планируется вблизи губы Териберской. Исследования, проведенные в этом районе показали наличие репродуктивных и линных залежек серого тюленя (*Halichoerus grypus*), редкого вида

ластоногих, занесенного в Красную книгу РФ. Размножение серых тюленей происходит также и на других участках побережья Мурмана (Айновы о-ва, Гавриловский архипелаг, Шубинские луды, Семиостровье) (рис. 1), которые с большим основанием можно считать уязвимыми для хозяйственной деятельности человека. Размножение серого тюленя происходит в октябре-декабре, численность животных - 4 000 особей (2). Таким образом, мы определили исходные данные для построения пространственно-временного перекрытия действия негативных факторов на популяцию серого тюленя побережья Мурмана.

При строительстве и эксплуатации участка продуктопровода в районе его выхода на берег и береговых сооружений южной части губы Териберской кроме непосредственного или опосредованного влияния поллютантов, на группировку популяцию серого тюленя будут воздействовать следующие факторы:

- возможное загрязнение прибрежных вод (нарушение кормового биотопа, так как значительному воздействию подвергнутся бентосные сообщества, соответственно и рассматриваемый нами вид - серый тюлень, основными объектами питания которого являются треска, пинагор, песчанка, донные беспозвоночные);

- беспокоящий фактор (появление судов, работа технического оборудования в может вызвать уход животных из постоянных мест обитания и пищевую конкуренцию с ластоногими других видов в новых биотопах; способствовать развитию заболеваний стрессогенной этиологии; увеличивает вероятность появления большего количества брошенных самками щенков и их последующая гибель от истощения).

После определения пространственного и временного перекрытия зоны воздействия фактора и пространственно-временного распределения популяции проводится анализ ответов экспертов на ряд вопросов о значимости или незначимости воздействия данного фактора на ценный компонент экосистемы.

Определение возможности выживания популяции (учитывая ее численность, прогнозируемую после воздействия фактора) можно проводить с применением критерия безопасности (устойчивости) отдельной популяции в составе экосистемы, выражаемого как $s_r \leq 2r$; а для определения степени допустимого воздействия на экосистему (сообщество) – проанализировать степень устойчивости сообщества через показатель биоразнообразия и степень антропогенного воздействия pA на структуру сообщества, которая определяется по формуле (1):

$$pA = 1 - 1/\Phi(0) \int_s \Phi(s) \frac{ds}{S}, \quad 0 < pA < 1, \quad (1)$$

где s – площадь участка, занимаемого элементарным сообществом данной территории; $\Phi(s)$ – функция благополучия сообщества этого участка; S – площадь территории.

С точки зрения оценивания допустимости воздействия намечаемой деятельности, интересны положения норвежского законодательства, в частности норвежской инструкции (предписания, обязательных постановлений) по оценке воздействия на окружающую среду (Regulations on Environmental Impact Assessment, Laid down by Royal Decree of 1 April 2005) (5), согласно которой одним из показателей (критериев) для определения значительного воздействия проекта на окружающую среду является его перекрытие территории (участка), на которой предусматривается реализация проекта с местом обитания уязвимого вида, и угроза уменьшения биоразнообразия.

Таким образом, для реализации этапов методологии ОВОС нефтегазодобычи для морских арктических экосистем необходимо применение как передовых разработок российских исследователей, так и зарубежного опыта научно-методических разработок, нормативно-методических и законодательных актов в этой области, а также основных законов экологии.

Литература

1. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология: учеб. для вузов. – М.: ЮНИТИ, 1999. – 455 с.
2. Красная книга Мурманской области / Правительство Мурман. обл., Упр. природ. ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Мурман. обл.; [Андреева В.Н. и др.; Худож.: А.М. Макаров]. – Мурманск: Кн. изд-во, 2003. – 400 с.
3. Методология и технология морских ОВОС (Г.Г. Матишов, В.В. Денисов, А.Н. Зуев, В.Л. Мишин) // Современные информационные и биологические технологии в освоении ресурсов шельфовых морей / [отв. ред. Г.Г. Матишов]; ММБИ КНЦ РАН. – М.: Наука, 2005. – 359с.
4. Научно-методические подходы к оценке воздействия нефтегазодобычи на экосистемы морей Арктики (на примере Штокмановского проекта) / Под ред. Г.Г. Матишова и Б.А. Никитина. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. – 393 с.
5. Regulations on Environmental Impact Assessment, Laid down by Royal Decree of 1 April 2005 / <http://www.regjeringen.no/en/dep/md/Documents-and-publications/Acts-and-regulations>

К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ФАКТОРЕ В РАЗВИТИИ РЕГИОНА

Дроздова Е.И. (Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии; *ellenium@bk.ru*)

Abstract. Some of the important ecological problems of Murmansk region which should be eliminated in short time were analyzed in this report. The trend of increasing the part of own investments of enterprises in whole investments in environmental protection in region as efficiency of economical state government is shown here.

Экологический фактор развития общества настойчиво заявляет о своей приоритетности. Если воздухом нельзя дышать, воду нельзя пить, а пищу нельзя есть, то все социальные проблемы теряют свой смысл. Качество окружающей среды в ближайшие годы станет одним из ключевых факторов конкурентоспособности страны и каждого российского региона, не говоря уже о влиянии этих факторов на демографическую ситуацию и здоровье нации в целом. Поэтому экономику и окружающую среду (ОС) надо рассматривать как единую систему, в которой население и промышленный капитал являются главными действующими силами. Три других сектора с тенденциями роста – производство продовольствия, использование ресурсов и загрязнение ОС – структурно не способны воспроизводить себя. Они приводятся в движение приростом населения и промышленного капитала". Формула глобального развития по Д. Медоузу выглядит так:

$$I = P \times A \times T (IPAT),$$

где I – нагрузка на ОС; P – население, A – благосостояние, T – технология. Благосостояние измеряется потреблением на душу населения, а технология – ущербом ОС, производимым той или иной технологией на единицу продукции.

Американский фонд Blacksmith Institute опубликовал список наиболее загрязненных городов мира по состоянию на 2006г. Согласно исследованию, в России находятся 8 из 35 экологически опасных зон, в том числе к ним отнесен и Кольский полуостров [1]. Регион характеризуется высокой степенью промышленной освоенности территории, высокой урбанизированностью и плотностью населения в промышленных центрах. По состоянию природно-ресурсного потенциала относится к наиболее перспективным, поэтому проблема решения эколого-экономических проблем стоит наиболее остро. Экологическая опасность Мурманской области, с одной стороны, и усилия государственных органов и основных предприятий-природопользователей по ее преодолению, с другой, заключаются в следующем.

Одна из наиболее актуальных эколого-экономических проблем региона, требующих немедленного решения – образование и переработка отходов производства и потребления. В городах области назрела необходимость отдельного сбора, сортировки отходов, использования компонентов ТБО в качестве вторсырья. В настоящее время система сбора ТБО не обеспечивает отделение из них вторичного сырья и опасных промышленных отходов (ртутьсодержащие изделия, токсичные металлы, отходы, содержащие нефтепродукты, органические растворители и др.). В настоящий момент в Мурманской области отсутствуют полигоны опасных промышленных отходов, а также полигоны для захоронения твердых бытовых отходов, построенные по СНиП и удовлетворяющие экологическим требованиям. Имеющиеся оказывают негативное воздействие на окружающую среду, в особенности на поверхностные водоемы.

Согласно данным Кадастров отходов производств и госстатотчетности 2-ТП "Отходы" к 2006 г. накоплено около 6,78 млрд. т отходов горнодобывающей промышленности, 3200т отработанных ГСМ; 526,5т нефтешламов и 251,4 тыс.т. твердых отходов потребления (ТБО). Накоплены отходы 1 класса опасности: 816т бериллия; 76,7т селеново-мышьякового шлама; 978т нефтешламов; отходы конденсаторов и трансформаторных масел, содержащих полихлорбифенилы (ПХБ); металлическая ртуть; 7 складов пестицидов, непригодных (8482кг) и запрещенных к использованию (4049кг). Около 22,6% отходов горнодобывающей промышленности используются в качестве сырья для производства продукции, для закладки в выемки отработанных карьеров и рудников; остальные размещаются в отвалах, хвостохранилищах и накопителях (табл.1).

Таблица 1. Обращение с отходами производства и потребления в регионе в 2006г. [2]

Класс опасности отхода	Образование, тонн	Использование, обезвреживание, тонн	Захоронение, тонн
1 (чрезвычайно опасные)	31,8	62	0,0
2 (высоко опасные)	109,7	64	0,0
3 (умеренно опасные)	130107	109111	1297
4 (малоопасные)	371783	140539	173407
5 (неопасные)	177187615	39993299	137175872

Заслуживает изучения метод обращения с ТБО, разработанный петербургскими учеными, получивших премию правительства России в 2006г. ТБО проходят несколько стадий сортировки. Когда все ценное вторсырье извлечено, в дело вступают высокие технологии. Они превращают пищевые отходы в компост, а оставшиеся "хвосты" – в продукцию строительства и природоохранного назначения. Компост из отходов идет на озеленение городов, из боя стекла производится пористое стекло для атомной энергетики, блоки для коттеджного строительства; из старых автомобильных покрышек - высокопористые материалы, используемые для очистки дренажных вод, биосорбционные фильтры для борьбы с метаном, который выделяется на свалках и намного сильнее, чем углекислый газ, стимулирует парниковый эффект. Углеродные сорбенты восстанавливают плодородие загрязненных почв, из органической части отходов получают прекрасные почвогрунты, торфы, удобрения, при этом урожай возрастают на 20-30%. Внедрение метода дает экономический эффект около 1 млрд. руб./год, а переоборудование завода стоило несколько сотен тыс. руб. [3].

По "шведской технологии" отходы после извлечения вторсырья герметично упаковываются в полиэтиленовую пленку и вывозятся на свалку. Достоинство этого способа заключается в не загрязнении грунтовых вод. Однако создаются благоприятные условия для развития микроорганизмов, выделяющих парниковые газы, а решение проблемы утилизации отходов откладывается на будущее. ЕС приняло решение к 2020г. ликвидировать МСЗ на территории Европы и перейти на новые технологии. Норвежцы и греки уже переняли опыт петербуржцев.

Из образующихся в Мурманской области ТБО более половины поступает на санкционированные и несанкционированные свалки, остальные – термически утилизируются на ОАО "Завод ТО ТБО". В результате сжигания образуются шлак и летучая зола, содержащая диоксид серы и азота, окись углерода и цинка, хлористый водород – вещества, обладающие канцерогенным и мутагенным действиями, способствующие возникновению иммунодефицита. Вопрос переоборудования МСЗ актуален и из-за выбросов в атмосферу диоксинов (ежегодно 2,4 тыс. т), не улавливаемых электрофильтрами, а также образования высокотоксичных золошлаков. (в объеме 10% от количества отходов. Кроме того, сжигание в 2-3 раза дороже, чем

технология раздельного обращения с отходами различного происхождения. Главной проблемой переработки ТБО является их несортированность, высокая влажность, низкая теплотворность и, как следствие, невозможность соблюдения экологически безопасной технологии складирования на полигонах, компостирования, сжигания.

Ежегодное увеличение количества образования коммунальных отходов, которое выше проектной мощности завода (130 тыс.тонн/год), а также часто возникающие пожары, приводят к временной остановке завода. Вследствие этого ежегодно увеличивается вывоз ТБО на санкционированные и несанкционированные свалки. Наблюдается тенденция снижения количества отходов, переработанных на заводе, и одновременно увеличивается количество ТБО, поступающих на свалки, что вызывает усиление нагрузки на ОС и загрязнение поверхностных водоемов (рис. 1).

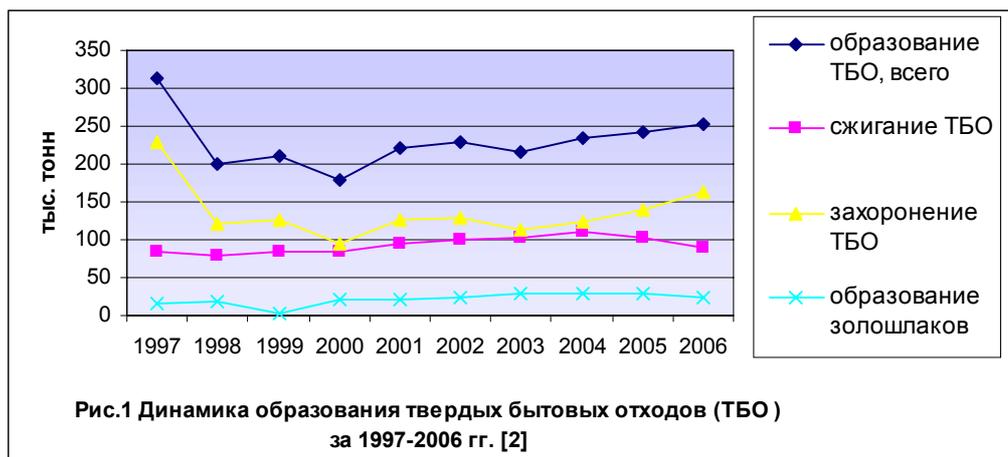
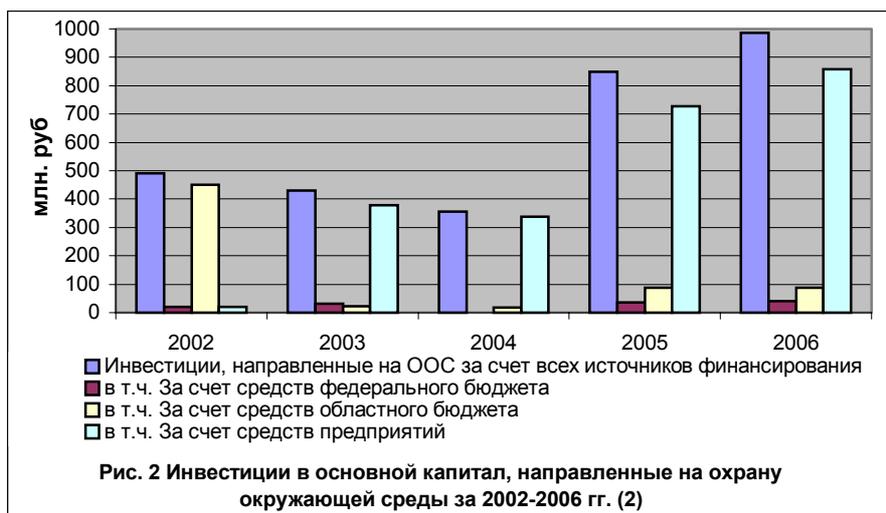


Рис.1 Динамика образования твердых бытовых отходов (ТБО) за 1997-2006 гг. [2]

Не менее важна другая экологическая проблема, требующая решения – разгрузка мазута на котельных Мурманской ТЭЦ, находящихся на территории г. Мурманска. Мазут везут в нашу область из других регионов страны, в которых значительно холоднее, чем в нашем регионе и за время пути он промерзает. Поэтому железнодорожные цистерны, в которых он перевозится, необходимо пропаривать. Процесс разгрузки мазута, по сути, непрерывен: ежегодно ТЭЦ разгружает около 300 тысяч тонн. В зимний период зачистка цистерн дольше и сложнее. Считается, что более эффективных технологий слива вязких нефтепродуктов нет. Подобная технология работы широко распространена на многих промышленных предприятиях. А в суровых климатических условиях Крайнего Севера – это еще и большие финансовые, энергетические и временные затраты. В результате пропарки мазута в атмосферу поступают химические соединения, очень вредные для здоровья человека, в этих районах присутствует еще и шумовое загрязнение. Таким образом, происходит комплексное негативное воздействие на организм человека и состояние окружающей природной среды.

Однако в регионе существуют примеры решения этой проблемы: около года назад на теплоцентрали ОАО "Ковдорский ГОК" привычный технологический процесс успешно заменили. После реконструкции участка горюче-смазочных материалов на топливно-транспортном участке ТЭЦ Ковдорского ГОКа была внедрена новая технология по приему и хранению мазута. Принципиально новое устройство позволило ускорить и удешевить процесс слива мазута из железнодорожных цистерн. Новая конструкция герметично присоединяется к нижнему сливу цистерны, по внутренней части устройства подается разогретый мазут, а по наружному диаметру трубы производится слив топлива в емкость для хранения мазута. Снаружи трубопровода проложен электронагреватель, благодаря которому топливо остается теплым даже при сильном морозе. Помимо очевидной экономической выгоды такая технология

позволяет избежать загрязнения нефтепродуктами прилегающей к предприятию территории. Герметичность новшества почти полностью исключает вероятность разлива мазута на землю, тем самым, повышая уровень экологической безопасности технологии. Таким образом, существует актуальная проблема выбора и внедрения более экологичного способа разгрузки мазута на котельных Мурманской ТЭЦ: строить специальный ангар, где будут разгружать мазут, либо внедрять более экологичные способы его разгрузки по примеру ОАО "Ковдорский ГОК", обеспечивающих сокращение выбросов углеводородов и сернистых соединений, выделяющихся при пропарке и сливе мазутного топлива.



Решение экологических проблем невозможно без финансирования природоохранной деятельности как за счет средств федерального и местного бюджетов, так и за счет собственных средств предприятий-природопользователей. В последние годы наблюдается тенденция увеличения доли собственных средств предприятий в общем объеме инвестиций на охрану ОС и строительство природоохранных объектов (рис. 2). Оно обусловлено экономическим стимулированием природоохранной деятельности предприятий. В рамках РЦП предприятия-природопользователи обязаны осуществлять природоохранные мероприятия, направленные на снижение негативного воздействия на ОС территорий, находящихся в зоне влияния промышленных производств [4]. В свою очередь эти затраты за 2006г были зачтены в счет платы за негативное воздействие на окружающую среду в 2007г. для ОАО "Кольская ГМК", ОАО "Апатит" и ГОУП "Мурманскводоканал" в размере 69909,5 тыс. руб (организация полигона захоронения промышленных отходов ОАО "Кольская ГМК", строительство очистных сооружений шахтных вод подземных рудников ОАО "Апатит", расширение и реконструкция канализации в г. Мурманске ГОУП "Мурманскводоканал" и др.) [5]. Впечатляют природоохранные издержки Кандалакшского алюминиевого завода, который в 2007г. вложил 20 млн \$ в очистные сооружения.

Таким образом, обеспечению устойчивого развития региона будут способствовать соблюдение экологических требований природопользователями, внедрение экологически безопасных и ресурсосберегающих технологий, экономическое стимулирование природоохранной деятельности предприятий.

Литература

1. <http://www.businessseco.ru/>.

2. Доклады по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 1997-2006гг.: Мурманск . Комитет по охране ОС.
3. Статья отходов//Российская газета № 101 (4364) от 16.05.2007.
4. РЦП "Охрана и гигиена ОС и обеспечение экологической безопасности Мурманской области на 2006-2008гг."
5. О зачете средств, освоенных предприятиями в 2006г. на выполненные природоохранные мероприятия, в счет платы за негативное воздействие на ОС в 2007г.: Пост. Правит. Мурман. области № 566-ПП от 23.11.07г .

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Колпашников А.А. (МГТУ, кафедра «Биоэкологии»,
e-mail: all-coll@mail.ru)

Площадь Мурманской области - более 140 тыс. км². В рыбохозяйственный фонд области входит часть акватории Белого и Баренцева морей общей площадью 879000 км², 18209 рек общей протяженностью 62745 км, 111609 озер общей площадью 922,7 тыс. га и 10 водохранилищ общей площадью 342,2 тыс.га.

На территории Мурманской области большой фонд средних и малых озер. В нынешних условиях он практически не используется в рыбной отрасли, из-за своей не рентабельности. Около 80 % площади всего озерного фонда расположено в труднодоступных для промышленной эксплуатации местностях. Вовлечение этих водоемов в коммерческое, спортивное и любительское рыболовство предоставит возможность вовлечь в эксплуатацию около 400 тонн рыбы.

Возможный вылов рыб в озерах, реках и водохранилищах определяется их продуктивностью, зависящей от развития кормовой базы, видового и численного состава ихтиоценозов, соотношения в них хищных и не хищных рыб, состояния запаса ценных видов рыб и условий промысла. Для Мурманской области характерны водоемы с низкой рыбопродуктивностью и преобладанием в ихтиофауне холодолюбивых видов рыб: сиговых, лососевых. Воспроизводство рыбы в большинстве водоемов области, главным образом, зависит от гидрометеорологических условий и количества производителей на нерестилищах, чем от хозяйственно-производственной деятельности человека, при низкой плотности населения на значительной части территории.

В целом продукционный потенциал всех промысловых рыб в водоемах Кольского полуострова в настоящее время достаточно хороший и составляет примерно 6 тыс. тонн. По многолетним данным ФГУ «Мурманрыбвод» о вылове рыбы по всем водоемам Мурманской области видно, что уловы рыбы относительно стабильны (табл. 1).

Таблица 1. Многолетний вылов рыбы во всех водоемах Мурманской области

Год	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Итого	319,01	205,45	253,53	246,98	515,06	290,77	412,48	323,02

После снижения интенсивности промышленного лова на внутренних водоемах Мурманской области из-за их низкой рентабельности усилился пресс рыбаков любителей, масштабы которого трудно контролировать. Любительский лов в основном нацелен на изъятие ценных пород рыб, таких как голец, сиг, кумжа. Такой избирательный вылов неблагоприятно влияет на поддержание видового разнообразия в ихтиоценозах, он влечет к изменению структуры ихтиофауны, росту численности хищных и малоценных видов рыб.

В 2006 году было исследовано 56 водоемов Мурманской области, целью которого была оценка структурно-функционального состояния ихтиоценозов внутренних водоемов Мурманской области. В результате выявлено, что наибольшую долю в уловах занимает сиг – 2300 экз. (40 %) от всей численности видов рыб в уловах. Второе место занимает окунь – 23%, и остальные виды рыб по мере убывания в улове представляют следующий последовательный ряд – Щука – Кумжа – Налим – Голец –

Корюшка – Плотва – Ерш – Ряпушка – Язь – Хариус – Лещ (рис. 1). Полученные данные, в целом отражают естественную численность видов и занимаемое ими место в ихтиоценозах Мурманской области.

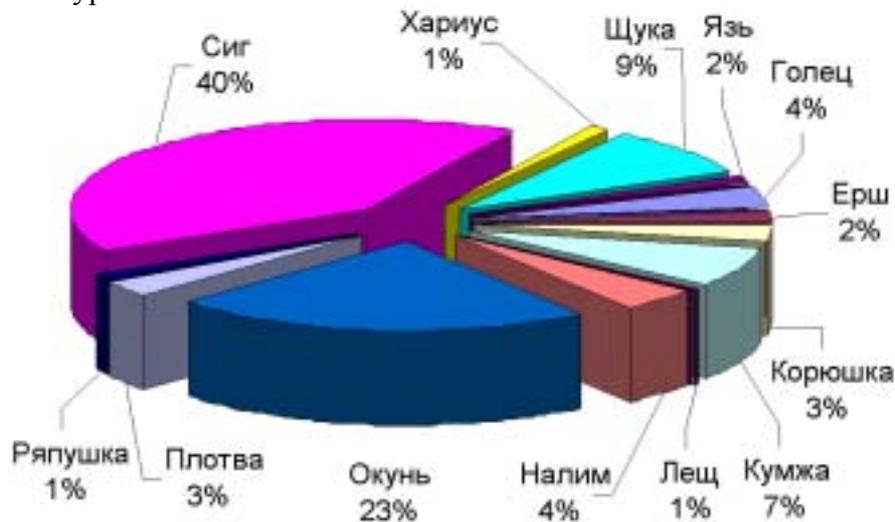


Рисунок 1. Доля вылова рыб в водоемах Мурманской области в 2006 году.

Увеличение продуктивности внутренних водоемов могло бы в значительной мере удовлетворить потребности населения городов и поселков в свежей озерной и речной рыбе. Для повышения продуктивности необходимо возобновить промысел ряпушки на Имандре и корюшки на Верхнетуломском и Нижнетуломском водохранилищах, которую вселили личинками из Карелии в 1979-1985 гг., где она отлично прижилась и хорошо размножается. На реках лов в основном должен быть направлен на сохранение воспроизводства ценных видов рыб и подавление хищников, уничтожающих икру и молодь этих рыб.

ЗАВИСИМОСТЬ СОСТОЯНИЯ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА ОТ СВОЙСТВ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ

Котенко М.Е., Бейбалаева Э.М. (Дагестанский государственный технический университет, кафедра «Защиты в чрезвычайных ситуациях», e-mail: pibrndncran@iwt.ru), **Зубкова Т.А.** (Московский государственный университет, факультет почвоведения, e-mail: zubkova_soil@msu.ru)

Abstract. The salty soil is one of reservoirs of microbiological cooperations because it doesn't cultivate and don't evolved into agricultural utilization. The influence of abundant salt on functioning of microorganisms and plants was known long ago, the salt consider being toxic. The salt increases the asthmatic pressure of accessibility for plants, breaks the normal correlation of mineral nutrition's elements, negatively influences on the soil's qualities, can exert specific toxic operation on plants. The aim of this work is to show cooperations behave in dependence of micro quantity of easy soluble salt in soil.

Засоленные почвы – один из резервуаров естественных микробиологических сообществ, поскольку они не обрабатываются и не вовлекаются в сельскохозяйственное использование. Влияние избыточных солей на функционирование микроорганизмов и растений известно давно - они считаются токсичными. Соли увеличивают осмотическое давление почвенной влаги, снижая ее доступность для растений, нарушают нормальное соотношение элементов минерального питания, отрицательно воздействуют на свойства почв, могут оказывать специфическое токсическое действие на растения (Е.И. Панкова и др., 2006). Как ведут себя сообщества в зависимости от микроколичеств легкорастворимых солей в почве – цель представленной работы.

Объектами исследования были выбраны почвы Прикаспийской низменности Республики Дагестан: Разрез 1- солончак луговой типичный, среднесуглинистый;

Разрез 2 - типичная луговая почва тяжелосуглинистая; Разрез 3 - лугово-каштановая карбонатная тяжелосуглинистая слабосолонцеватая на тяжелых аллювиальных суглинках; Разрез 4 - темно-каштановая карбонатная тяжелосуглинистая почва на карбонатных делювиальных отложениях; Разрез 5 - Темно-каштановая карбонатная среднесуглинистая почва в 100 м от химического завода фосфорных удобрений

Методы исследования. Функциональное разнообразие микрофлоры оценивали методом мультисубстратного тестирования (МТС) с помощью автоматизированной системы микробиологического мониторинга «Эколог» (Горленко, Кожевин, 1994, 2005).

Полученный многомерный массив данных (спектр потребления субстратов) является уникальным функциональным портретом исследуемого микробного сообщества почвы, на основании которых производили классификацию сообществ и вычисляли параметры их функционального разнообразия.

Методика

Отбирали репрезентативную пробу образца почвы массой 1 г и смешивали с фосфатным буфером (100 мл, рН 6,5). Полученную суспензию распределяли в тест-планшеты «Эколог», в которых находился тест-субстрат, всего 47 тест-субстратов. Образцы выдерживались при температуре 28°C в течение 72 часов. За инкубационный период происходит развитие микроорганизмов, что отражается в интенсивности окраски раствора, оптическую плотность которого определяли спектрофотометром

«Униплан». Регистрация данных МСТ осуществлялась программно-аппаратным комплексом «Эколог». Массив данных, полученных фотометрическим измерением оптической плотности по всем тест-субстратам, представляет собой спектр потребления субстратов (СПС) для микробного комплекса каждого почвенного образца.

Конечным результатом микробиологического тестирования почвенных образцов был интегральный показатель «здоровья» микробного сообщества G , который вычисляется по формуле: $G=(N/N_{max}*100)/d$, N_{max} – количество тест-субстратов (47), N – количество потребленных субстратов, мера разнообразия d .

Результаты и обсуждение

Интегральный показатель «здоровья» (или витальности) микробного сообщества почвы G показал, что в солончаке – самая «нездоровая» микробная масса (рис.1). Самая «здоровая» – у типичной луговой почвы, которая соседствует с солончаками, то есть комплекс самых контрастных по функционированию микробного сообщества почв солончаков и луговых соседствуют в географическом пространстве.

Лугово-каштановая (№3) и темно-каштановая (№4) почвы занимают среднее положение. Обращает внимание тот факт, что две одинаковые по физико-химическим и морфологическим свойствам темно-каштановые почвы (№4 и №5) различаются в 2 раза по витальности микробного сообщества. Это связано с тем, что разрез №5 находится вблизи химического завода на окраине г. Хасавюрт, а разрез №4 – на территории заброшенных фруктовых садов, т.е. вдали от источников загрязнения. Причем, по плотному остатку, составу ионов в водной вытяжке, а также по составу обменных катионов эти почвы имеют близкие значения. Вероятно, в городских почвах присутствуют другие токсические вещества, как тяжелые металлы.

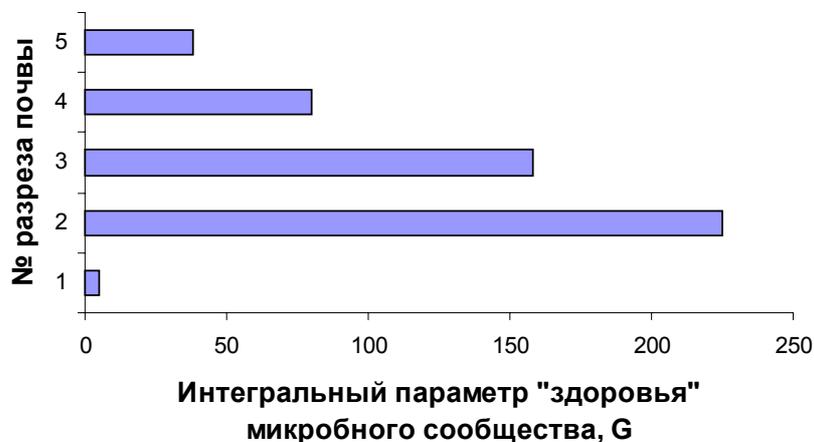


Рис.1. Ранжирование почвенных образцов по степени «здоровья» микробного сообщества.

Здоровье микробных сообществ напрямую связано с содержанием гумуса в исследованных почвах (рис.2), независимо от степени их засоленности. Возможно потому, что накопление гумуса также функция и засоления.

Микроскопические концентрации ионов, до 1 моль экв. на 100 г почвы, потенциально токсичных, как хлор и натрий и сульфат влияют положительно на витальность микробного сообщества (рис.3). Однако их высокие концентрации (40-400 моль экв./100 г почвы), характерные для солончаков, сводят на «нет» активность микробов.

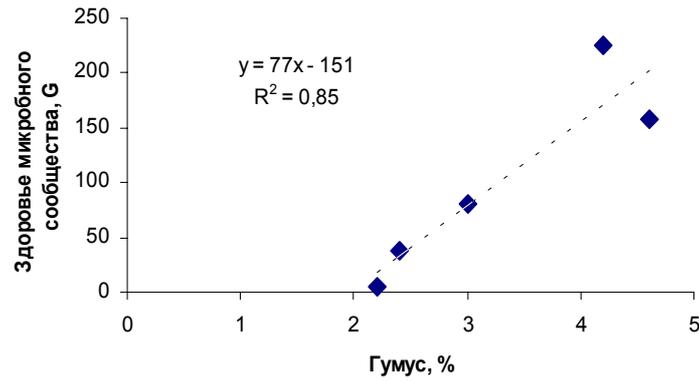


Рис.2. Зависимость «здоровья» микробного сообщества почв от содержания гумуса

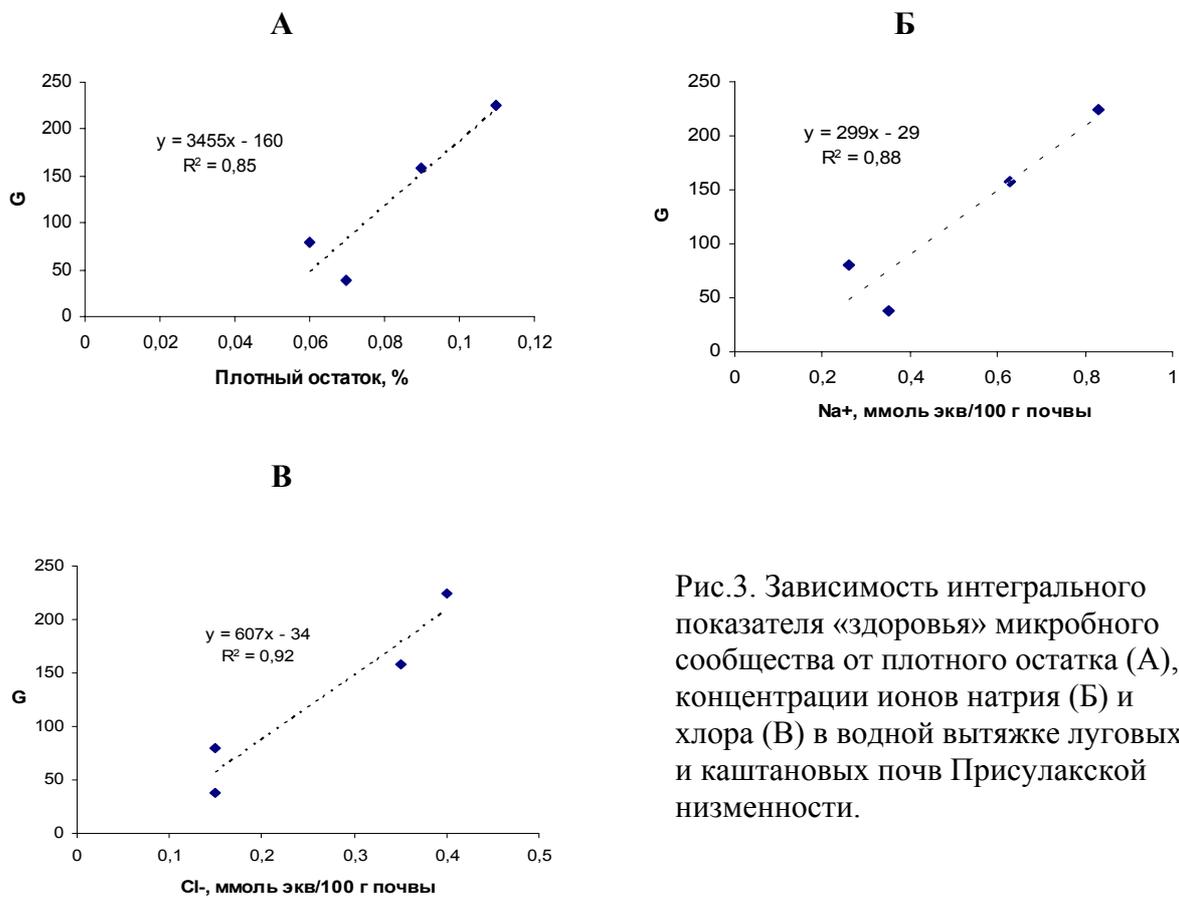


Рис.3. Зависимость интегрального показателя «здоровья» микробного сообщества от плотного остатка (А), концентрации ионов натрия (Б) и хлора (В) в водной вытяжке луговых и каштановых почв Присулакской низменности.

Выводы:

1. В гумусовых горизонтах солончаков микробное сообщество чувствует себя угнетенным: интегральный показатель здоровья (G) 0-5. В луговых почвах, включая и лугово-каштановые и слабосолонцеватые, напротив, здоровье микробных сообществ исчисляется высокими единицами параметра G - 160-230. Это самая благоприятная среда в ряду исследуемых почв Присулакской низменности. Гораздо хуже чувствуют себя микробы в темно-каштановых почвах Присулакской низменности, граничащих с предгорной зоной, где G - 30-80 единиц.

2. Микроскопические концентрации ионов легкорастворимых солей, до 1 ммоль экв. на 100 г почвы, положительно влияют на функционирование микробного сообщества, причем, чем выше их концентрация, тем выше **G**.
3. Почвы с максимальным индексом микробного здоровья и минимальным соседствуют в географическом пространстве – это солончаки и луговые. Контраст в экологическом состоянии микробного сообщества связан с контрастным содержанием в этих почвах легкорастворимых солей, плотного остатка, гумуса. Связей с составом обменных катионов не обнаружено.
4. Микробное сообщество темно-каштановых почв в техногенных зонах (химический завод г. Хасавюрт), отличается более низкой степенью «здоровья» от аналогичных почв естественных ландшафтов, хотя различий по химическим свойствам в них не выявлено.

Литература

1. Горленко М.В., Кожевин П.А. Дифференциация почвенных микробных сообществ с помощью мультисубстратного тестирования. //Микробиология. 1994. т.63 (2).
2. Горленко М.В., Кожевин П.А. Мультисубстратное тестирование природных микробных сообществ. Москва. Макс Пресс. 2005 г. 115 с.
3. Панкова Е.И., Воробьева Л.А. и др. Засоленные почвы России. Москва. ИКЦ «Академкнига» 2006 г. 854 с.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ ПРОГРЕССУ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ АТЛАНТИЧЕСКОЙ ТРЕСКИ *GADUS MORHUA*

Ларина Т.М., Журавлёва Н.Г. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра «Биоэкологии»), **Оттесен О.** (г. Будё, Bodo College University, Норвегия), **Треашер Дж.** (Viking Fish Farms Ltd. Морская лаборатория Ардмоу, 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.

Разведение рыб – это древняя сфера деятельности человека, как и разведение домашних животных. Однако рыбоводство развивается значительно медленнее, и еще не миновало стадию поиска. Ушедший XX век был веком интенсивного рыболовства, который по мере научно-технического прогресса выявил ограниченность водных биологических ресурсов. Осваивая все новые и новые районы промысла и объекты лова, человечество проявляло, главным образом, потребительское отношение к водным биоресурсам. Численность рыб в естественных водоемах начала неуклонно падать, что послужило основной причиной современного роста развития рыбоводства. Мировое сообщество интенсивно развивает аквакультуру. В XXI в. рыбоводство, благодаря накопленным знаниям, готово перейти к ведению культурного рыбного хозяйства.

В число наиболее результативных и экономически выгодных форм деятельности в ближайшие годы следует отнести товарное выращивание семги и трески в морских садках.

Атлантическую треску (*Gadus morhua*) начали культивировать в Норвегии в 1884 г., выпуская личинок для увеличения промысловых запасов. В настоящее время в этой стране находится самый крупный в мире инкубационный питомник, в 2000 году было выращено 167 т., в ближайшие десять лет предполагается довести объем производства трески до 30 тыс. т., а к 2020 году предполагается выращивать в садках до 300 тысяч тонн. Быстрое развитие товарного выращивания трески связано с продолжающимся снижением уловов, и производство в промышленных масштабах молоди будет способствовать прогрессу марикультуры. Молодь, выращенная в одном крупном питомнике, сможет поддерживать производство трески в количестве, сопоставимом с общим ежегодным выловом трески в естественных условиях.

Несмотря на то, что интерес и инвестиции к культивированию таких морских видов, как треска, постоянно растут, однако накопленных знаний о выращивании личинок холодноводных морских видов еще недостаточно.

Существуют некоторые невыясненные моменты в биотехнологии разведения трески, одним из которых является возникновения деформаций ното хорда у молоди рыб.

Костистые рыбы обладают поразительным разнообразием скелетных тканей. Некоторые типы скелетных тканей являются древними и промежуточными звеньями, например, они посредничают между эмалью и дентином, между дентином и костью, между костью и хрящом или между хрящом и соединительной тканью.

Изучение свойств, скелетных тканей, является необходимым моментом для определения причин возникновения деформаций позвоночника у выращиваемой атлантической трески.

Относительно инфляции плавательного пузыря, треска – это закрытопузырная рыба, личинки которой начинают формировать и заполняют свой плавательный пузырь на 5 день после вылупления (Yin и Blaxter, 1986). Стадия первичного наполнения плавательного пузыря является очень чувствительным этапом онтогенеза для большинства закрытопузырных рыб. Эта стадия совпадает с периодом, когда завершается процесс всасывания желтка (Jones, 1957 и Lagler и другие. 1962). Личинки должны проглотить воздух с водной поверхности, чтобы начать наполнение плавательного пузыря. Инфляция и регулирование объема плавательного пузыря позволяют рыбе находиться в пределах водного столба с минимальной затратой энергии. Наполнение плавательного пузыря газами происходит с помощью пневматической трубочки, которая исчезает через несколько дней. Время, в течение которого пневматическая трубочка завершает своё действие, экспериментально ещё не было определено, и поэтому продолжительность наполнения плавательного пузыря так же не известна. Было установлено, что в период с 6 по 15 день после вылупления личинки способны к наполнению их плавательных пузырей. Следует обратить внимание, что те личинки трески, которые не наполняют плавательный пузырь в течение этого периода, отстают в темпах роста и обычно умирают на этапе начала метаморфоза (Howell, 1984). В дальнейшем после прекращения действия пневматической трубочки инфляция и регулирование газового обмена происходит через газовую железу, чудесную сеть и овал (Johnston, 1953).

Переполнение плавательного пузыря приводит к искривлению спинного хребта и к развитию кифоза, вследствие сильного давления пузыря на позвоночник (Рис 1).



Рис.1 Деформация тела личинки трески в возрасте тридцати пяти дней после вылупления (кифоз).

Подобное морфологическое развитие приводит к увеличению энергичного метаболизма и потребления кислорода (Marty и др., 1995).

В результате проведённых исследований были сделаны следующие выводы, что деформация позвоночника, прежде всего, происходит вследствие механического давления переполненных плавательного пузыря (Рис. 2) или пищеварительного тракта на нотохорд.

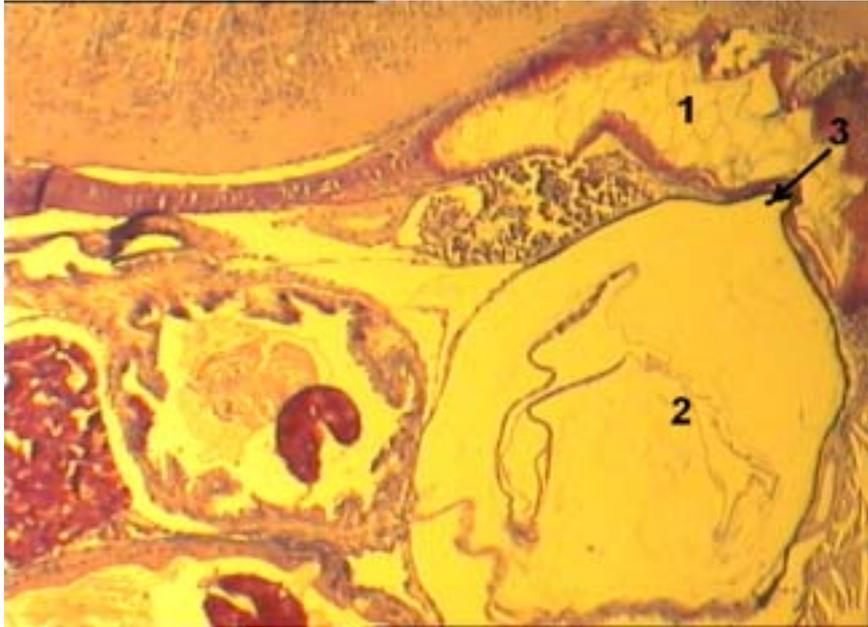


Рис. 2 . Сагиттальный срез личинки трески с искривленным нотохордом в области плавательного пузыря. Окраска гематоксилин-эозином.
1- нотохорд; 2- переполненный плавательный пузырь; 3- область наибольшего механического давления.

Критический момент, когда возникают отклонения в развитии позвоночника, наблюдается на 18 - 66 день после вылупления личинок. Переполнение плавательного пузыря чаще всего вызвано уменьшением окружающего давления и неправильным газовым регулированием. Переполнение пищеварительного тракта было вызвано перекармливанием личинок. Кроме того, в ряде случаев кормовые организмы имели большие размеры.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что необходимо более детально изучить биотехнологию культивирования трески. Так как основные причины возникновения отклонений на ранних стадиях развития трески связаны с несоблюдением таких не маловажных параметров, как температура воды, соленость, водный поток, режим питания. Все эти факторы могут вызвать аномальное развитие органов у личинок трески.

Литература

1. Howell, B.R., 1984. The intensive rearing of juvenile cod, *Gadus morhua* L. In: Dahl, E., Danielssen, D.S., Moksness, E. and Solemdal, P. (Eds.), *The Propagation of Cod Gadus morhua L.*, Flodevigen rapportser. 1, 657-675.
2. Johnston P.M., The embryonic development of the swim bladder of the largemouth black bass, *J. Morphol.* 23 (1953), pp. 45-67.
3. Jones F.R.H., The swim bladder In: M.E. Brown, Editors, *The Physiology of Fishes, Behavior* vol. 2, Academic Press, New York (1957), pp. 305-322.
4. Lagler K.F., J.E. Bardach and R.E. Miller, The gas bladder, *Ichthyology*, Wiley, New York (1962), pp. 247-261.
5. Marty G.D., D.E. Hinton and R.C. Summerfelt, Histopathology of swim bladder non inflation in walleye (*Stizostedion vitreum*) larvae: role of development and inflammation, *Aquaculture* 138 (1995), pp. 35-48

6. Yin, M.C., Blaxter J.H.S., 1986. Morphological changes during growth and starvation of larval cod (Gadus morhua L.) and flounder (Platichthys flesus L.). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 104, 215-228.

ПЕРЕПОЛНЕННЫЙ КИШЕЧНИК, КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ПРИВОДЯЩИХ К ВОЗНИКНОВЕНИЮ УРОДСТВ ПОЗВОНОЧНИКА У МОЛОДИ АТЛАНТИЧЕСКОЙ ТРЕСКИ *GADUS MORHUA*

Ларина Т.М., Журавлёва Н.Г. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра «Биоэкологии»), Отгесен О. (г. Будё, Bodo College University, Норвегия), Треашер Дж. (Viking Fish Farms Ltd. Морская лаборатория Ардтоэ, Великобритания)

Abstract. Research is still required to improve start feeding protocols, more balanced enrichments are required, better weaning and grading protocols are needed. Overall, in spite of the many areas of research required, the future looks good for intensive Atlantic cod aquaculture.

Изучение питания и пищеварения рыб, особенно их физиологических аспектов, приобретает все большую актуальность в связи с практическими задачами рыбного хозяйства.

В течение прошлых лет увеличился коммерческий интерес к выращиванию Атлантической трески *Gadus morhua* в крупномасштабных размерах. Технология выращивания трески разработана и адаптируемость трески к условиям искусственного воспроизводства в определённой степени достаточно хорошо изучена, однако выживаемость молоди всё еще низка. Пик смертности наблюдается на этапе смешанного питания.

Основная проблема при массовом выращивании молоди - возникновение характерных уродств позвоночника личинок трески (Рис.1).

Перепополнение кишечника может являться одной из причин возникновения искривлений ното хорда.



Рис. 1. Деформации тела личинки трески в возрасте 7 дней. Норвегия. Будё.

Гистологическими методами выясняли причину возникновения деформаций ното хорда у молоди трески.

Молодь трески была собрана на фермах и в хозяйствах Шотландии, Исландии, Норвегии, а также Оркнейских и Лофотенских островов, исследование проводилось по проекту Nord Cod европейского союза.

Молодь фиксировали, применяя фиксатор Карновского и формалин. Приготовленные срезы толщиной 3 мкм окрашивали гематоксилином Гейденгайна с докраской эозином. Для выявления мукополисахаридов проводили ШИК – реакцию.

Самый ответственный момент при выращивании трески - это этап смешанного питания, тот короткий 2-4-дневный период, когда личинка переваривает одновременно и остатки желтка и значительное количество активно захваченной пищи. Он наступает в зависимости от температуры, на 4-8-ой день после вылупления. К этому времени приурочены формирование челюстного аппарата, быстрый подъем двигательной активности и потребления кислорода, содержания и усиление активности пищеварительных ферментов.

У 10-суточных личинок желточный мешок уже пуст или содержит немногочисленные гранулы желтка. К этому сроку еще более увеличиваются хватательная способность рта и подвижность личинок, заполняется газом плавательный пузырь.

Причины возникновения деформаций ното хорда, а в дальнейшем – кифоза позвоночника, на наш взгляд, заключаются в нарушениях биотехнологии выращивания молоди трески. Проведённые исследования выявили переполнение кишечника пищей, а также повреждение слизистой кишечника грубой пищей.

В ряде случаев в кишечнике отмечены слишком крупные ракообразные, которые своими острыми конечностями могут травмировать эпителий кишечника, либо нарушать целостность мукозы. Последнее, может приводить к асциту брюшной полости.

Воспаление брюшной полости может привести к деформациям ното хорда в виде легкого или сильного изгиба. Продолжительное клинически выявляемое воспаление брюшной полости, совместимое с жизнью, в дальнейшем ведет к кифозу позвоночника у молоди трески. Сильные же повреждения слизистой кишечника грубой пищей приведут к гибели особи.

Деформация и изгиб ното хорда могут явиться также следствием давления на него, переполненного пищей кишечника. Как правило, это отмечено в случае обилия кормовых организмов в емкостях выращивания и переедания молоди трески. Это явление носит дискретный характер, оно не приводит к гибели личинок, но увеличивает возможность появления в этой группе деформаций ното хорда. Молодь с деформированным ното хордом остается жизнеспособной, но отстает в своем росте и развитии.

Поэтому вполне возможно, что оптимизация диет, режимов подачи пищи и условий содержания молоди приведут к увеличению выживаемости трески на ранних стадиях развития в условиях выращивания.

КАЧЕСТВО ВИНОГРАДА И ОСОБЕННОСТИ ДРОЖЖЕВОЙ ФЛОРЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ

Магомедова Е.С., Магомедов Г.Г. (г. Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН, лаборатория эколого-биохимических основ рационального использования биоресурсов, e-mail: pibrdncran@iwt.ru)

Abstract. Biochemical features of grapes in dependence on growing conditions were investigated. Influence of ecological factors on forming on components determining its quality was shown. The components of yeast flora located on grapes, adapted to different environmental condition were investigated. The data causing laws of yeast location according to ecological criteria were found. The screening cultures of biotechnological interest was carried out.

Современные проблемы освоения и рационального использования природных ресурсов, рост культуры земледелия с точки зрения получения наилучших урожаев, обуславливают необходимость проведения исследований, направленных на выявление условий среды произрастания ценных культурных растений, при которых наблюдается наибольшая степень их «благополучия». Виноградное растение, как и любой растительный организм, имеет индивидуальный комплекс приспособлений к факторам среды и благополучно существует в определенных границах их изменчивости. Объективную информацию о степени соответствия экологических условий требованиям сорта несет состав ягод, уровень содержания в них веществ, играющих доминирующую роль в метаболизме винограда, сложении вкусовых, диетических и целебных свойств.

В связи с этим возрастает значение эколого-биохимических исследований, способствующих выявлению закономерностей их формирования под влиянием наиболее важных для виноградного растения факторов среды и поиску оптимальных, обуславливающих реализацию природных достоинств сорта. Данная проблема не может решаться без изучения реакции растения на вариабельность экологических факторов, выявляемой по изменчивости ряда биохимических показателей, отражающих степень ценности его плодов.

Получение данных о биохимических особенностях винограда в зависимости от условий среды произрастания на основе сравнительного изучения качественного состава ягод, составило задачу наших исследований.

Объектом изучения был выбран сорт Ркацители, широко распространенный в России, в том числе Дагестане, где проводились эколого-биохимические исследования. Данный сорт, несмотря на способность произрастать и давать урожаи в широком диапазоне природных условий чутко реагирует на их перемену. Для исследования были выбраны весьма удачные в экологическом аспекте микрорайоны, условия которых служили хорошей базой для изучения реакции растения на вариабельность параметров среды. Первый, самый оригинальный в Дагестане по теплообеспеченности микрорайон, расположен в окрестности бархана Сарыкум, известного памятника природы на Кавказе. Температурный режим формируется здесь под воздействием песчаной горы и супесчаной почвы, содержащей около 90% кремнезема, являющихся в летнее время мощными аккумуляторами тепла (1,2). В результате создается особый микроклимат, отличающийся от условий всей климатической зоны двумя наиболее важными для виноградного растения факторами: суммой активных температур (САТ) и свойств

почвы. Во втором микрорайоне, несмотря на географическую близость с первым (12км) САТ в среднем составляет 3700⁰, что характерно для большинства виноградо-винодельческих районов Дагестана. Здесь сорт произрастает на сравнительно холодной суглинистой почве. Количеством осадков условия культивирования не отличались.

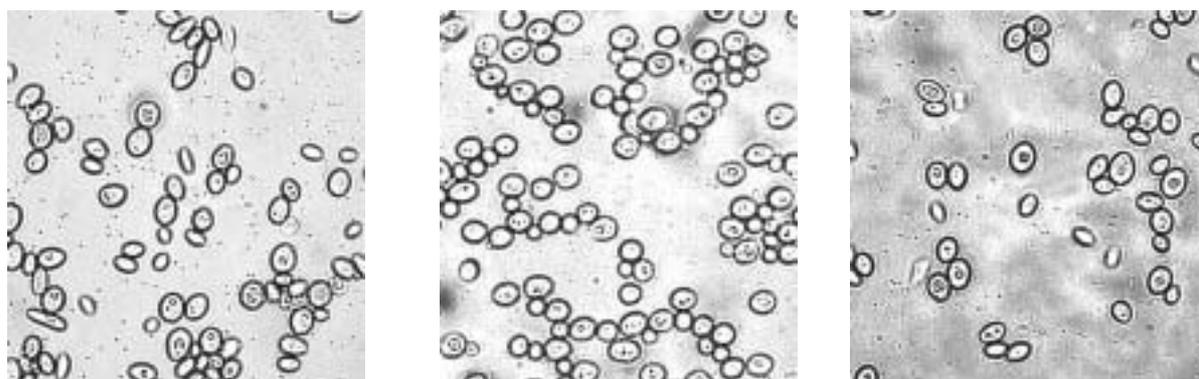
Исследовался количественный и качественный состав углеводов, фенольных соединений, минеральных веществ и витаминов в ягодах винограда. Изучен элементный состав супесчаной и суглинистой почвы, на которой произрастает Ркацители, дана их сопоставительная оценка в свете влияния на виноградное растение с точки зрения ценности его плодов.

Применение системного подхода позволило получить данные об изменчивости некоторых показателей, отражающих состояние углеводного и азотного обмена, фенольного, витаминного и минерального комплексов винограда в каждом районе, в зависимости от условий года. В результате, выявлены особенности формирования и накопления в ягодах моносахаридов (глюкозы и фруктозы), биофлавоноидов, свободных аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов в зависимости от теплообеспеченности района, свойств почвы и их совокупного влияния. Согласно полученным результатам, условия микрзоны, расположенной в экосистеме бархана Сарыкум, способствуют реализации сортом потенциальных биологических возможностей, активному синтезу ряда биологически активных компонентов, определяющих высокое качество винограда и продуктов его переработки. При этом, главным позитивным отличием являлось повышенное содержание в ягодах сахаров, уровень которых создает представление как о самом сорте, так и о тех условиях, в которых происходит его созревание.

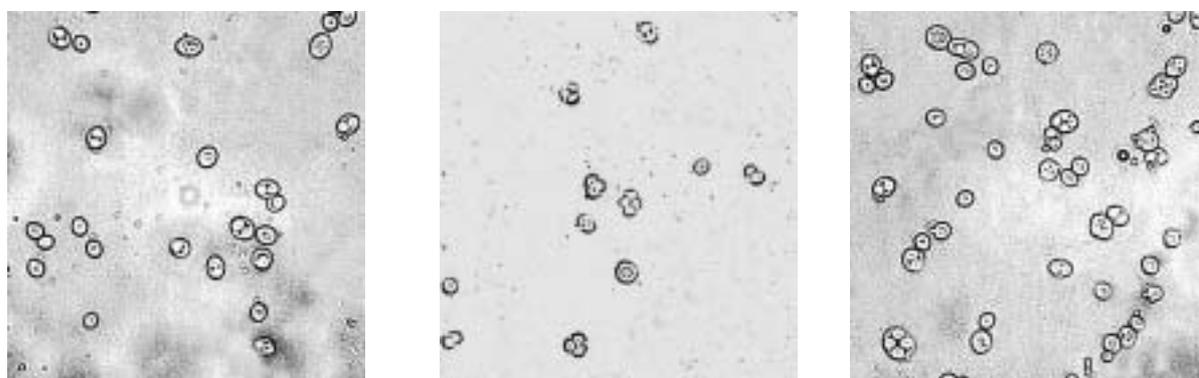
К важным биоресурсам экосистем относятся дрожжи, большинство которых, обладая сахаролитической жизненной стратегией являются постоянными обитателями виноградного растения. Состав и свойства этих биологических агентов зависят от природных условий, под воздействием которых происходит процесс их непрерывного культивирования. Цель дальнейшего исследования состояла в изучении дрожжевого населения, локализованного на сорте Ркацители, адаптированного к различным почвенно-климатическим условиям; получении сведений об особенностях структуры и распределении дрожжевых сообществ в зависимости от условий обитания; выделении видов, представляющих интерес для биотехнологии; отбор перспективных штаммов. Большой интерес представляло исследование дрожжевого потенциала виноградного растения, средой обитания которого является зона экосистемы бархана Сарыкум, отличающегося неординарными параметрами. Их влияние весьма благоприятно сказалось на качестве винограда – субстрата для дрожжей, состав которого является результатом взаимодействия со средой. Комплексный подход, включающий многолетнее исследование дрожжевого населения по экологическим, таксономическим, морфологическим, биохимическим и технологическим критериям позволил дать оценку его современного состояния в экосистемах низменного Дагестана. На основе выделения, культивирования и идентификации природных штаммов, проведенных в соответствии с определителями и пособиями (3-7), получены данные, свидетельствующие об их таксономической неоднородности на уровне классов семейств и родов, независимо от местообитания. Показано, что дрожжевая флора винограда разнообразна и изменчива качественно, при этом анализ данных по годам показал наличие видов, в основном характерных для виноградного растения. Выявлены сходство и различие в характере распределения группировок на уровне родов. Наблюдаемая тенденция к постоянству структуры в конкретном районе по годам, также как перестройка в родовом спектре, не случайны, и обусловлены общебиологическими

законами дифференциации сообществ, связанных с их адаптацией. При этом, индикатором комфортности условий обитания дрожжей может служить частота встречаемости. Создана коллекция дрожжей, представленных изолятами из различных виноградарских местностей, на базе которой изучаются наиболее значимые для микробного синтеза свойства.

Наш интерес сосредоточился на оценке резерва экосистем в плане влияния на свойства винных дрожжей, обнаруженных во всех изучаемых зонах. Тестирование чистых культур вида *S.vini*, по основным диагностическим признакам выявило наличие общих морфологических и культуральных свойств. Микроскопическая картина, фрагменты которой представлены на рисунке, подтверждают сходство форм и размеров клеток, выделенных из различных местностей. При посевах на твердые среды дрожжи легко образовывали от 1 до 4 спор.



а



б

Рис. *Saccharomyces vini* :

а - 10 дневные культуры на сусло-агаре;

б - спорообразующие клетки на среде Городковой

Для изучения чистых культур в физиолого-биохимическом аспекте, из их естественного разнообразия, по ряду признаков, в том числе энергии брожения, были отселектированы потенциально-перспективные штаммы, дальнейший скрининг которых осуществлялся по способности сбраживать высокосахаристые среды (до 28 г/100 см³) из винограда, характерного для определенных местностей, в том числе зоны бархана Сарыкум. Подчиняясь общим закономерностям сбраживания углеводов, штаммы проявляли индивидуальные биохимические особенности, о чем свидетельствовали показатели остаточных сахаров и образовавшегося спирта. Результаты показали, что высокая спиртообразующая способность, наряду с высоким

качеством полученного виноматериала в большей мере характерна дрожжам *S.vini*, выделенных из уникального, в экологическом плане, микрорайона, что обуславливает их эффективность в качестве перспективного ресурса биотехнологии. Очевидно, что конкурентный отбор продуктивного штамма может происходить в природных условиях. По-видимому имеет смысл селекция и избирательное предпочтение штаммов дрожжей, выделенных из благоприятных для винограда и дрожжевых сообществ местностей. Перспективен в этом аспекте резерв экосистемы бархана Сарыкум.

Литература

1. Крылатов А.К. Климатические зны винограда в Дагестане // Виноградарство и виноделие СССР. 1960. №2. С.38-43.
2. Абачев К.Ю. Флора и растительность бархана Сарыкум и их охрана. Махачкала: Издательско-полиграфический центр ДГУ, 1955.44с.
3. Кудрявцев В.И. Систематика дрожжей. М.: Изд-во АН СССР, 1954.427с.
4. Кондо Г.Ф. Нудель Л.С., Короткевич А.В. Руководство по микробиологии виноделия. Кишинев.: Картя Молдовеняскэ, 1966. 328с.
5. Риберо-Гайон Ж., Пейно Э. Виноделие. – М.: Пищевая пром-сть, 1971. 416с.
6. Бабьева И.П., Голубев В.И. Методы выделения и идентификации дрожжей. М.: Пищевая пром-сть, 1979.120с.
7. Lodder I (ed). The yest. A taxonomic stady. Amsterdam. North-Pub.Co. 1979/1385p.

ВЛИЯНИЕ СВЕТА НА КЛЕТОЧНЫЕ И ТКАНЕВЫЕ ИММУННЫЕ РЕАКЦИИ СЕМГИ (*SALMO SALAR L.*)

Минченок Е.Е., Журавлёва Н.Г. (*МГТУ, кафедра биоэкологии, e-mail: elena_minchenok@mail.ru*)

Abstract. Influence of intense lighting on the cellular and tissue immunological reactions of the current year and yearlings of the Atlantic salmon is presented.

Анализ информационного материала показывает, что свет является одним из ведущих факторов внешней среды, регулирующих развитие организмов на всех стадиях.

В научной литературе встречаются довольно противоречивые сведения о влиянии света на физиологические и иммунологические функции рыб. Однако большинство исследователей считают, что нарушение естественного фотопериода является стрессовым фактором для рыб. Так, например, у атлантической трески, содержащейся в садках при постоянном освещении разной интенсивности, происходит задержка развития семенников (Kriatoffersen et al., 2005). Нарушение светового режима усиливает напряженность иммунитета рыб, выражающуюся в повышении уровня кортизола, снижении количества лимфоцитов и увеличении число нейтрофилов в иммунокомпетентных органах у белуги (Askarian et al., 2005). В экспериментах по изучению действия света на лейкоцитарную формулу крови сеголеток карпа показано, что нулевая освещенность негативно влияет на физиологический статус рыб (Ручин, 2006).

В настоящей работе представлены результаты экспериментов по влиянию светового потока поверхностной плотностью 500 лк на сеголеток и годовиков семги (*Salmo salar L.*).

Под кожу хвостового стебля при помощи сосудистых игл вводили простерилизованные хлопчатобумажные нити. Для выявления демонстративного фагоцитоза каждую нить пропитывали взвесью кармина. Материал фиксировался через 5 минут, 1, 3, 6, 12 часов, 1, 3, 5 суток после операции. Гистологические препараты изготавливали по общепринятым методикам.

У сеголеток и годовиков семги *через 5 минут* после повреждения в раневом канале наблюдаются излившаяся кровь, волокна нитки с гранулами кармина, обрывки поврежденных поперечно-полосатых мышц и единичные эпителиальные клетки. Наблюдается адгезия гранул кармина на поверхности эритроцитов. Единичные сегментоядерные лейкоциты в раневом канале не проявляют фагоцитарной активности.

На гистологических срезах вокруг раневого канала в поврежденных участках поперечно-полосатых мышц обнаруживается ДНК в виде мелких гранул, находящихся около ядерной оболочки. При повреждении ДНК деполимеризуется и интенсивно красится реактивом Шиффа. РНК ядрышек окрашивается в темно-пурпурный цвет пиронин-метиловым зеленым. Поперечно-полосатые мышечные волокна в области раневого канала утолщены. Ядра эпителиального слоя около инородного тела увеличены в размерах. В цитоплазме эпителиальных клеток резко уменьшается количество РНК. В области повреждения количество слизистых клеток уменьшено. Пигментные клетки разрушаются.

Спустя 1 час после повреждения в эпителиальных слоях раневого канала видны крупные слизистые клетки с большим количеством секрета (рис. 1).

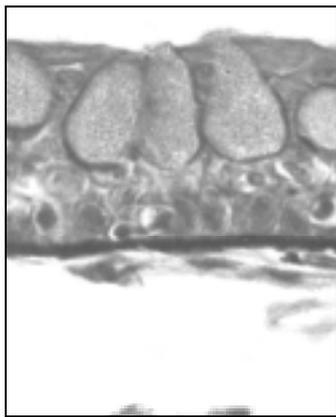


Рис. 1. Годовик семги. Многослойный плоский эпителий через 1 час после введения стерильной нитки с кармином. Содержание на свету. ШИК-реакция. Триоксигематеин Ганзена.
Увел.: об.100х, ок. 10х.

На границе с инородным телом в эпителии слабее, чем в норме, окрашиваются пиронином ядрышки и РНК цитоплазмы. Появляется полиморфизм ядрышек. На расстоянии около 1 см от раневого канала встречаются единичные эпителиальные клетки с большим количеством РНК в цитоплазме.

Поврежденные мышцы слабо окрашиваются Шифф-йодной кислотой, в этих мышцах уменьшается количество гликогена. В соединительной ткани хвостового стебля выявляются как кислые, так и нейтральные мукополисахариды.

Часть поврежденных мышц по краю раны некротизирована. Поврежденные поперечно-полосатые мышцы лизируются благодаря действию ферментов, выделяемых разрушенными клетками. Наблюдается вакуолизация ядер эритроцитов.

Спустя 3 часа после повреждения видны дистрофически измененные эпителиальные клетки. Эпителий утолщен. При постоянном освещении наблюдается повышенная отечность эпителия, значительная полиморфность эпителиальных клеток, больше блуждающих клеточных элементов, чем при содержании сеголетов и годовиков в темноте. Поперечно-полосатые мышцы около раневого канала длительное время сохраняются в сокращенном состоянии. В полости около закладки чешуи виден экссудат с мелкими ШИК-положительными гранулами.

По прошествии 6 – 12 часов многослойный плоский эпителий утолщен за счет накопления отечной жидкости. Эпителиальные клетки изменяют ориентацию в пространстве – вытягиваются в виде клина. Базальные слои эпителия разрыхлены. В поверхностных участках эпителия много слизистых клеток. Цитоплазма эпителиальных клеток вблизи раневого канала содержит РНК меньше, чем в аналогичных случаях у животных, находившихся в темноте. Среди поврежденных мышц видны расширенные кровеносные сосуды и экстравазаты. В многослойном эпителии наблюдаются пигментные клетки, содержащие небольшое количество гранул пигмента. Цитоплазма пигментных клеток имеет ШИК-положительную реакцию.

Спустя 1 сутки многослойный эпителий утолщен, сохраняется его отечность. На границе с инородным телом в эпителии видны блуждающие клетки - лимфоциты и полиморфноядерные лейкоциты. Часть клеток имеет веретеновидную форму. Усиливается процесс отъединения и обособления единичных эпителиальных клеток, особенно среди поверхностных слоев. Много разрушенных пигментных клеток под многослойным эпителием (рис. 2). При содержании сеголетов и годовиков в темноте подобные картины встречаются реже. Отмечается отслаивание многослойного эпителия от рыхлой соединительной ткани. Прослойки резко отечной рыхлой соединительной ткани с экстравазатами располагаются около инородного тела. Эритроцитарные экстравазаты встречаются на значительном расстоянии от раневого канала. Гранулы кармина глубоко проникают по прослойкам рыхлой соединительной ткани.

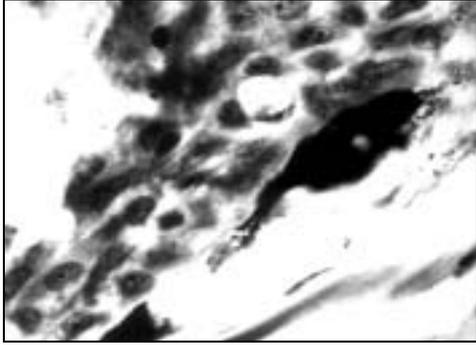


Рис. 2. Годовик семги спустя 1 сутки после операции. Содержание на свету. Триоксигематеин Ганзена. Увел.: об.100х, ок. 10х.

Следует отметить, что состав клеток в области повреждения не отличается от опытов с содержанием животных в темноте.

Спустя 3 суток смещения эпителия в раневой канал не происходит. В случаях содержания сеголеток и годовиков семги в темноте в эти сроки опыта часто отмечались группы эпителиальных клеток в раневом канале. Поверхность многослойного эпителия покрыта слизью. Вблизи раневого канала эпителий образует складки. Отслаивание многослойного эпителия от базальной мембраны отмечается во всех случаях при нахождении молоди семги после операции в освещенных аквариумах. Резко усиливается отечность рыхлой соединительной ткани. Чаще наблюдаются скопления внесосудистых эритроцитов. В раневом канале обнаруживается большое количество полиморфноядерных лейкоцитов, активно фагоцитирующих инородный материал (рис. 3).

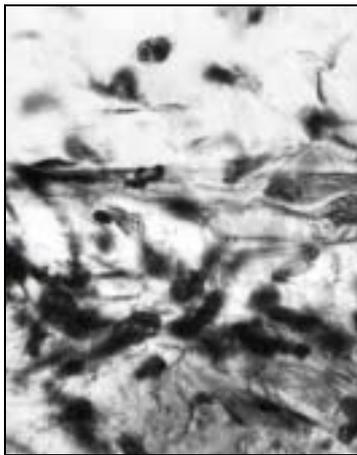


Рис. 3. Годовик семги спустя 3 суток после операции. Содержание на свету. Полиморфноядерные лейкоциты около раневого канала. Триоксигематеин Ганзена. Увел.: об.100х, ок. 10х.

Местами видны скопления лейкоцитов, которые можно назвать «лейкоцитарным валом». В то же время у молоди семги, находившейся в темноте, в этот срок видны лишь единичные полиморфноядерные лейкоциты и отдельные фагоциты эпителия, клеток крови. Усиливается деструкция внесосудистых эритроцитов, поврежденного эпителия и соединительной ткани.

На 5 суток после введения инородного тела многослойный эпителий по краю раны утолщен, количество клеточных слоев резко возрастает. В одних случаях врастание эпителия в раневой канал еще не наступает, в других - эпителиальный пласт по краю раны обрастает детритом и на большое расстояние продвигается в раневой канал. Отмечено, что на ранних этапах воспаления тормозятся элиминативные и регенеративные функции эпителия (рис. 4) и усиливается участие клеток крови в воспалительной реакции.

Поверхностные слои многослойного эпителия вблизи раны активно фагоцитируют кармин и детрит. Наряду с эпителиальными фагоцитами имеются и единичные полиморфноядерные лейкоциты с зернами кармина в цитоплазме. В раневом канале видна отечная жидкость, кармин, детрит, много клеточных элементов, в

том числе и полиморфноядерные лейкоциты, а также полибласты. Встречаются незрелые и зрелые плазматические клетки.

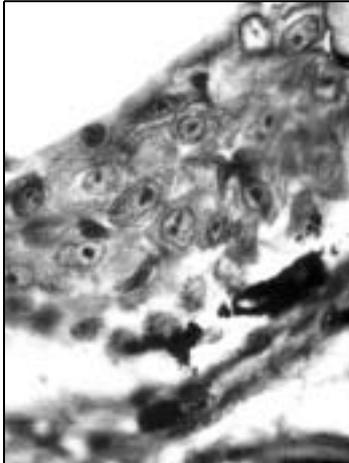


Рис. 4. Годовик семги спустя 5 суток после операции. Содержание на свету. Край эпителия без врастания в раневой канал. Шифф-йодная кислота. Увел.: об.100х, ок. 10х.

Повсеместно встречаются эритроцитарные экстравазаты. Часть ядер поперечно-полосатых мышц и через 5 суток после операции имеет длинные, палочковидные ядра, обычно наблюдающиеся в первые сутки после операции. Гиперемия кровеносных сосудов отмечается не только вблизи очага повреждения, но и на значительном расстоянии от него. В экссудате около закладки чешуи встречаются единичные полиморфноядерные лейкоциты и клетки соединительной ткани.

Таким образом, при содержании сеголетков и годовиков семги в условиях постоянного освещения воспалительные явления, развиваются быстрее, чем у молоди, содержащейся в темноте. Регенеративные явления, напротив, тормозятся. В раневом канале малочисленны эпителиальные фагоциты, но много полиморфноядерных лейкоцитов. Изменение соотношения отдельных компонентов воспалительного процесса ведет к ослаблению иммунной реактивности исследуемой молоди рыб.

Литература

1. Ручин, А. Б. Влияние света на лейкоцитарную формулу крови карпа *Cyprinus carpio* L./ А.Б. Ручин // Изв. РАН. Сер. биол. – 2006. - № 5. - С. 634-637.
2. Askarian, F. The correlation of photoperiod and cellular immunity system in beluga sturgeon (*Huso huso*) in south of Caspian Sea / F. Askarian, A. Kousha, M. Bahmani // International Conference "Lessons from the Past to Optimise the Future", Trondheim, 5-9 Aug., 2005., Eur. Aquacult. Soc. Spec. Publ. – 2005. - № 35. – P. 103-104.
3. Kriatoffersen, C. Arrested testis development in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) exposed to continuous light with various intensities / Kriatoffersen C., Karlsen O., Schiilz R. W., Stefansson S., Taranger G. F. // International Conference "Lessons from the Past to Optimise the Future", Trondheim, 5-9 Aug., 2005., Eur. Aquacult. Soc. Spec. Publ. – 2005. - № 35. – P. 285-286.

ВЛИЯНИЕ «НУЛЕВОЙ» ОСВЕЩЕННОСТИ НА НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ ИМУННЫЕ РЕАКЦИИ СЕМГИ (SALMO SALAR L.)

Минченок Е.Е., Журавлёва Н.Г. (МГТУ, кафедра биоэкологии,
e-mail: elena_minchenok@mail.ru)

Abstract. The effects of darkness on the non-specific immunological reactions of the current year and yearlings of the Atlantic salmon are described.

Исследования по влиянию различных световых режимов на физиологические, гистохимические и иммунологические реакции рыб показывают, что нарушение естественного фотопериода является ведущим стресс-фактором для гидробионтов на ранних стадиях онтогенеза. Так, содержание молоди радужной форели при коротком фотопериоде снижает показатель иммуноглобулина М, что свидетельствует о нарушении иммунного статуса рыб (Hou Ya-yi et al., 1999). Как показали результаты экспериментов, непрерывное освещение снижает интенсивность питания и скорость роста лососевых, а по содержанию кортизола в плазме крови исследуемых рыб такой световой режим можно рассматривать как мощный стрессовый фактор (Sprague et al., 2005). В экспериментах, проведенных на сеголетках белуги, в темноте и при непрерывном освещении наблюдалось увеличение содержания кортизола в плазме крови (Askarian et al., 2005).

В настоящей работе представлены результаты исследований по влиянию затемнения или «нулевой» освещенности на неспецифические иммунные реакции сеголеток и годовиков семги (*Salmo salar* L.), возникающие при механических травмах.

Под кожу хвостового стебля при помощи сосудистых хирургических игл вводили простерилизованные хлопчатобумажные нити, пропитанные взвесью кармина. Материал фиксировался через 5 минут, 1, 3, 6, 12 часов, 1, 3, 5 суток после повреждения. Гистологические препараты изготавливали по общепринятым методикам.

У молоди семги в *первые минуты* после травмы в раневом канале видны разрушенные мышечные волокна, небольшое количество эритроцитов. Встречаются единичные полиморфноядерные лейкоциты и лимфоциты с большим количеством РНК в цитоплазме. Происходит набухание мышечных волокон. Пиронинофилия соединительно-тканых волокон резко выражена около поврежденных мышц. В поврежденных эпителиальных клетках, расположенных по краю раневого канала, резко уменьшается количество цитоплазматической РНК. Реактив Шиффа слабо окрашивает ядра эпителиальных клеток. Базальная мембрана около раневого канала утолщена, пигментные клетки, прилежащие к ней, разрушены.

Спустя 1 час после начала опыта увеличивается отечность соединительной ткани. Кровеносные капилляры в септах расширены и заполнены кровью. По краю раневого канала некоторые мышечные волокна отделяются от соединительно-тканых элементов септ.

Содержание РНК и ДНК в клетках эпителиального слоя, расположенных по краю раны, уменьшено по сравнению с контролем. В прилежащих участках эпителия усиливаются процессы дифференциации слизистых клеток. Ядра формирующихся слизистых клеток уменьшаются в размерах, количество ДНК увеличивается. В цитоплазме этих клеток видны гранулы РНК. Увеличивается количество поверхностных эпителиальных клеток, накапливающих в ядрах гранулы кармина.

Через 3 часа после повреждения эпителий около раны утончается. В раневом канале видны эритроциты и единичные полиморфноядерные лейкоциты. От многослойного эпителия отделяются единичные эпителиальные клетки. На поверхности эпителия много слизи. Находящаяся в раневом канале жидкость, а также прослойки рыхлой соединительной ткани после обработки толудиновым синим обладают слабой метахромазией. Шифф-йодная кислота слабо окрашивает соединительно-тканые прослойки. Среди поперечно-полосатых мышц хвостового стебля видны расширенные кровеносные капилляры.

После 6 часов усиливается отечность соединительно-тканых прослоек. В полостях около закладки чешуи накапливается экссудат с ШИК-положительными гранулами.

Через 12 часов после начала опыта в травмированных участках мышц видны небольшие экстравазаты. Происходит вакуолизация цитоплазмы эпителиальных клеток.

Спустя 1 сутки эпителий вблизи инородного тела утолщен. В раневом канале видны кармин, волокна нитки, незначительное количество детрита, отмирающие обрывки мышечных волокон. Среди поврежденных мышц встречаются экстравазаты с эритроцитами на разных стадиях разрушения и единичные лимфоциты. Сохраняется гиперемия кровеносных сосудов вблизи раневого канала. В полостях около закладки чешуи иногда отмечаются единичные полиморфноядерные лейкоциты. В экссудате хорошо видны ШИК-положительные гранулы.

По прошествии 3 - 5 суток эпителий по краю раны утолщается почти вдвое, рыхлая соединительная ткань отекает. Поврежденные поперечно-полосатые мышечные волокна располагаются более рыхло вследствие накопления отечной жидкости (рис. 1).

Наблюдаются первые следы врастания эпителия в раневую канал. Повышается количество РНК в цитоплазме эпителиальных клеток. Усиливаются процессы лизиса поврежденных эпителиальных и соединительно-тканых клеток. Отмечен фагоцитоз единичными эпителиальными клетками и полиморфноядерными лейкоцитами (рис. 2). В экссудатах около закладки чешуи увеличивается количество полиморфноядерных лейкоцитов.

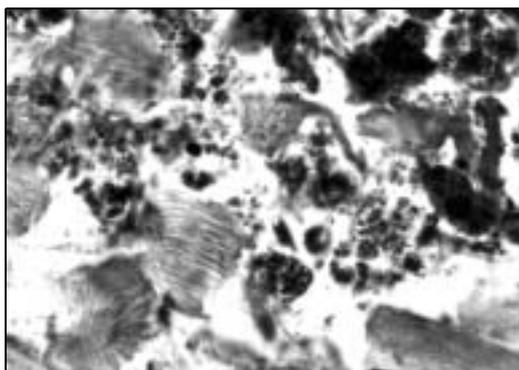


Рис. 1. Годовик семги спустя 3 суток после операции. Содержание в темноте. Триоксигематеин Ганзена. Увел.: об.100х, ок. 10х.

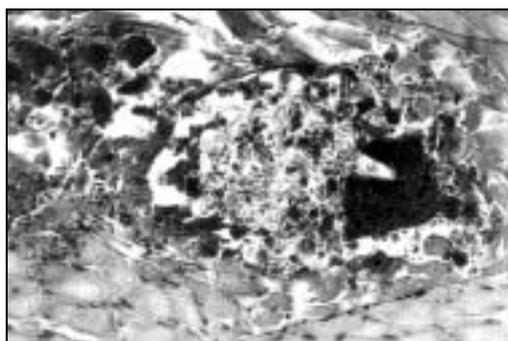


Рис. 2. Годовик семги спустя 3 суток после операции. Содержание в темноте. Триоксигематеин Ганзена. Увел.: об.45х, ок. 10х.

При содержании сеголетков и годовиков семги *в темноте* происходит изменение компонентов воспалительно-регенерационного процесса, возникающего при механических травмах. Отмечено замедление воспалительных реакций в сравнении с содержанием молоди рыб в обычных заводских условиях. В первые сутки после повреждения экстравазаты наблюдаются реже, а процессы выселения блуждающих клеток идут медленнее. На ранних сроках опыта в раневом канале отмечается повышенная активность регенеративных и элиминативных реакций тканевых элементов. Полученные данные согласуются с усилением пролиферативной активности эпителиальных фоторецепторных клеток пинеального комплекса индийского карпа (*Catla catla*) при его содержании в течение 1 суток в темноте (Dey et al., 2003).

Наблюдается незначительное торможение процессов фагоцитоза инородных частиц и детрита. Однако *через 5 суток* после начала опыта реактивность тканей молоди семги, содержащейся в темноте, не отличается от той, которая наблюдается при содержании в обычных условиях.

Таким образом, содержание поврежденных сеголетков и годовиков семги в темноте усиливает их жизнестойкость. Цитологическая и гистохимическая обработка полученных материалов показала, что при содержании молоди рыб в условиях затемнения воспалительные явления развиваются медленнее, чем у молоди, содержащейся в обычных условиях рыбоводного завода. Активность регенеративных и элиминативных тканевых реакций сеголетков и годовиков семги (*Salmo salar* L.) на ранних сроках опыта повышают выживаемость молоди рыб, что, несомненно, необходимо учитывать в рыбоводной практике.

Литература

1. Askarian, F. The effect of different light regimes stress on alkaline phosphatase as hepatic index and it's correlation with growth in one year reared sturgeon (*Huso huso*) / F. Askarian, A. Kousha, M. Bahmani // International Conference "Lessons from the Past to Optimise the Future", Trondheim, 5-9 Aug., 2005., Eur. Aquacult. Soc. Spec. Publ. – 2005. - № 35. – P. 105-106.
2. Dey, R. The morpho-anatomy and histology of the pineal complex in a major Indian carp, *Catla catla*: Identification of the pineal photoreceptor cells and their responsiveness to constant light and constant darkness during different phases of the annual reproductive cycle / Dey R., Bhattacharya S., Maitra S.K., Banerji T.K. // Endocr. Res. - 2003. – V.29. - № 4. – P. 429-443.
3. Sprague, M. Investigating the salmonid growth dip: to feed or not to feed, light is the question / M. Sprague, C. Talbot, G. Bell, N. Bromage, H. Migaud // International Conference "Lessons from the Past to Optimise the Future", Trondheim, 5-9 Aug., 2005., Eur. Aquacult. Soc. Spec. Publ. – 2005. - № 35. – P. 423-424.
4. Ya-yi, Hou Immune function of immature rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) related with photoperiod / Hou Ya-yi, Han Xiao-dong, Suzuki Yuzuru, Aida Katsumi // Dongwuxue yanjiu = Zool. Res. - 1999. – V.20. - № 6. – P. 401-405.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭКОСИСТЕМЫ

Пахомова Н.А., Гасанов Р.Б. (МГТУ, кафедра биоэкологии,
e-mail: pahomova@mstu.ru)

Abstract. Materials of phenological observations and the depends of seasonal phenomena on the meteorological conditions of the year are presented and discussed in the paper.

Изменение климата стало в настоящее время очень популярной и даже модной темой, которая обсуждается на всех уровнях, начиная с регионального и заканчивая международным. Часто появляются самые разные толкования перспектив в этом вопросе на радио и в телевидении.

Общее мнение всех участвующих в обсуждении – планету Земля ждут потрясения и экосистемы могут претерпеть значительные изменения. Однако, когда приходится говорить о конкретных действиях человечества, то оказывается, что мы не совсем знаем, что нас ждет в ближайшем будущем и что мы должны сделать, чтобы помочь экосистемам и отдельным видам животных и растений, для человечества.

Главная проблема заключается в скорости изменений, поскольку именно скорость адаптаций весьма ограничена, хотя адаптационные способности природы очень велики, подавляющее большинство видов смогли бы без особых проблем жить при типичной для прогнозов «удвоенной» концентрации CO₂, ожидающейся примерно к 2050 году (550^{-млн}) (IPCC, 1996; IPCC, 2001).

На уровне глобальных и макрорегиональных исследований решить вопросы о влиянии климата на экосистему не всегда возможно. Для конкретных регионов требуются местные исследования. Эту работу выполняют, как правило заповедники, которые создавались как комплексные природоохранные и научно-исследовательские учреждения. Ведение «Летописи природы» заповедниками РФ, позволяет оценить многолетние сдвиги происходящих в природных системах процессов и явлений, с одной единственной целью понять и определить *Что, Где, Когда* может произойти. Использование этих данных позволяет исследователю изучить взаимосвязи характеристик климата и биоты.

Почти все имеющиеся заповедники в основном организовывали свои научные исследования на флористическом разнообразии, взаимосвязи с изменением климата, фиксирование изменчивости состояний биоценозов в пространстве и времени, на динамику численности отдельных видов животных. Подобный перечень исследований в последние годы стал рассматриваться очень ограниченным. Поэтому в 2000 г. Всемирный фонд дикой природы WWF провел специальный конкурс проектов государственных заповедников и национальных парков (Охрана дикой природы, 2000) с двумя взаимосвязанными задачами:

- определение возможностей заповедников по систематизации и анализу накопленных ранее данных об изменениях природной среды и климатических параметров;
- получение данных о наличии (или отсутствии) изменений, требующихся для оценки сроков и масштабов потенциальных воздействий на охраняемые виды и экосистемы.

Основными наблюдаемыми параметрами, которые получили название «минимальный набор», были названы:

- среднемесячные, максимальные и минимальные за месяц температуры воздуха; месячные суммы осадков;

- продолжительность устойчивого снежного покрова и безморозного период; даты вскрытия рек; ледостава, первых и последних заморозков;
- фенологические явления для, примерно 5 характерных видов деревьев и кустарников; даты зацветания 3 видов растений;

В результате проведенных к настоящему времени исследований установлены некоторые общие тенденции, выработан общий взгляд на климатические изменения и их последствия на Европейской части России. Вся территория Мурманской области 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.

Периодические явления природы, связанные с ежегодной сменой холодной и теплой частей года, принято называть сезонными явлениями, а наблюдения над ними – фенологическими. Сроки одного и того же сезонного явления изменяются в широких пределах даже в одной и той же местности (Шиманюк 1957). Растительное сообщество постоянно изменяется во времени, подстраивая свою структуру и функцию под изменения условий среды – суточные, сезонные, многогодичные. На временную структуру фитоценоза оказывает влияние ритмы развития отдельных видов (периодичность цветения, плодоношения и т.д.). Большее значение для наземных фитоценозов имеет сезонная и многогодичная изменчивость окружающей среды. При смене времен года происходит перестройка структуры растительных сообществ. Виды, имеющие сходный сезонный ритм развития, представляют один *феноритмотип*. При совмещении в одном сообществе видов разных феноритмотипов его внешний облик многократно меняется в течение вегетационного периода, т.е. происходит смена аспектов.

Окраска леса, лугов может свидетельствовать о смене вегетативных фаз растений. Например, о разгаре весенних процессов может свидетельствовать желто-светло-зеленый цвет – аспект образует береза и ива. Ярко-зеленый лист березы говорит об окончании весенних процессов. В это время заканчивается формирование листьев у большинства летнезеленых деревьев и кустарников. По тому, как быстро отцветает седмичник, можно судить длительности цветения брусники и, следовательно, составить прогноз об ее урожайности. Быстрое отцветание брусники ведет к низкой урожайности.

Из сказанного следует, что изучение зависимости флоры от условий окружающей среды – одна из актуальных проблем современности по двум направлениям: первое – в зависимости от климатических условий, и второе от деятельности человека с ее негативными последствиями.

В заповедниках Мурманской области составление Календаря природы ведется уже в течение многих лет. Однако эти наблюдения нуждаются в постоянном пополнении базы данных, так как до сих пор многие их стороны остаются мало исследованы (Сезонная жизнь природы Кольского севера, 2001). Поэтому фенологические данные и материалы по видовому составу, обилию видов, их продукционные показатели, в сопоставлении с метеорологическими показателями, приобретают особое значение.

Работа выполнена на оригинальном материале, полученном в период с марта по сентябрь 2007 г. Объектом исследования была лесная растительность и растительность на территории города (во дворе жилых домов).

На обоих участках было определено 17 видов растений, их список и таксономическая принадлежность приведены в таблице 1.

Таблица 1. Список видов растительности, встреченной в лесной и в городской зоне.

№ п/п	Название растений	город	лес
ДЕРЕВЬЯ			
1	<i>Betula pubescens Ehrh.</i> - Береза пушистая,	-	+
2	<i>Sorbus gorodkovii Pojak.</i> – Рябина Городкова.	+	молодые растения
3	<i>Salix caprea L.</i> - Ива козья,	+	+
КУСТАРНИЧКИ			
4	<i>Vaccinium myrtillus</i> - Черника	-	+
5	<i>Empetrum nigrum</i> – Вороника	-	+
6	<i>Vaccinium vitis – idaea L.</i> – Брусника.	-	+
7	<i>Ledum palustre L.</i> – Багульник болотный,	-	+
8	<i>Andromeda polifolia L.</i> – Подбел многолистный,	-	+
9	<i>Chamaepericlymenum suecicum (L.) Aschers. Et Graebn.</i> Дерен шведский,	-	+
ТРАВЯНИСТЫЕ РАСТЕНИЯ			
10	<i>Achillea millefolium L.</i> - Тысячелистник обыкновенный,	+	-
11	<i>Tussilago farfara</i> – Мать – и – мачеха	+	-
12	<i>Rumex confertus</i> – Конский щавель	+	-
13	<i>Chamaenerion angustifolium</i> – Иван чай,	+	-
14	<i>Linnaea borealis L.</i> - Линнея северная,	-	+
15	<i>Trientalis europaea L.</i> - Седмичник европейский,	-	+
16	<i>Solidago lapponica With</i> – Золотарник лапландский.	-	+
17	<i>Pyrola rotundifolia L.</i> – Грушанка sp.	-	+

Из таблицы видно, что на территории леса число видов намного больше, чем в городе. Их соотношение соответственно равно 13:6.

Ежедневно в период с марта по сентябрь в местах наблюдения за растениями измеряли температуру непосредственно на поверхности земли, так как для растительности эти температуры важны на ранних стадиях, и температуры приповерхностного слоя воздуха за 2007 г. Средняя минимальная температура приземного слоя воздуха за год составила $-3,45^{\circ}\text{C}$, средняя максимальная $+7,6^{\circ}\text{C}$; среднегодовая температура составила $2,5^{\circ}\text{C}$. Для каждого месяца 2007 г. была свойственна резкая смена погоды, похолодания сменялись потеплением и наоборот, например, в марте температура воздуха колебалась от $-13,4$ до $+6$. Средние значения температуры у поверхности земли были намного выше: средняя минимальная $+5^{\circ}\text{C}$; средняя максимальная $+17,8^{\circ}\text{C}$ и средняя за весь период наблюдения $+10,4^{\circ}\text{C}$. В период с марта по сентябрь максимальные температуры колебались от $+10$ до 26°C , минимальные от 0 до 7°C . Самые высокие суммарные температуры пришлось на июль и август (соответственно воздух 357 и 411° , земля $-454,5$ и 461°C). Таким образом, при изучении феноритмов у растений необходимо учитывать и температуры на поверхности земли, так как они создают определенный микроклимат на участке. Количество дней с заморозками в 2007 г.: в мае -12 ; в июне -4 , в августе -2 . По сравнению с 2006 г. намного холоднее был май.

Фенологические наблюдения велись с учетом жизненной формы наблюдаемого растения, при этом учитывались все фазы сезонного развития, от начала вегетации до конца сезона. Отмечались 16 фаз фенологического развития. Фенологический спектр - это графическое изображение сезонного развития растений и животных и их

К ВОПРОСУ НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ КОЛЬСКОЙ АЭС

Семенихина М.Е. (МГТУ, кафедра Биоэкологии, marsem06@mail.ru)

Abstract. The major questions of accumulation of radionuclids in needles, leaves and have been considered in this article.

1. Введение

Важным источником загрязнения наземных биогеоценозов являются выпадающие из атмосферы радиоактивные аэрозоли и радиоактивные газы. Различают два основных источника поступления радиоактивных веществ в растения: непосредственное загрязнение растительного покрова радиоактивными выпадениями и поступление из почвы. Крупные частицы, оседающие под действием силы тяжести, попадают непосредственно на подстилающую поверхность, в том числе и на поверхность растительного покрова. Количество задержанных частиц, их распределение по размерам и прочность закрепления на растениях зависят от морфологии растений. Радиоактивные частицы задерживаются преимущественно в междоузлиях, пазухах листьев, между волосками и в смолистых узлах листовой поверхности. Поэтому растения с хорошо расчлененными, шероховатыми и опушенными волосками или смолистыми листьями характеризуются более высокой задерживающей способностью, чем растения с гладкими листьями.

Также доказано, что поглощающая способность листьев и других органов существенно зависит от относительной влажности воздуха, которая изменяет степень гидратации и проницаемость их поверхности.

Из продуктов деления наиболее хорошо изучено листовое поглощение нуклидов стронция и цезия. Индивидуальные особенности поведения радиоактивных элементов в почве и в растениях приводят к так называемой биогенной сепарации, которая проявляется в различном изотопном составе загрязненной почвы и произрастающих на ней растений. Биогенная сепарация нуклидов продолжается и после их проникновения в корни растений (Тихомиров, 1972).

В данной статье уделено внимание вопросу накопления радионуклидов в хвое, шишках и листьях деревьев, 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 2005-2006 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 хвои сосны и ели, листьев осины и березы за 2006 год представлен в таблице 1

Исходя из данных таблицы видно, что содержание цезия-137 в хвое ели и сосны не отличается в широких пределах и составляет в среднем по цезию- 7,5 Бк/кг.

Таблица 1. Радионуклидный состав проб растительности в 2006 году

Район отбора проб	Cs-137, Бк/кг	Sr-90, Бк/кг
Ель		
Лесная зона в районе г. Полярные Зори	8,0	-
Гора Лысая	11,9	-
п. Нивский	7,3	-
Сосна		
Лесная зона в районе г. Полярные Зори	7,4	-
Гора Лысая	8,0	-
п. Нивский	2,4	-
Береза		
Лесная зона в районе г. Полярные Зори	11,8	--
Гора Лысая	9,3	--
п. Нивский	--	--
Осина		
Лесная зона в районе г. Полярные Зори	11,5	--
Гора Лысая	8,1	--
п. Нивский	--	--

- пробы не исследовались на содержание стронция-90
 -- цезий-137 или стронций-90 не обнаружен.

В пробах листьев осины и березы содержание цезия-137 в среднем составило 10,5 Бк/кг, стронций-90 в представленном объеме отбора проб не обнаруживался. 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.

Что касается шишек сосны (проба 2006 года, отобрана в лесной зоне в районе г. Полярные Зори), то проведенный гамма-спектрометрический анализ показал наличие в них цезия-137 в количестве 4,83 Бк/кг.

В целом, полученные результаты свидетельствуют о благоприятной радиологической обстановке в районе расположения КАЭС.

Литература

1. Нормы радиационной безопасности НРБ-99. Госкомсанэпиднадзор.-1999.-116с.
2. Тихомиров, Ф.А. Действие ионизирующих излучений на экологические системы. М.: Атомиздат, 1972.-176 с.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ БИОСИНТЕЗА ЭТАНОЛА ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ВОДЫ

Халилова Э.А., Абрамов Ш.А. (г. Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН, лаборатория эколого-биохимических основ рационального использования биологических ресурсов, e-mail: pibrdncran@iwt.ru)

Abstract. It is established intensification of biosynthesis ethanol (25%), high biological value was shown to depend on the content of free amino acids, including essential amino acids, lowering admixturing combination (46%). Biological activities of subslomce from geothermal water changes metabolism of the yeast.

Геотермальная вода является новым нетрадиционным возобновляемым природным источником минерального и органического питания дрожжевых организмов. Благодаря наличию в составе подземной воды биологически активных веществ, ее доступности в использовании, она перспективна для применения в микробиологических процессах. В предыдущих работах (1-3) изучали влияние природного биостимулятора на метаболизм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в аэробных условиях. На этой основе были разработаны ресурсосберегающие технологии получения хлебопекарных прессованных и сушеных дрожжей позволяющие применять геотермальные воды как важный компонент, обладающий большим химическим потенциалом в биотехнологических процессах. Возник интерес, как геотермальная вода в качестве биологически активного стимулятора в составе среды ферментации будет влиять на физиолого-биохимические особенности дрожжей в анаэробных условиях, биосинтез этанола и других продуктов метаболизма. Активное физиологическое состояние дрожжевых клеток на меласной питательной среде с геотермальной водой (МПСГВ) положительно отразилось на общем процессе сбраживания углеводов и повышенном образовании этанола (на 25%) (4,5). Несомненно, что наличие в геотермальной воде таких важных биологически активных веществ, необходимых для жизнедеятельности живых организмов, как К, Na, Mg, Ca, Fe, Mn, борная, кремниевая кислоты, органические вещества, в частности, гумусовые, являющиеся стимуляторами физиолого-биохимических процессов и активаторами мембранных перестроек в живой клетке, создает благоприятные условия для интенсификации спиртового брожения. Следует отметить, что биохимическая активность опытных дрожжевых клеток сохраняется на протяжении всего цикла эксперимента. Определенный интерес представляет изучение качественного и количественного состава свободных аминокислот. Экспериментальные данные показали, что качественного изменения пула в зависимости от состава среды культивирования не наблюдалось. Идентифицировано по 15 свободных аминокислот, в том числе 10 незаменимых. Это моноаминодикарбоновые кислоты: аспарагиновая и глутаминовая; моноаминомонокарбоновые аминокислоты: аланин, глицин, валин, изолейцин, лейцин, фенилаланин; диаминомонокарбоновые кислоты: лизин и аргинин; гетероциклическая аминокислота гистидин; тиаминокислота тирозин; гидроксиаминокислоты: серин, треонин и тирозин. Между тем обнаружены некоторые отличия в количественном составе свободных аминокислот биомассы дрожжей, выращенной на МПСГВ и традиционной средах. Показано увеличение на 22% суммарного содержания идентифицированных аминокислот опытной биомассы по сравнению с контролем. В свободном внутриклеточном фонде могут преобладать

различные аминокислоты, однако в результате трансаминирования аминокислоты различных аминокислот собираются в общий фонд клетки, где доминируют дикарбоновые и гидроксикарбоновые аминокислоты и прежде всего аланин, глутаминовая, валин, лейцин. Причем известно, что если в клетке повышено содержание аланинтрансаминазы (КФ 2.6.1.2), то α -аминогруппы накапливаются в виде аланина (0.513 мг/г) – аминокислоты, наиболее легко синтезируемой в организме, являющейся составной частью витамина-пантотеновой кислоты, кофермента А, и оказывающей наибольший протекторный эффект на клеточные мембраны. Кроме аланина в исследуемых дрожжах превалировали глутаминовая кислота, валин, лейцин, тирозин, серин, изолейцин, глицин важные не только для синтеза белков, ферментов, но и являющиеся исходным продуктом синтеза РНК, пуриновых и пиримидиновых оснований, липидов, углеводов и других аминокислот, наличие которых необходимо для протекания активного спиртового брожения. Содержание глутаминовой кислоты, имеющей фундаментальное значение в биосинтезе всех аминокислот у микроорганизмов, в опыте составляло 0.373 мг/г, что на 42% выше по сравнению с контролем. Известно положительное влияние глутаминовой кислоты и глицина на образование в дрожжах глутатиона, выполняющего каталитические функции в качестве высокоспецифического кофактора в активных центрах некоторых ферментов. В результате восстановления SH-группы тиоловых ферментов, принимающих участие в анаэробном окислении сахаров, ускоряется синтез этанола. Так, ранее была обнаружена значительная активация алкогольдегидрогеназы (КФ. 1.1.1.1.), активно участвующей в окислительно-восстановительных реакциях превращения ацетальдегида в этанол (6). Следует отметить, что содержание аргинина, аспартата и треонина, значительно активирующее спиртовое брожение, выше в 1.1, 2.0 и 1.1. раза соответственно. По нашим данным, дрожжевые микроорганизмы, культивируемые на среде с геотермальной водой, отличаются биологической ценностью за счет таких дефицитных аминокислот как лейцин, тирозин, изолейцин, метионин, треонин, усиливающих функциональную деятельность организма, активный транспорт химических веществ на клеточном уровне и образовании структурных белков. Следующим этапом исследования было изучение влияния различных питательных сред на образование побочных метаболитов: кетонов, эфиров, альдегидов и ароматических веществ на завершающем цикле ферментации. Анализ хроматограмм летучих примесей в отгонах сброженных субстратов выявил идентичный качественный состав, за исключением бутанола-2, причем контроль существенно отличался количеством синтезируемых побочных метаболитов. Результаты исследований показали, что на МПСГВ, несмотря на повышенный выход спирта, синтезируется почти вдвое меньше примесных соединений (4903.82:9076.75 мг/дм³, опыт: контроль), в основном за счет снижения образования высших спиртов (2409.48:4585.97 мг/дм³, опыт: контроль) и альдегидов, (2153.78:3854.13 мг/дм³, опыт: контроль) по сравнению с контрольным вариантом. Как следует из результатов эксперимента концентрация этанола в культуральной жидкости не коррелирует с образованием побочных продуктов обмена дрожжей и, соответственно, сброженные мелассные субстраты отличаются по вкусовым и ароматическим показателям. Весьма вероятно, что значительно большее накопление ацетальдегида и сниженная физиологическая активность популяции дрожжей в контроле взаимообусловлены. В бродящей среде с геотермальной водой содержание эфира уксусной кислоты (этилацетат) в 2.6 раза меньше, в то время как результаты контроля составляют крайнюю пороговую границу его накопления. Высшие спирты представлены в исследуемых образцах следующими компонентами: пропанол-1, пропанол-2, бутанол-1, бутанол-2, изобутанол, изоамиллол, гексанол, которые сами по себе и, тем более

присутствуя вместе, отрицательно влияют на конечный продукт. Идентифицированы также ароматические соединения: ненасыщенный альдегид-кродональдегид и фенилалкоголь. При длительной инкубации дрожжей в периодических условиях биохимические изменения в среде обусловлены не только выделением продуктов автолиза дрожжей в среду, но и ферментативной трансформацией отдельных компонентов среды внутри клеток.

Нам представляется целесообразным проанализировать эффект действия биологически активных веществ подземной воды и экскретированных метаболитов в среде на ультраструктурный уровень клеток *S. cerevisiae*, сведения о котором отсутствуют. Электронно-микроскопическое исследования клеток штамма *S. cerevisiae* Y-503, культивируемых продолжительное время (48 ч) на различных по составу меласных средах, позволили обнаружить достаточно отчетливые ультраструктурные изменения. Отличительной особенностью для обоих вариантов дрожжей является характерные для бродильных клеток многочисленные инвагинации цитоплазматической мембраны, отсутствие аппарата Гольджи, вакуолей за исключением отдельных срезов в контроле. Между тем в опытном варианте были отмечены следующие ультраструктурные изменения. Значительную часть клетки занимает ядро неправильной формы, где хроматин находится в диспергированном виде, что говорит об активном состоянии клетки. На всех срезах в ядре видно ядрышко, образование которого характерно для клеток, способных к бурному росту и синтезу большого количества белка (7). В цитоплазме клеток обнаружено также значительное скопление гранулированного гликогена, что указывает на усиленный углеводный обмен дрожжей. Отмечено небольшое количество промитохондриальных структур, единичные участки эндоплазматического ретикулума и секреторные гранулы. Интересным, с нашей точки зрения, является обнаружение в непосредственной близости от ядра довольно крупных пероксисом с мелкозернистым и сравнительно электронно-плотным матриксом, собранных в гроздь по 2-9 гранул в клетках, выращенных на МПСГВ. В наиболее активный период развития культуры пероксисомы в цитоплазме отсутствуют, поскольку ферменты полностью используются для обеспечения различных метаболических реакций. При замедлении размножения дрожжей (к 48 ч.) и снижении активности метаболических реакций в течение постепенного перехода клеток в стационарную фазу ферменты в избытке скапливаются в цитоплазме и отчетливо выявляются в виде микротелец (пероксисом), появление которых является результатом изменения функционирования основных, постоянно присутствующих в клетке органоидов. Гиперсинтез белков в клетках – явление довольно обычное, особенно часто наблюдаемое в культурах, развивающихся в экстремальных условиях. Как, например, при неспецифических источниках энергии: в присутствии алканов-полициклических углеводородов (C_8 до C_{23}), жирных кислот, различных спиртов (от метанола до высокомолекулярных спиртов) (8). В нашем эксперименте на опытной среде такими источниками могут являться органические компоненты геотермальной воды, представленные гумусовыми веществами и битумами. Например, битумы – своего рода химико-аналитические аналоги жиров (липидов) и жироподобных веществ (липоидов), в состав которых входят углеводороды: метановые, ароматические, n-алканы, изоалканы, циклопентаны, арены, ряд аминокислот и др. Если для метаболизма углеводов (особенно глюкозы) не требуется массового образования пероксисом, то высшие жирные кислоты, углеводороды и метанол без дополнительного мощного участия пероксисом не могут быть метаболизированы. Более того, в этих ситуациях пероксисомы могут иметь даже большее значение, чем митохондрии. Известно, что ферменты, локализованные в митохондриях и пероксисомах, дополняют друг друга в процессах, связанных с

окислением трудно окисляемых источников углеродного питания и энергетических процессов. Изучение электронных срезов клеток контрольной культуры открыло перед нами совершенно иную картину. Как следует из полученных морфологических и технологических данных, клетки контрольной популяции были достаточно пассивны при имеющемся запасе углеводов в среде (4). Показано, что клетки пережили дополнительный стресс, при котором наступает коагуляция цитоплазмы, отмечается появление ярко светящихся включений. Наблюдается разрушение ядерных вакуолярных структур. На срезах видны довольно крупные ядра, но в отличие от опыта, отсутствует ядрышко в ядре. В большинстве случаев хроматина в ядре не обнаружено, что может отражать падение ядерных синтетических процессов. Необходимо отметить еще одну отличительную особенность: наличие в клеточной стенке каналов, через которые вытекает содержимое клетки. Очевидно мы наблюдаем усиление автолитических процессов, чему могло способствовать повышенное накопление в контрольной среде вредных побочных продуктов брожения.

Таким образом, проведенные исследования показали, что интенсификация биосинтеза этанола (на 25 %), улучшение биологической ценности дрожжей за счет свободных аминокислот и значительное снижение нежелательных примесных соединений обусловлены возможностью изменения метаболизма дрожжей на основе влияния биологически активных веществ геотермальной воды. Изучение ультраструктурной организации клеток выявило активное функциональное состояние дрожжей в процессе спиртового брожения; обнаружены пероксисомы, имеющие важное физиологическое значение в регуляции окислительно-восстановительных процессов в клетке.

Литература

1. Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц., Халилова Э.А. и др. Геотермальная вода в составе питательной среды и морфофизиологические свойства дрожжей *S. cerevisiae* // Прикл. биохимия и микробиология. 1999. Т. 35. № 3. С. 349-352.
2. Патент РФ 2151795. Способ получения сушеных дрожжей. /Ш.А. Абрамов, С. Ц. Котенко, Э.А. Халилова, Ф.И.Исламова, М.М.Омаров // БИ. 2000. №18. С. 138.
3. Халилова Э.А., Абрамов Ш.А. Влияние питательных сред на состав свободных аминокислот дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* // Прикл. биохимия и микробиология. 2001. Т. 37. № 5. С. 578-581.
4. 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.
5. Абрамов Ш.А., Халилова Э.А. Способ сбраживания мелассного сусла // Положительное решение о выдаче патента на изобретение по заявке № 2006122293/13 (024207) от 22.08.07 г.
6. Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц., Исламмагомедова Э.А. Активность ферментов углеводного обмена штамма *Saccharomyces cerevisiae* Y-503 в анаэробных условиях культивирования // Хранение и переработка сельхозсырья. 2007. № 10. С. 49-51.
7. Бирюзова В.И. Ультраструктурная организация дрожжевой клетки. Атлас. М.: Наука, 1994. 224 с.
8. Бирюзова В.И., Помощникова Н.А. Формирование пероксисом в клетках метилотрофных дрожжей *Candida (Kloeckeria) boidinii* // Микробиология. 1996. Т. 65. №1, С. 48-53.

МУНИЦИПАЛЬНЫЕ ОТХОДЫ И ИХ РОЛЬ В СОВРЕМЕННОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ КРИЗИСЕ

Цвирко Н.И. (г. Ставрополь, Ставропольский государственный педагогический институт, кафедра биологии и экологии, tsvirco@mail.ru)

Abstract. The problem of soiling natural environment by wastes is an important problem of ecology. Methods of their utilitarian are not effective. It is necessary to use new biotechnology for utilize of bioorganic wastes.

До недавнего времени человечество не ограничивало своего влияния на природу, учитывая лишь собственную экономическую выгоду. В современном обществе экологические ограничения начали играть превалирующую роль – выяснилось, что благоприятная среда очень много значит для существования. В ситуации глобального экологического кризиса человеку важно защитить себя от собственного негативного влияния на природную среду – а именно, ее непоправимого изменения. Под влиянием различных экологических ограничений должны изменяться и юридические, и экономические структуры.

Согласно второму началу термодинамики, любая неограниченно растущая система может развиваться только за счет деструкции окружающей ее среды (4), при этом любое развитие человечества возможно только при условии постепенного разрушения окружающей его природной среды. В связи с этим экономика, основанная на принципе расширенного экстенсивного производства, всегда будет противостоять сохранению природы. Чем интенсивнее и скорее идет добыча и расходование невозобновимых естественных ресурсов и больше доля изъятия возобновимых природных благ, тем значительнее нарушение окружающей человека природной среды – экосистем и геосистем (4).

В современном обществе вопросы охраны природы и рационального использования ресурсов приобретают огромное государственное значение при производстве любого вида продукции. Интенсификация сельского хозяйства сопровождается необратимыми изменениями первоначальных биогеоценозов на обширных площадях. Кроме сокращения видового разнообразия, происходит значительное увеличение массы пищи, производимой на единице поверхности. Все это необратимо приводит к возрастанию количества отходов хозяйственной деятельности человека, загрязняющих окружающую среду. Это вызывает необходимость более полного использования имеющихся кормовых ресурсов. В настоящее время актуальными становятся исследования, посвященные созданию безотходных технологий. Миллионы тонн ценных кормовых средств теряются вследствие несовершенной технологии пищевых производств и загрязняют окружающую среду. Увеличение наукоемкости и энергоемкости общественного производства приводит к необходимости снижения содержания природного вещества в усредненной единице общественного продукта и увеличению темпов оборота вовлекаемых природных ресурсов (4).

Таким образом, в постиндустриальном обществе наиболее эффективно наукоемкое производство, которое экологически менее опасно. Наряду с процессами расширения и углубления образования необходимо сокращать потребности в материалах, изымаемых из природы. Ресурсосберегающие технологии, экономия энергии и материалов, минитюаризация изделий – все это отодвигает кризисные

явления, но не предотвращает их (4). Требуются радикальные изменения самого человека и качества его жизни.

Проблема утилизации и хранения отходов остается не решенной, что обусловлено значительным их количеством и видовым разнообразием. Отходами принято называть материалы (предметы, продукты питания), которые вследствие применяемых технологий переработки, использования и эксплуатации потеряли изначальные потребительские свойства и не могут быть использованы по прямому назначению (2). Все, что производится в результате хозяйственной деятельности человека, имеет определенную длительность существования и рано или поздно превращается в отходы. Если в условиях девственной природы процессы обращения с отходами саморегулируются, то перед человечеством встает задача переработки отходов. С отходами теряются тонны органического вещества, которые необходимо вернуть в цикл хозяйственной деятельности человека. Низкий уровень использования отходов качестве вторичного сырья обусловлен нежеланием предприятий заниматься этой проблемой. Несмотря на то, что отходы одного производства могут служить сырьем для другого, предприятия предпочитают уничтожать, а не перерабатывать отдельные виды отходов.

В странах Европы значительную долю от общего числа составляют так называемые «муниципальные отходы». Они имеют различное происхождение и различные свойства, однако их объединяет то, что ответственность за их утилизацию ложится на городские власти. В таблице 1 представлены сведения о количестве муниципальных отходов на душу населения (1).

Таблица 1. Количество муниципальных отходов на душу населения по странам

Страна	Кол-во отходов на душу населения (кг/чел)	Страна	Кол-во отходов на душу населения (кг/чел)
США	744	Германия	318
Канада	635	Швейцария	317
Норвегия	474	Ирландия	311
Нидерланды	447	Испания	275
Дания	423	Франция	272
Финляндия	408	Италия	263
Швейцария	383	Австрия	228
Люксембург	357	Португалия	221
Великобритания	355	Россия	205
Япония	344		

Объем муниципальных отходов в городах и поселках России составляет 150 млн.м³ (30 млн. тонн) в год (2). Загрязнение отходами производства и потребления большинства территорий России приобретает характер бедствия. При этом Россия относится к странам высокой уровнем урбанизации (в городах с численностью более 100 тысяч человек проживает 62% населения страны) (2).

Отходы можно классифицировать по происхождению (бытовые, промышленные, сельскохозяйственные и т.д.), а так же по свойствам. Состав и объем муниципальных отходов чрезвычайно разнообразны и зависят не только от страны и местности, но и от времени года и от многих других факторов.

Современные отходы хозяйственной деятельности человека являются наиболее мощным фактором воздействия на окружающую среду. Огромное разнообразие

отходов и вредных веществ в их составе делают современные отходы наиболее опасными для здоровья человека и окружающей среды.

Использование и утилизация промышленных отходов и мероприятия по предотвращению их образования являются основными способами регулирования отрицательного воздействия отходов на окружающую среду. Утилизируются в большей степени отходы сельского хозяйства, отходы, образующиеся в процессе заготовки и переработки древесины. К категории частично утилизируемых отходов, имеющих установившуюся систему сбора, относятся отдельные виды нефтепродуктов. В первую очередь, это моторные и индустриальные масла, светлые отработанные нефтепродукты, металлолом.

Особо острой является проблема утилизации муниципальных отходов, морфологический состав которых специально не изучался. В составе муниципальных отходов все больше увеличивается доля материалов с большим объемным весом (отходы упаковочных материалов и др.), что затрудняет их захоронение, особенно в сельских районах, где из-за отсутствия отработанной системы сбора, утилизации жидких и твердых бытовых отходов, обеспечения своевременного их вывоза происходит захламенение территорий.

Изучение структуры муниципального мусора (г. Ставрополь) показало, что его состав представляет собой ценное органическое сырье: смесь гниющих пищевых материалов - 49,4 %; картон и бумага - 24,7 %; стеклотара - 10,1 %; металл (в основном жель) - 8,9 %; пластмассы (пакеты, упаковки) - 5,6 %; древесина - 1,1 %; другие объекты - 0,3 %.

В настоящее время на каждого человека добывают и выращивают примерно 20 т первичного природного сырья в год, которое перерабатывается в конечные продукты массой 2 т. Из этих 2 т конечного продукта в течение того же года выбрасывается не менее 1 т. Интенсивность потребления человеком энергии и материальных ресурсов растет пропорционально численности населения и даже опережает его прирост. Одной из важных экологических проблем является проблема утилизации твердых отходов. Они образуются не только в промышленности, но и в быту.

Существующие способы переработки отходов малоэффективны (5).

Сжигание отходов приводит к другой проблеме: загрязнению воздуха такими опасными веществами, как диоксины. В последние годы специалисты все больше склоняются к тому, что сжигание мусора или его складирование не выгодно ни экономически, ни экологически. Из мусора можно получать и сырье, и энергию.

Захоронение отходов на сегодняшний день основной способ избавления от отходов. Однако при этом возникает ряд проблем: возможность загрязнения грунтовых вод, образование легковоспламеняющегося газа-метана, происходит постепенная просадка грунта, изменяется микроклимат вокруг свалки, что влияет на растительный и животный мир.

Однако свалки мусора можно не только обезопасить. Но и получать на их основе биогаз. Подобные отвалы мусора уже работают в ряде стран Западной Европы. По расчетам такие отвалы будут давать биогаз в течение 20 лет с хорошей производительностью - 250 м³ в час. Этого газа достаточно для получения электроэнергии городу со стотысячным населением.

Компостирование - это естественное биологическое разрушение органического вещества в присутствии воздуха. Конечный продукт-компост можно использовать как удобрение. Но и в этом случае необходима сортировка.

Рециклизация или вторичная переработка - этот способ является наиболее эффективным способом избавления от отходов. Примером рециклизации отходов

производства может служить получение фторангидридов кирпичей и блоков, которые производят из отходов фтористоводородного производства.

Ученые, занимающиеся изучением проблемы утилизации отходов, пришли к выводу о необходимости обязательной сортировки мусора. В других странах уже появились на улицах отдельные контейнеры для различных типов мусора, но в нашей стране этого пока нет. Этот метод предполагает массовое участие жителей, экономическое стимулирование и готовность городских коммунальных служб. В решении этой проблемы активно могут участвовать и школьники, особенно на этапе разъяснительной работы среди жителей города. Необходимо учесть и то, что в быту уже происходит естественная сортировка мусора: бумаги, тряпок, стеклосуды. Возобновление сбора макулатуры, металлолома, а также новый опыт по сбору пластиковых бутылок - это тоже способ решения данной проблемы.

Обострение экологических проблем, истощение запасов невозобновляемых энергоресурсов, рост цен на них, обусловили интерес к разработке и использованию технологии биоконверсии органических отходов для получения энергии.

Растущее население, увеличивающиеся доходы и изменение структуры потребления усложняют решение проблемы утилизации отходов. Количество мусора увеличивается, города растут, так называемые потребители зарабатывают больше денег, увеличивают потребление еды, воды и так называемых товаров длительного пользования, тогда как растущий спрос и большая доступность стимулирует продажу товаров, которые просты в обращении, но - с большим удельным содержанием упаковок. В большинстве регионов в мире способность к эффективному решению проблемы отходов далеко отстает от темпов их роста.

Значительные объемы образования муниципальных отходов, низкий уровень их утилизации, проблемы загрязнения, вызванные ими, настоятельно требуют более эффективного использования этого вида вторичных материальных ресурсов.

Литература

1. Журкович В.В. Потапов А.И. Отходы: научное и учебно-методическое справочное пособие. – СПб.: Гуманистика, 2001.
2. Кравченко Д.Б. Экономико - экологическое управление системой утилизации твердых бытовых отходов. – Дисс....канд.экон.наук. – М., 2005.
3. Мягков М.И., Алексеев Г.М., Ольшанецкий В.А. Твердые бытовые отходы города, Л, Стройиздат, 1978
4. Реймерс Н.Ф. Экология. – М.: Россия Молодая, 1994 - 367 с.
5. Управление отходами. Захоронение твердых бытовых отходов: учебное пособие / Я.И. Вайсман, В.Н. Коротаяев, В.Ю. Петров. – Пермский государственный технический университет. – Пермь, 2003.

СЕКЦИЯ
“МИКРОБИОЛОГИЯ”

Секция «Микробиология»

АБРАМОВ Ш.А., ВЛАСОВА О.К. Влияние кремнезема на формирование аминокислотного комплекса сброженного субстрата.....	528
АНЦИФЕРОВА А.В. Репродуктивный цикл и стадии зрелости гонад самок <i>Cuscutaria frondosa</i> Баренцева моря	532
БОБРОВА Д.В., МИХЕЕВА И.В. Санитарно-микробиологическая характеристика воды канала им. Москвы	534
БОГДАНОВА О.Ю., МАКАРЕВИЧ Е.В. Сравнительные исследования количественного распределения общей численности бактерий литорали Кольского залива	536
БОГДАНОВА О.Ю. Особенности функционирования трофических групп гетеротрофных бактерий в воде пресных водоемов Кольского района Мурманской области.....	541
ИСЛАММАГОМЕДОВА Э.А., КОТЕНКО С.Ц. Влияние среды культивирования на морфологические и структурные особенности дрожжей <i>Saccharomyces oviformis</i>	546
ЛАБИНЦЕВА Е.В., МИШИНЕВА З.Р. Оценка значимости лямблиоза для Мурманской области.....	550
ЛАЖЕНЦЕВА Л.Ю., ШУЛЬГИН Ю.П. Микробиологические риски и качество продукции из креветок	553
ЛЕОНОВА Ю.С. Современные методы идентификации хромосом человека и плода. Fish–метод	557
ЛЕОНОВА Ю.С. Вирус краснухи у беременных женщин	559
НИКОНОВА Е.П. Перифитонные микроорганизмы макрофитов, как биоиндикаторы.....	561
ПЕРЕТРУХИНА И.В., ИЛЬИНСКИЙ В.В., ЛИТВИНОВА М.Ю. Евтрофные и олиготрофные бактерии, как основные группы гетеротрофного бактериопланктона	563
ПЕРЕТРУХИНА А.Т., ЛИСИЦЫНСКАЯ Е.Е. Микробиологические исследования ракообразных	567
ПЕРЕТРУХИНА А.Т., МИШИНЁВА Т.К., ЛИТВИНОВА М.Ю. Экологическое законодательство на предприятиях, осуществляющих разведку месторождений, добычу нефти, а также переработку, транспортировку, хранение и использование нефти и нефтепродуктов на территории Мурманской области	570
ПЕРЕТРУХИНА А.Т., ПЕРЕТРУХИНА И.В., ЛИТВИНОВА М.Ю. Микробиологические исследования водорослей Кольского залива	574
ПИНЯСКИНА Е.В. Действие низкоинтенсивного красного света на дрожжи, инактивированные UVA – излучением и видимым светом.....	577

СБИТНЕВА В.В., ПЕРЕТРУХИНА А.Т. Заболевания новорождённых и родильниц, вызванные бактериями рода <i>Escherichia</i> в родильном доме г. Мончегорска (с 2000 по 2006 гг.).....	581
ТОЙМЕНЦЕВА А.А., КАРИМОВА М.Р., ШАРИПОВА М.Р. Особенности экспрессии модифицированных генов глутамилэндопептидазы <i>Bacillus intermedius</i> в клетках <i>Bacillus subtilis</i>	585
ЧУМАКОВА Е.Н. Коррекция пробиотиками нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта сельскохозяйственных животных	587

ВЛИЯНИЕ КРЕМНЕЗЕМА НА ФОРМИРОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО КОМПЛЕКСА СБРОЖЕННОГО СУБСТРАТА

Абрамов Ш.А., Власова О.К. (г. Махачкала, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН, лаборатория эколого-биохимических основ рационального использования биоресурсов, e-mail: pibrdncran@iwt.ru)

Abstract. It was revealed, that addition in a culture substrate of natural dioxide of silicon promotes fuller assimilation *Saccharomyces* nitrogenous substances, including amino acids. The glytamic acid, an alanine and an arginine are most demanded.

Имеется сравнительно небольшое число элементов, которые по массе образуют главную часть земной коры. К ним относится кремний. В последнее время исследователи и практики проявляют все больший интерес к этому элементу. Литературные данные о влиянии кремния на развитие микроорганизмов малочисленны и относятся в большей мере к бактериям. Выявлены единичные сведения о роли кремния в жизнедеятельности дрожжей, информирующие о том, что этот элемент влияет на внутриклеточное скопление кобальта, магния, железа, молибдена и является обязательной составляющей оболочки клеток (1,2).

В то же время, известно, что кремний выполняет важную роль в широком спектре жизнедеятельности организмов. Он положительно влияет на подвижность почвенных фосфатов, повышает зимостойкость, толерантность, устойчивость растений к поражению болезнями, снижает транспирацию, участвует в процессах обмена. Его относят к группе элементов, необходимых для нормального роста, развития, обеспечения защитных функций, процессов дезинтоксикации человека и животных [3-7]. Рассматривая биологическое значение кремния, следует упомянуть о создании кремниевых аналогов лекарственных препаратов путем замены одного или нескольких атомов углерода кремнием. Модификация биологически активных органических соединений введением в их молекулы кремнийсодержащих групп повышает их растворимость в липидах, способствует лучшей проницаемости лекарственных препаратов через клеточные мембраны, а в отдельных случаях – даже пролонгирует их действие и усиливает фармакологический эффект (5). Физиологическая потребность организмов в кремнии, который химически связан с фосфолипидами, белком, полифенолами, несомненна [4]. Его официально причисляют к важнейшим элементам высокоразвитой жизни [3]. В связи с этим, поиск возможности регулирования жизнедеятельности микроорганизмов с использованием кремнийсодержащих соединений актуален, представляет теоретический и практический интерес.

Данная работа является фрагментом исследования, цель которого - выявление реакции дрожжей рода *Saccharomyces* на наличие кремния в питательной среде на основе изучения адаптивной изменчивости их биохимических и физиологических свойств.

При изучении динамики и полноты использования сахаридов, синтеза этанола, образования CO₂ дрожжами на кремнийсодержащих средах, нами обнаружено, что введение в питательную среду кремнезема интенсифицирует процесс брожения, снижая его продолжительность на пять-семь дней. Уровень интенсификации зависит от концентрации и природы кремнезема, состава питательной среды. Природный

кремнезем более активен в проявлении свойств биостимулятора, чем промышленный. Оптимальной дозой кремния является 1500 мг/дм^3 (8).

Представляло интерес исследование характера и глубины других ключевых процессов метаболизма. Одним из аспектов эксперимента стало изучение азотного обмена, который, наряду с углеводным, является основным в процессе брожения и неразрывно с ним связан. Действие кремнезема проверяли на виноградном сусле сахаристостью $20,9 \text{ г/100 см}^3$ и титруемой кислотностью $6,7 \text{ г/дм}^3$. Изучали наличие азота и аминокислот в исходном пастеризованном сусле, в материале после сбраживания этого сусла (контроль). Для получения опытного материала в исходное сусло был добавлен природный кремнезем из расчета 1500 мг/дм^3 кремния.

Брожение проводили в трех повторностях в колбах Эрленмейера с затворами при температуре $24\text{-}25^\circ\text{C}$. Дрожжевую разводку штамма *Saccharomyces oviformis* Махачкалинская 12-Х (Ш.А.Абрамов и др. А.с. № 1104149, номер ЦМПМ Y -395) вводили из расчета 2%.

По окончании брожения, завершившегося в опыте на шесть дней раньше, чем в контроле, осветленный материал был снят с дрожжевого осадка и подвергнут исследованию. Общий азот определяли микрометодом по Кьельдалю, состав аминокислотных пул - методом ионообменной жидкостной хроматографии, используя анализатор "AAA-881" (Чехия), после предварительного гидролиза пробы, позволяющего получить информацию о сумме свободных аминокислот, аминокислот белков и пептидов. Летучие компоненты сброженных субстратов исследовали на газовом хроматографе "Кристалл – 2000 М".

Известно, что азотистые вещества виноградного сусла включают различные формы азота. В процессе брожения они претерпевают глубокие изменения. Состав их в вине включает как формы азота исходного сусла, так и азота дрожжей. При определении массовой концентрации азота мы констатировали ее значительное снижение в результате деятельности дрожжей. Так, исходное сусло содержало $299,5 \text{ мг/дм}^3$ азота. В контрольном материале найдено $189,5 \text{ мг/дм}^3$ азота. В опытном – только $163,8 \text{ мг/дм}^3$ азота, что на 13,5 % меньше, чем в контроле.

Снижению концентрации азота сопутствовало уменьшение содержания компонентов, занимающих центральное место в обмене азотистых веществ - аминокислот. Дрожжи в состоянии синтезировать их и потреблять в готовом виде. Предшественником для биосинтеза аминокислот являются промежуточные соединения известных цепей метаболизма углеводов: гликолитического, пентозофосфатного, цикла ди- и трикарбоновых кислот. Происходит и преобразование аминокислот, неразрывно связанное с синтетической деятельностью дрожжей - реакциями переаминирования, окислительного дезаминирования и последующего декарбоксилирования.

Данные определения аминокислотного состава исследуемых образцов, приведенные в таблице 1, свидетельствуют о глубоком преобразовании их в образце с диоксидом кремния. Общее содержание аминокислот здесь после сбраживания стало вдвое меньшим, чем в исходной среде и составило 61,3% от наличия в контроле. Произошло более полное усвоение каждой из 16 идентифицированных аминокислот. Уровень снижения концентрации их индивидуален. В опытном субстрате наиболее востребованы дрожжами глутаминовая кислота (глутамат), аланин, аргинин, изолейцин, гистидин, лейцин и валин. Максимальный градиент различий определен по ассимиляции глутаминовой кислоты. Совокупность реакций переноса аминокислот происходит именно в системе глутаминовая кислота – глутамин – α -кетоглутаровая кислота, через которую эти процессы связаны с циклом трикарбоновых кислот. Эта кислота при дезаминировании может быть донором водорода, служа донором аминокислотной группы в реакциях переаминирования кетокислот, участвует в синтезе многих

аминокислот. Из глутаминовой кислоты получается аспарагиновая кислота (аспартат). Ее углеродный скелет служит основой в биосинтезе орнитина и пролина. По-видимому, с интенсивным течением этих ферментативных реакций связаны расходы глутаминовой кислоты, изменения концентраций всех аминокислот, в том числе и прирост пролина.

Таблица 1

Аминокислота	Исходное сусло, мг/дм ³	Сброженный материал			
		контроль		опыт	
		мг/дм ³	%сусла	мг/дм ³	%сусла
Лизин	59,5±2,9	52,1±2,6	87,6	38,6±1,9	64,8
Гистидин	52,6±2,6	49,0±2,4	93,1	27,0±1,3	51,3
Аргинин	65,3±3,2	50,3±2,4	77,0	23,7±1,2	36,3
Аспартат	64,6±3,4	54,7±2,7	84,7	42,1±2,1	65,2
Треонин	64,0±3,5	49,7±2,3	77,7	35,9±1,7	56,1
Серин	27,6±1,3	29,6±1,4	107,2	20,2±1,1	73,2
Глутамат	164,0±8,2	109,0±5,2	66,5	47,2±2,3	28,8
Пролин	10,6±0,5	19,5±0,9	183,9	12,6±0,6	118,9
Глицин	25,8±1,2	34,2±1,7	132,5	23,1±1,1	89,5
Аланин	79,1±3,7	59,8±2,6	75,6	24,2±1,2	30,6
Валин	56,9±2,8	46,9±2,3	82,4	32,9±1,7	57,8
Метионин	7,2±0,3	4,7±0,2	65,3	следы	100,0
Изолейцин	36,6±1,8	24,5±1,2	66,9	16,9±0,8	46,2
Лейцин	50,5±2,6	39,8±1,9	78,8	26,4±1,3	52,3
Тирозин	20,9±1,1	20,0±1,1	95,7	17,0±0,8	81,3
Фенилаланин	34,9±1,7	23,4±1,2	67,1	21,1±1,1	60,5
Сумма, в том числе:					
незаменимые	820,1±39,4	667,2±33,4	81,4	409,0±20,1	49,9
заменимые	427,5±21,5	340,4±18,6	79,6	222,6±11,1	52,1
	392,6±21,1	326,8±17,6	83,2	186,4±9,7	47,5

Дифференцирование обнаруженных аминокислот по наличию функциональных групп выявило, что в опытном образце ниже, чем в контрольном, концентрация аминокислот нейтральных, жирного ряда, с гидроксильной, дикарбоксильных, с основной группой и ароматических в 1,6; 1,4; 1,8; 1,7; 1,1 и 1,5 раз, соответственно. Серусодержащая аминокислота – метионин обнаружена только в следах. Самые глубокие изменения коснулись аминокислот дикарбоксильных, с основной группой и нейтральных жирного ряда (табл.2). При снижении концентрации азота и аминокислот логично появление в опытном материале большего количества высших спиртов и сложных эфиров, на 49,6 и 7,0 мг/дм³, соответственно. Биосинтез их взаимосвязан с диссимиляцией углеводов и преобразованиями азотистых веществ. Отмечено снижение концентрации нежелательных составляющих, таких как ацетон, уксусный и кротоновый альдегиды, летучие кислоты и наличие большего количества ценных высококипящих компонентов - гексанола, бензальдегида, фенилэтанола, ответственных за появление в аромате фруктово-цветочных тонов.

В результате исследований установлено, что введение в питательную среду природного диоксида кремния способствует более полному усвоению дрожжами азотистых веществ, в том числе аминокислот. В большей мере востребованы алифатические аминокислоты нейтральные, жирного ряда, дикарбоновые, с основной группой и, особенно, глутаминовая кислота, занимающая ключевое положение в

азотном обмене. Сопутствующее преобразование химического состава субстрата благоприятно сказывается на формировании вкусовых достоинств и ароматного комплекса.

Таблица 2

Функциональная группа аминокислот	Аминокислота	Сусло, мг/дм ³	Сброженный материал, мг/дм ³	
			контроль	опыт
Алифатическая цепь: нейтральные, жирного ряда с гидроксилом с атомом серы с карбоксилом с основной группой	глицин, аланин,	248,9	205,2	123,5
	валин, лейцин, изолейцин	91,6	79,3	56,1
	серин, треонин	7,2	4,7	следы
	метионин	228,6	163,7	89,3
	аспартат, глутамат	177,4	151,4	89,3
Ароматические	аргинин, гистидин, лизин	55,8	43,4	38,1
Гетероциклические	фенилаланин, тирозин пролин	10,6	19,5	12,6

Полученная информация расширяет сведения об адаптивной способности сахарометов, может быть использована при разработке регламентов регулирования процессов брожения, в частности, при производстве полусладких натуральных, мускатных игристых и других категорий вин, где необходимо азотопонижение.

Литература

1. Рибера-Гайон Ж., Пейно Е. Виноделие (Возбудители брожения. Приготовление вин). М.: Пищевая промышленность. 1971. С.176.
2. Brassier H.J., Krijer G.C., Meerten T. G., Wolterbeek H.T. Influence of silicon on cobalt, zinc, and magnesium in bakers yeast, *Saccharomyces cerevisiae* //Biological Trace element research. 2006. 112. (2). P.175-190.
3. Воронков М.Г., Кузнецов И.Г. Кремний в живой природе. Новосибирск: Наука. 1984.-154с.
4. Колесников М.П. Формы кремния в растениях// Успехи биологической химии. 2001. Т.41. С.301-332.
5. Воронков М., Зелчан Г., Лукавиц Э. Кремний и жизнь. Рига: Знание. 1978. -587с.
6. Neumann D. zur Nieden U. Silicon and heavy metal tolerance of higher plants //Phytochemistry. 2001. 56 (7). P. 685-692.
7. Liang Y., Wong J.W., Wei L. Silicon- mediated enhancement of cadmium tolerance in maize (*zea mays* L.) grown in cadmium contaminated soil//Chemosphere. 2005. 58(4). P. 475-483.
8. Абрамов Ш.А., Власова О.К., Бахмулаева З.К. Углеводный обмен дрожжей *Saccharomyces oviformis* на кремнийсодержащих средах//Виноделие и виноградарство.2006.№1.С.16-17.

РЕПРОДУКТИВНЫЙ ЦИКЛ И СТАДИИ ЗРЕЛОСТИ ГОНАД САМОК *CUCUMARIA FRONDOSA* БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Анциферова А.В. (МГТУ, кафедра микробиологии)

Cucumaria frondosa является одним из перспективных промысловых видов голотурий, обитающих в Баренцевом море. В настоящее время установлено, что органы и ткани этого вида голотурий содержат большой спектр ценных биологически активных веществ, которые обладают противоопухолевой, антимикробной активностью, им присущи иммуномодулирующие и радиозащитные свойства. В связи с этим возникла необходимость изучения репродуктивного цикла этого объекта.

Голотурии имеют непарную гонаду, которая состоит из двух пучков длинных и многочисленных разветвленных и неразветвленных трубочек, заполняющих почти все свободное пространство полости тела. Определить пол особи по внешнему виду невозможно.

В период интенсивного развития гаметогенеза и во время нереста пол легко идентифицировать по цвету гонад после вскрытия. У самцов они бледно-фиолетовые или розовые, у самок – темно-коричневые или бордово-оранжевые. Мужские гонады часто имеют утолщения и перетяжки различной формы и размера.

Нами при изучении яичников кукумари Баренцева моря в репродуктивном цикле выделено 5 стадий развития: восстановления, роста, созревания, зрелости и посленерестовая.

I стадия. Восстановление. Диаметр трубочек около 1 мм. Стенка трубочек толстая, герминальный эпителий свернут. Зрелые половые клетки практически отсутствуют. В основном в половых трубочках находятся ооциты цитоплазматического роста $d=25-225$ мкм и в небольших количествах ооциты, перешедшие к накоплению желточных гранул в цитоплазме $d=250-450$ мкм. Многочисленные ооциты подвергаются резорбции.

II стадия. Рост. Стенка трубочек толстая, 260 - 350 мкм в диаметре. Трубочки содержат ооциты первой фазы роста, и увеличивается количество ооцитов трофоплазматического роста. Единично встречаются вителлогенные ооциты $d=475-675$ мкм. Резорбции подвергаются ооциты различных категорий.

III стадия. Созревание. Половые трубочки имеют максимальный диаметр и минимальную толщину стенки (50-80 мкм). Процентное соотношение ооцитов в большинстве трубочек постепенно изменяется в сторону увеличения доли ооцитов, предназначенных для вымета. В трубочках обнаруживаются ооциты предыдущих фаз развития.

IV стадия. Зрелость. Диаметр половых трубок ≥ 2 мм. Трубочки яичника тонкие, при незначительном повреждении из них вытекают ооциты. Попадают незрелые клетки. Просвет трубочек заполнен ооцитами I порядка, которые выводятся порциями. По мере их выведения трубочки спадаются.

V стадия. Посленерестовая. Диаметр половых трубочек ≤ 1 мм, их стенка свернутая. Толщина ее 100-150 мкм, на некоторых участках - 190-300 мкм. Половые трубочки спавшиеся. Трубочки существенно отличаются по количественному и качественному составу ооцитов. В отнерестившихся яичниках обнаруживаются половые клетки на разных стадиях развития. Встречаются трубочки, не содержащие крупных ооцитов. Начинается фагоцитоз ооцитов разных категорий зрелости.

Необходимо отметить, что границы между стадиями определяются условно и перекрываются. Когда мы говорим, что гонада находится на данной стадии, это не

значит, что в гонаде совсем не идут процессы иные, чем тот, который является определяющим. К примеру, в гонаде одной особи на стадии нереста наряду с нерестом могут идти процессы роста и даже размножения половых клеток (Касьянов и др., 1980). Характеристика состояния гонад в популяции основывается на том, что большинство особей имеет гонады на этой стадии.

САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДЫ КАНАЛА ИМ. МОСКВЫ

Боброва Д.В., Михеева И.В. (Московская обл., Дмитровский р-н, п. Рыбное, ДФ АГТУ, кафедра экологии e-mail: dfagtu@mail.ru)

Abstract. The sanitary-microbiological state of the water of the Moscow canal was studied in July and September of 2007. Samples of water were taken at six stations at the full length of the canal from the Ivankovskoye water reservoir to the Moscow river system. As a result of the research such bacteria as *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Aeromonas* were selected. The study of these bacteria showed little virulention. We assess the state of the water in the canal as satisfactory.

Канал им. Москвы – основной источник водоснабжения Москвы, обеспечивает более 54 % бытового и промышленного потребления воды столицей и ее пригородами.

Водные микроорганизмы играют существенную роль в самоочищении воды, но многие из них являются патогенными, что определяет необходимость изучения санитарно – микробиологического состояния воды канала.

Основой для настоящего сообщения послужили материалы, собранные в июле и сентябре 2007 г. на всем протяжении канала. Использовался метод посевов натуральной воды из канала на питательные среды: эритрит–агар - для определения общего микробного числа (ОМЧ), и среду Эндо - для определения энтеробактерий, аэромонад и неферментирующих щелочеобразователей (Мусселиус, 1983). Видовую принадлежность микроорганизмов и их биологические свойства, а также вирулентность выделенных микроорганизмов определяли на ДНК-агаре .

В июле были выделены следующие микроорганизмы: *Aeromonas veronii*, *A. caviae*, *Proteus vulgaris*, также *Moraxella* sp., *A. schubertii*, *A. sobria*, относящиеся к цитохромоксидазаположительным, и *Acinetobacter baumannii*, *Ac. calcoaceticus*, являющиеся цитохромоксидазаотрицательными. В сентябре была обнаружена еще *Aeromonas* sp. 8. Обнаруженные аэромонады, ацинетобактерии и моракселлы имеют небольшую вирулентность.

Численность микроорганизмов - колониеобразующих форм (КОЕ) в пределах канала изменялась от 420 до 1040 КОЕ/мл на эритрит-агаре и от 260 до 840 КОЕ/мл на среде Эндо в июле и от 20 до 1080 КОЕ/мл на эритрит-агаре и от 60 до 860 КОЕ/мл на среде Эндо в сентябре (табл.).

Определенной закономерности в пространственной динамике численности бактерий в канале выявлено не было. По количественному развитию микроорганизмов воду канала можно отнести к вполне чистой (Жукинский и др., 1981).

Установлено, что относительная численность бактерий группы кишечной палочки (БГКП) изменялась от июля к сентябрю. В июле она имела достаточно высокий показатель (41,6% в микробиоценозе), к сентябрю значительно снизилась, в среднем составив 16,9% в микробиоценозе воды канала. Такое сокращение численности можно объяснить снижением температуры воды и уменьшением антропогенного пресса.

Таким образом, в целом санитарно-микробиологическое состояние воды канала им. Москвы можно оценить как удовлетворительное.

Таблица. Микробиоценоз воды канала им. Москвы, 2007 г.

Место отбора пробы	июль			сентябрь		
	Эритрит – агар, КОЕ/мл	Среда Эндо, КОЕ/мл	Микробиоценоз	Эритрит – агар, КОЕ/мл	Среда Эндо, КОЕ/мл	Микробиоценоз
Ст.1. Дубна	1040	360	БГКП, <i>Aeromonas schubertii</i> , <i>A. sobria</i> , <i>Acinetobacter. calcoaceticus</i>	120	р/н	<i>Vac. sp.</i> , БГКП
Ст.2. Темпы	880	840	БГКП, <i>Moraxella sp.</i>	440	60	БГКП, <i>Moraxella sp.</i>
Ст.3. Запрудня	880	260	<i>A. sobria</i> , <i>A. schubertii</i> , <i>Ac. baumannii</i>	160	60	Протей (все затянута), <i>Moraxella sp.</i> , <i>A. schubertii</i>
Ст.4. Дмитров	460	340	БГКП, <i>A. sobria</i> , <i>Ac. baumannii</i>	20	100	<i>Vac. sp.</i> , <i>Moraxella sp.</i>
Ст. 5. Икша	420	440	БГКП, <i>A. veronii</i> , <i>A. sobria</i>	720	80	БГКП, <i>A. schubertii</i> , <i>A. sp. 8</i>
Ст.6. Долгопрудный	660	600	БГКП, <i>A. caviae</i> , <i>A. sobria</i>	1080	860	БГКП, <i>A. sobria</i> , <i>A. schubertii</i>

Литература

1. Мусселиус В.А. Лабораторный практикум по болезням рыб. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 294 с.
2. Жукинский В.Н., Оксюк О.П., Олейник Г.Н., Кошелева С.И. Принципы и опыт построения экологической классификации качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн. 1981. 17, № 2. С. 38-39

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИЙ ЛИТОРАЛИ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Богданова О.Ю., Макаревич Е.В. (МГТУ, кафедра микробиологии)

Данная работа является началом цикла сравнительных исследований бактериальных сообществ водных масс и грунта литорали Кольского залива, проведенных в период с 1999 по 2007 годы. Изучение количественного распределения бактериопланктона и бактериобентоса имеет важное значение в оценке устойчивости водных экосистем к антропогенному загрязнению. Особое значение имеют эти вопросы в экосистемах Заполярья, функционирующих в экстремальных условиях низких температур и потому, более чувствительных к антропогенным воздействиям на среду.

В грунте и водных массах литорали Кольского залива исследовали сезонную динамику количественного распределения общей численности бактерий, определенных методом прямой люминесцентной микроскопии. Под сезоном подразумевали гидрологические сезоны, каждый из которых – часть года, в течение которой сохраняется характерное только для данного периода времени распределение океанологических элементов и факторов, определяющих их динамику (Макаревич, 2004). На выбранных станциях в стерильную посуду с соблюдением асептических условий отбирали пробы воды с глубин 20–50 см от поверхности и пробы грунта с верхнего горизонта (со средним диаметром частиц от 0,1525 до 0,5958 мм).

Исследования проводили на трех стационарных станциях, расположенных в разных частях залива, выбранных в соответствии с общим градиентом увеличения концентрации загрязняющих веществ от устья Кольского залива (станция 1) в его котовую часть (станция 3) (Богданова, 2003).

Таблица 1. Общая численность бактерий в 1 г грунта и воды

Место взятия пробы	Численность бактерий в 1 г ($N, \cdot 10^7$), клеток							
	Зима		Весна		Лето		Осень	
	Вода	Грунт	Вода	Грунт	Вода	Грунт	Вода	Грунт
Станция 1	0,82± 0,11	9,1± 0,8	1,588± 0,19	9,76± 1,2	2,279± 0,32	22,76± 5,8	2,108± 0,30	15,24± 4,9
Станция 2	0,756± 0,08	17,703 ±5,2	1,186± 0,09	20,158 ±6,3	0,869± 0,08	55,218 ±8,2	1,446± 0,10	33,325 ±7,4
Станция 3	2,067± 0,27	20,998 ±5,9	2,121± 0,34	22,83± 5,4	1,077± 0,12	63,403 ±8,9	1,089± 0,14	36,878 ±7,5

Сезонная динамика распределения численности бактерий (ЧБ) в воде на станциях 2 и 3 несколько отличалась от таковой на станции 1, в то время в грунте всех трех станций она имела общую тенденцию (таблице 1).

Максимум ЧБ в воде и в грунте станции 1 приходился на летний период (в воде – $2,279 \cdot 10^7$ кл/г и в грунте – $22,76 \cdot 10^7$ кл/г), и был приурочен к наиболее высоким температурам воды в этот период. Кроме того, на развитие бактериобентоса существенное влияние оказывает температура воздуха вследствие обнажения грунта во время отливов. Также, вспышка развития бактериобентоса в летний период года хронологически связывается с максимумами развития фитопланктона (Кузнецов, 1991; Druzhkov, Makarevich, 1992), следуя за которыми с лагом в 2–3 недели достигает

максимума и обилие бактериопланктона (Богданова, 2003). Таким образом, пики формируются в периоды интенсивного отмирания биомассы микроводорослей и активного включения вновь синтезированного органического вещества в систему гетеротрофного метаболизма прибрежной экосистемы (Дружков, 1997).

Сезонные максимальные значения ЧБ воды и грунта станций 2 и 3 не совпадали. Максимумы ЧБ станции 2 и 3 в воде приходились на весенний период и составили $(1,186 \cdot 10^7$ кл/г и $2,121 \cdot 10^7$ кл/г соответственно). В то время как в грунте максимальные показатели ЧБ станций 2 и 3 наблюдались в летний период (станция 2 – $55,21 \cdot 10^7$ и станция 3 – $63,40 \cdot 10^7$ кл/г).

Из таблице 1 также видно, что колебания численности бактерий в воде четкой тенденции не имеют. Наблюдается повышение ЧБ при переходе от зимнего периода к весеннему на всех трех станциях. В дальнейшем же развитие событий весьма различно. Наряду с этим, ЧБ грунта всех трех станций имеет некоторые закономерности. При переходе от зимнего периода к весне происходит незначительное увеличение ЧБ, к лету увеличение абсолютных значений составляет уже разницу в 2,8 раз. К осеннему периоду отмечается спад ЧБ, который продолжается и к зиме.

Одной из причин снижения ЧБ в грунтах в зимний и весенний сезоны может быть период максимального развития микроводорослей, который влияет подавляюще на жизнедеятельность бактерий, хотя мнение авторов по вопросу взаимовлияния водорослей и бактерий расходятся. Некоторые авторы считают, что большому количеству водорослей соответствует и максимум бактериального населения. Причиной этого являются питательные вещества, накапливающиеся в связи с посмертным автолизом клеток водорослей и используемые бактериями (Krogh, Lange, 1930). По мнению других исследователей, отмирание водорослей ведет к массовому развитию бактерий, тогда как живые водоросли проявляют антагонистические свойства, выделяя антибиотики и фитонциды (Федоров, 1962; Макаревич, 1999). При исследовании мелководных солоноватых водных экосистем отмечено, что максимальные показатели бактериальной активности приходились на период максимальной биомассы погруженных макрофитов – летне-осенний сезон года, осенью и зимой продукцию и биомассу бактерий лимитирует низкая температура (Kirschener, 1999).

Уменьшение ЧБ в грунте к осеннему периоду в условиях Кольского залива, скорее всего, обусловлено замедлением жизненных процессов после бурного развития фито- и бактериопланктона в весенне-летний период, что связано со значительным понижением температур воды и воздуха. После периодов быстрой переработки органического вещества, и особенно его лабильных, легкоусвояемых фракций, в активности бактериального сообщества наступал спад, и ЧБ снижалась к осеннему периоду.

Следует также обратить внимание на то, что ЧБ в грунте станции 1 в зимний период не превышает эту характеристику в весенний сезон как и на станциях 2 и 3, хотя в исследованиях прошлых лет наблюдалась обратная картина (Макаревич, 2004). По-видимому, антропогенное воздействие в настоящее время оказывает более сильный пресс на станцию 1 по сравнению с прошлыми годами, о чем свидетельствует более "смазанное" сезонное увеличение ЧБ, что можно объяснить привнесением аллохтонных бактерий. Небольшое увеличение ЧБ в грунте к наступлению весеннего сезона свидетельствует о том, что процесс оседания микроорганизмов на грунт из водных масс происходит достаточно медленно.

Сопоставление динамики ЧБ в грунтах и воде станций 2 и 3 демонстрирует более общий сезонный ход по сравнению с данными параметрами станции 1. Это

вполне объяснимо, так как комплекс биотических и абиотических факторов оказывает сходное влияние на микроорганизмы в пределах небольшой акватории.

Присутствие большого количества микроорганизмов в воде станций 2 и 3 в это время года вполне объяснимо. Весной водные массы литорали Кольского залива подвергаются мощному притоку талых вод, бытовых и промышленных загрязнений, несущих континентальным стоком большое количество аллохтонных представителей микробной популяции.

Бактериопланктон станции 1 в наименьшей степени подвержен влиянию материкового стока, менее разнообразен, более специализирован и существенно отличается от бактериальных сообществ других районов. Это объясняется удаленностью станции Белокаменки от кутовой части залива и от коллекторов выхода сточных вод, более значительным влиянием морской воды Баренцева моря (Богданова, 2003).

На распределение ЧБ станций 2 и 3 влияние оказывает процесс аккумуляции загрязняющих органических веществ, стимулирующий развитие бактерий на протяжении всего годового цикла. В этих точках залива концентрации загрязняющих органических и неорганических веществ выше по сравнению с точкой 1 (Широкая, 2002).

Станция 2 расположена в районе поселка Абрам-мыс, включающего промышленные предприятия и сельскохозяйственные фермы, бытовые и промышленные стоки которых спускаются непосредственно в залив, а степень очистки сточных вод минимальна. Станция 3 расположена в районе нового моста, строительство которого длилось несколько лет, и структура бактериального сообщества была, по-видимому, сильно изменена. Станция расположена неподалеку от устья реки Колы, несущей загрязнения различного характера с береговых предприятий области. Кроме того, неподалеку от нового моста находится коллектор, выносящий канализационные бытовые стоки (Богданова, 2003).

В ходе исследований на всех трех станциях было отмечено, что численность бактерий в грунте была выше, чем в воде на станции 1 в 6 – 11 раз, а на станциях 2 и 3 – в 10 – 63 раза. Можно предположить, что при увеличении такой разницы в грунте активнее начинается процесс аккумуляции органических веществ, и бактериальное сообщество грунта начинает реагировать на увеличение концентрации загрязняющих веществ увеличением своей численности. Особенности поверхностно-адсорбционных свойств грунта позволяют его частицам аккумуляции загрязнений и адсорбировать значительное количество бактерий (Мишустина, 1985), поэтому отклик бактериального сообщества литорали на увеличение антропогенного загрязнения выражается в увеличении разницы между численностью бактерий в воде и таковой в грунте.

Незначительный рост разницы ЧБ грунта и воды станции 1 подтверждает ранее полученные выводы о том, что литораль в районе Белокаменки не отличается повышенной загрязненностью, а является благополучной в санитарном и экологическом отношении зоной. По всей вероятности, это обусловлено удаленностью от городской черты; расположением по градиенту разбавления и трансформации материкового стока и на пути тока течения на выход из залива; более высокой соленостью, определяющей степень опреснения баренцевоморской водной массы, которая, в свою очередь, зависит от устойчивого речного стока, скорости весеннего снеготаяния, выпадения осадков, интенсивности водообмена и перемешивания водных масс.

В слое 0–50 м соленость подвержена наиболее значительным изменениям. Опреснение резко увеличивается в южном колене залива, где объем морской воды относительно невелик и сильно изменяется в приливном цикле. Зимой она не

опускается ниже 30 ‰, в начале лета понижается до 15–20 ‰ (Кольский залив: океанография..., 1997).

Рассматривая динамику развития бактериопланктона и бактериобентоса, следует отметить, что численность бактериального сообщества в изученные годы остается на постоянно высоком уровне. Иногда значения этих параметров превышали $70000 \cdot 10^4$ клеток, рассчитанных на 1 г грунта, и достигали $3000 \cdot 10^4$ клеток на 1 см³ воды.

Кроме того, выводы исследований предыдущих лет о сильном отличии станции 1 от двух остальных станций подтверждаются, и с уверенностью можно говорить об универсальном характере подобной пространственно-временной организации сопряженных циклических процессов в сообществах бактериопланктона и бактериобентоса.

В заключении необходимо отметить, что динамику абсолютных значений численности бактерий воды более целесообразно рассматривать в совокупности с показателями в грунте. Показатель ЧБ в воде более информативен для характеристики определенной ситуации на литорали. Бактериальное сообщество воды, по нашему мнению, быстрее реагирует на внешние воздействия, регулируя связи внутри микробных популяций. Сообщество грунта более зависимо от антропогенного загрязнения, поскольку в грунте складываются стабильные устоявшиеся конгломераты бактерий и грунтовых частиц.

Безусловный интерес для изучения функционирования бактериальных сообществ, как части экосистемы, представляет исследование их гетеротрофной составляющей. Данные результаты будут представлены авторами в следующих работах.

Литература

1. Богданова, О.Ю. Пространственно-временная изменчивость гетеротрофных бактериальных сообществ воды литорали Кольского залива: Дисс. ...канд. биол. наук / О.Ю. Богданова. – Мурманск, 2003. – 147 с.
2. Дружков, Н.В. Сезонные циклические процессы в североевропейских прибрежных пелагических экосистемах (на примере Центрального Мурмана, Баренцево море) / Н.В. Дружков, Л.Л. Кузнецов, О.Н. Байтаз, Е.И. Дружкова // Планктон морей Западной Арктики. – Апатиты: КНЦРАН, 1997. – С. 145–178.
3. Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты / Под ред. Г.Г. Матишова. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997 – 265 с.
4. Кузнецов, Л.Л. Сезонная динамика продукционных характеристик фитопланктона и микрофитобентоса в прибрежье Баренцева моря/Л.Л. Кузнецов//Исследование фитопланктона в системе мониторинга Балтийского моря и других морей СССР. – М.: Гидрометеиздат, 1991. – С. 232–239.
5. Макаревич, Е.В. Бактериобентос литорали среднего и южного колен Кольского залива: Дисс... канд. биол. наук/Е.В. Макаревич. – 150 с.
6. Макаревич, Е.В. Исследование бактериологических показателей фитоценозов верхней литорали Кольского залива в условиях антропогенного загрязнения: Материалы конф. молодых ученых ММБИ, посвященной 275-летию РАН/ Е.В. Макаревич. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1999. – С. 71.
7. Мишустина, И.Е. Морская микробиология: Учеб. пособие/И.Е. Мишустина, И.К. Щеглова, И.Н. Мицкевич. – Владивосток: Изд-во ДГУ, 1985. – 184 с.
8. Федоров, В.Д. Взаимоотношения водорослей и микроорганизмов. Влияние развивающихся культур протококковых водорослей *Ghlorella vulgaris* и *Scenedesmus obliquus* на выживаемость кишечной палочки: Научные доклады высшей школы/

- В.Д. Федоров, С.Г. Кушнер, М.М. Телитченко//Биологические науки. – М., 1962. – № 2. – С. 160–165.
9. Широкая, Т.А. Оценка гидрохимического состояния прибрежных районов Кольского залива: Материалы Всерос. НТК "Наука и образование-2002", Мурманск, апрель 2002. – Мурманск, 2002. – С. 591–593.
 10. Druzhkov, N.V. Structural characteristic of the microplankton in the coastal phytoplankton community/Druzhkov N.V., Makarevich P.R.// Phytoplankton of the Barents Sea. – Apatity, 1992. – P. 97–103.
 11. Kirschner, A.K-T. Benthic bacterial secondary production measured via simultaneous-thymidine and C-leucine incorporation, and its implication for the carbon cycle of a shallow macrophyte-dominated backwater system/ Kirschner A.K-T., Velimirov B. // Limnol. and Oceanogr. – 1999. – 44. – № 8. – С. 1871–1881.
 12. Krogh, A. On the organic matter, given of by algen / A. Krogh, E. Lange // Biochemical J., 1930, vol. 24. – P. 1666–1671.

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРОФИЧЕСКИХ ГРУПП ГЕТЕРОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ В ВОДЕ ПРЕСНЫХ ВОДОЕМОВ КОЛЬСКОГО РАЙОНА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Богданова О.Ю. (МГТУ, кафедра микробиологии)

На территории Кольского полуострова расположено более 200 тысяч озер. Экосистемы озер на Крайнем севере являются столь разнообразными, столь и весьма чувствительными к внешним воздействиям. Использование водных ресурсов и воздействие на них деятельности человека постоянно усложняются, в связи с чем возникает ряд водохозяйственных проблем, главной из которых является сохранение чистоты природных вод (Перетрухина, Богданова, 2003). Мониторинг озёр Мурманской области невозможен без исследования трофических групп гетеротрофного микробного сообщества.

Целью работы явилось исследование сезонной динамики количественного состава и влияния стратификационных процессов на численность эвтрофных и олиготрофных микроорганизмов вод озер Кольского района Мурманской области.

Исследования проводились на базе ФГУ "Мурманрыбвод" Апатитского филиала в период 2006 – 2007 гг. на девяти озерах Кольского района Мурманской области: оз. Ечозеро, оз. Кодъявр, оз. Лотм, оз. Няльярв, оз. Окунь, оз. Оркозеро, оз. Пуроярви, оз. Пяйвеярв и оз. Солозеро. Географически озера располагаются в районах Верхнетуломского и Нижнетуломского водохранилищ, различаются по площади и глубине, по количеству зоопланктона, все проточные. Озера Няльярв, Пяйвеярв и Солозеро богаты ценными промысловыми породами рыб (Доклад..., 2006).

Отбор проб и микробиологические исследования производили согласно стандартным и усовершенствованным методам (Макаревич, Богданова, 2001; Кузнецов, 1982).

Сезонная динамика эвтрофных бактерий в исследуемых озерах демонстрирует сложную структуру изменений численности на протяжении годового цикла.

Зимний период выражен в основном низким уровнем численности эвтрофных микроорганизмов, которая варьировала от минимума в оз. Кодъявр (40 КОЕ/см³) зимой 2006 г. до максимального в оз. Пуроярви (4120 КОЕ/см³) в зимний период 2007 г. (рис. 1). Низкий уровень эвтрофов обусловлен пониженным водообменом, водоемы покрыты льдом. Зима – это стадия покоя, в особенности в озерных экосистемах.

Весной количество микроорганизмов резко возрастает в результате попадания в водоемы больших объемов талых ливневых вод. В оз. Ечозеро максимальная численность достигла 2480 КОЕ/см³, минимальное количество было отмечено в озере Кодъявр (170 КОЕ/см³). По-видимому, повышение численности бактерий в этот период обусловлено поступлением в воды аллохтонной части микробной популяции, перенесенной континентальным стоком.

Летний период был ознаменован небольшим спадом численности бактерий, что объясняется переходом водоемов в стабильное состояние и снижением интенсивности микробиологических процессов в отличие от весеннего периода. Стабилизационные процессы были отмечены в озерах Лотмозеро и Окунь, а в оз. Ечозере, оз. Оркозере и оз. Солозере численность эвтрофной группы колебалась в пределах уровня весеннего периода. Данные по озерам Кодъявр, Няльярв и Пуроярви не соответствовали "классической схеме", т.е. численность эвтрофных бактерий возросла, к примеру, для озера Кодъявр количество являлось максимальным значением за изученный период и составило 340 КОЕ/см³ (рис. 1).

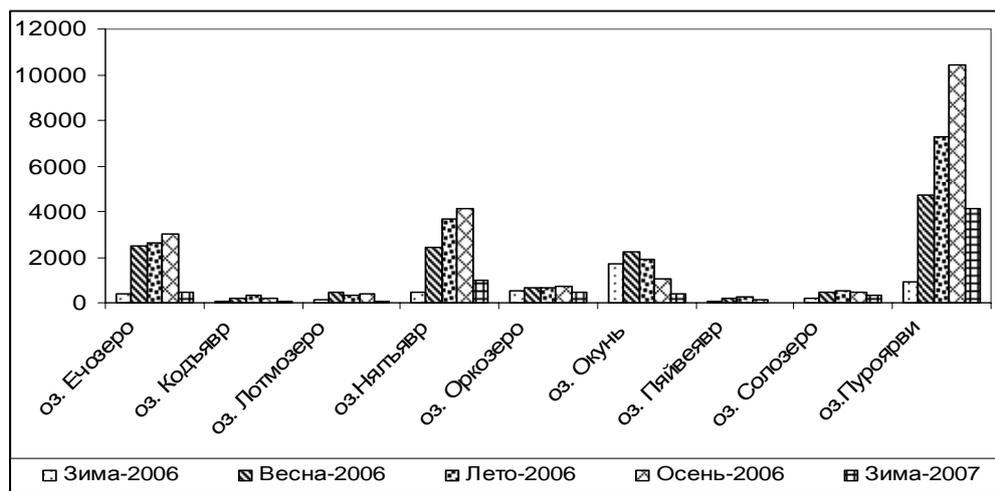


Рис. 1. Сезонная динамика количества эвтрофных микроорганизмов в озерах Кольского района (КОЕ/см³)

Осенний период характеризовался повышением количества эвтрофной группы, как было отмечено в озерах Ечозеро, Лотмозеро, Няльявр, Оркозеро и Пуроярви. Численность в оз. Пуроярви была максимальной из изученных озер и достигла 10400 КОЕ/см³. Численность эвтрофов увеличивается под влиянием ливневых вод, поступления болотных вод и попадания в больших объемах грунтовых вод. Однако в озерах Кодъявр, Окунь и Солозеро было зарегистрировано снижение эвтрофов в данный период, что, вероятно, говорит о достаточно высоких темпах процессов естественного очищения, происходящих в этих озерах.

Олиготрофное сообщество в изученных озерах более гармонично связано с “классической схемой” сезонной динамики, чем эвтрофное (рис. 2).

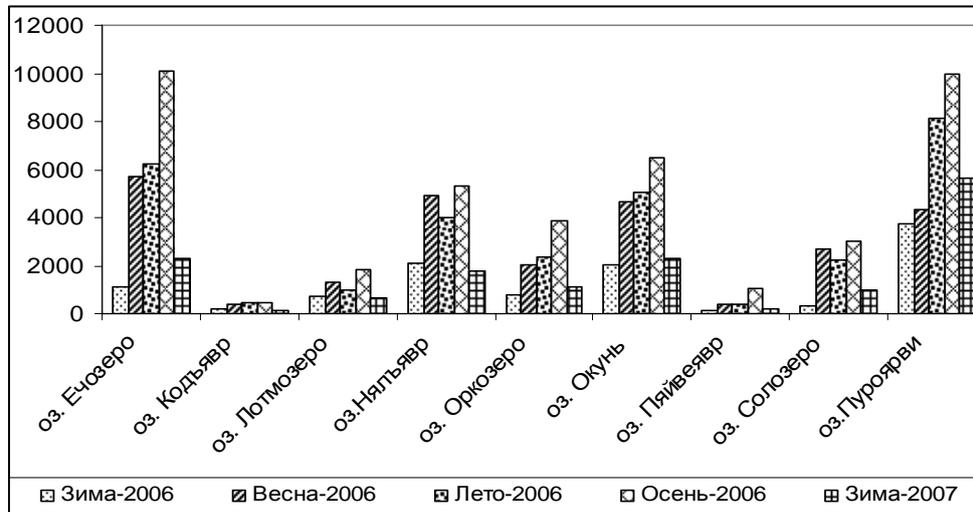


Рис. 2. Сезонная динамика олиготрофных микроорганизмов в озерах Кольского района (КОЕ/см³)

Зима ознаменована низким количеством олиготрофных микроорганизмов. Максимальные значения отмечены в оз. Пуроярви 5670 КОЕ/см³. В озерах Ечозеро и Окунь олиготрофные бактерии также находились на высоком уровне (2300 и 2310 КОЕ/см³ соответственно). В весенний период количество олиготрофов возросло. В летний период олиготрофное сообщество увеличило свою численность в оз. Ечозеро, оз. Кодъявр, оз. Оркозеро, оз. Окунь и максимальная разница между весенним и летним периодом была отмечена в оз. Пуроярви и достигла 3800 КОЕ/см³, что является достаточно резким повышением численности. Осенний период является в основном периодом максимальной численности олиготрофной группы в водоемах Крайнего

Севера. Максимальные значения были зарегистрированы в озерах Ечозеро и Пуроярви (примерно до 10000 КОЕ/см³).

Микробиологический анализ качества вод озер с помощью трофических групп показал превалирование эвтрофной группы в 77% из 100% проб. Данный факт демонстрирует снижение качества воды из-за загрязнения природной среды. Было отмечено изменение "классической" схемы распределения численности трофических групп на протяжении годового цикла, что говорит в свою очередь об уникальности северных водоемов и об их уязвимости от внешних негативных воздействий.

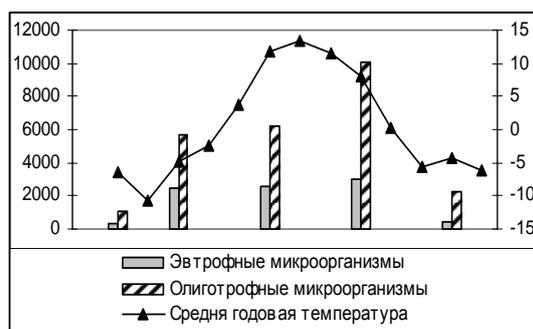
Одной из важнейших характеристик озера является его вертикальная стратификация. В пресных озёрах минерализация воды мала и при оценке эффекта плотностной стратификации этим параметром обычно пренебрегают. Таким образом, можно считать, что в пресных озёрах плотность воды полностью определяется её температурой.

Рассмотрение связи между количеством трофических групп и динамических изменений температуры воздуха в разрезе сезонной динамики регистрируется в эпилимнионе озер, так как отбор проб воды производился в верхних слоях водоемов. Средняя температура воздуха в течение года варьировала от максимальной зарегистрированной в июле (13,5⁰С) до минимальной отмеченной – -10,6⁰ С в феврале месяце.

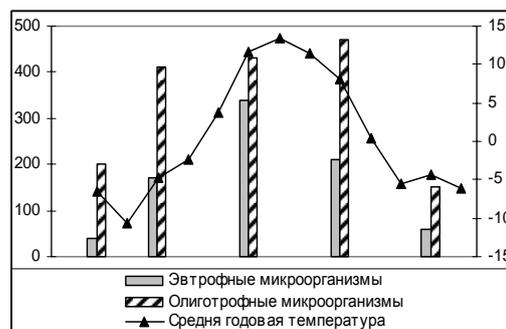
Циркуляция вод в полярных озерах происходит в летний период, летняя "стагнация" идет в неполном объеме (Константинов, 1979). Летняя и зимняя "стагнации" отмечены несоответствием динамики численности трофических групп и температуры. Данный факт объясняется тем, что все рассмотренные озера расположены за Полярным кругом, относятся к холодным мономикрическим, летняя температура воды ниже 4⁰С.

В зимний, весенний и осенний периоды отмечено резкое возрастание численности трофических групп и слабая связь с возрастанием температурного градиента во всех рассмотренных озерах. В летний период отмечено возрастание олиготрофной группы в озерах: Ечозеро, Кодъявр, Оркозеро, Окунь, Пяйвеявр и Пуроярви. Данный факт объясняется либо тем, что вода достигает 4 °С и аэрация вод повышается и численность возрастает, либо данная группа представлена в основном палочкообразными микроорганизмами, которые являются наиболее активными при увеличивающейся плотности воды. Причем перечисленные озера в той или иной мере являются эвтрофированными.

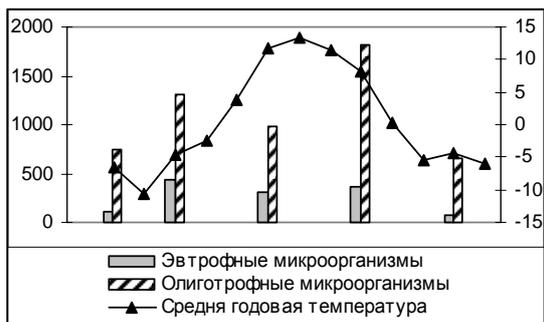
Хотя оз. Няльявр является эвтрофированным водоемом, но олиготрофное сообщество снижает свою численность в летний период, наряду с возрастанием численности эвтрофов в 5 раз по сравнению с весной. Снижение олиготрофной группы было отмечено в озерах Лотмозеро и Солозеро. Спад численности олиготрофов объясняется повышением плотности вод из-за прогресса верхнего слоя озер.



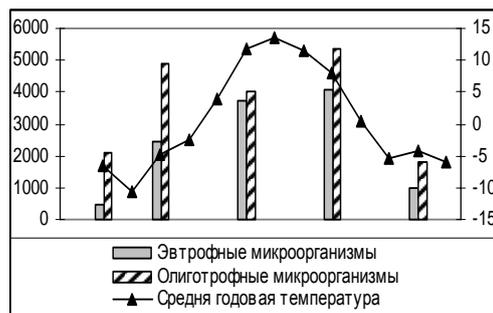
Озеро Ечозеро



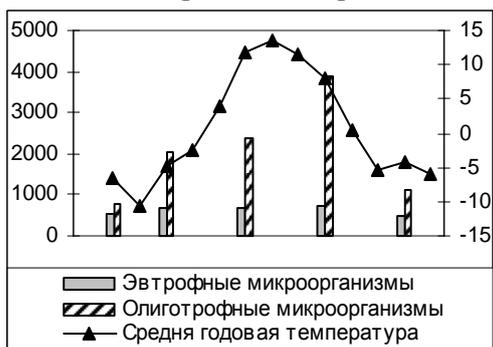
Озеро Кодъявр



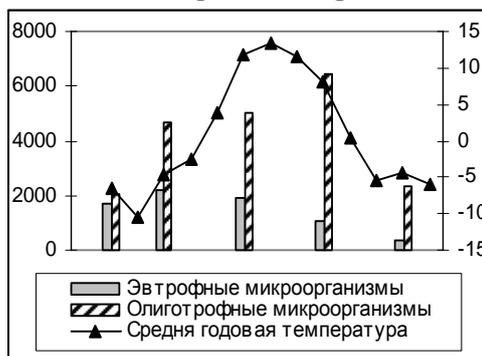
Озеро Лотозеро



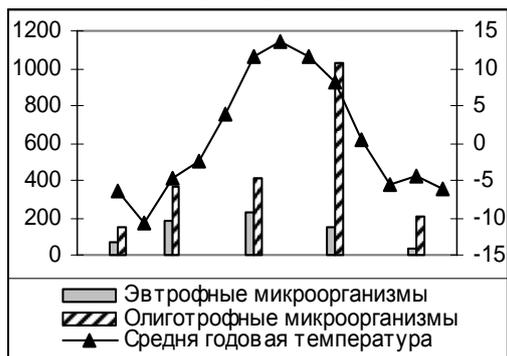
Озеро Няльяр



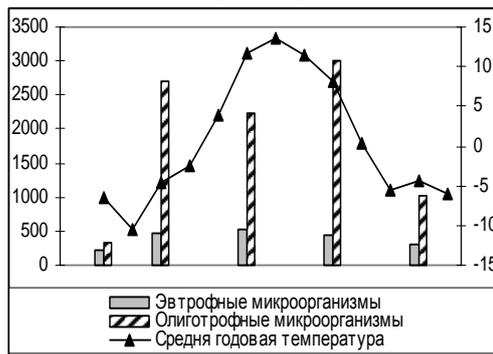
Озеро Оркозеро



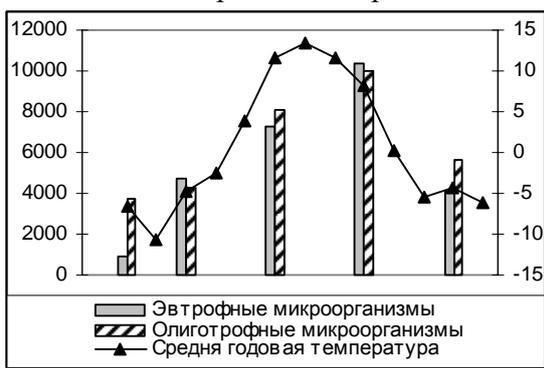
Озеро Окунь



Озеро Пяйвеавр



Озеро Солозеро



Озеро Пураярви

Рис. 4. Сезонная динамика озер Кольского района и температурного градиента

Подводя итоги, необходимо отметить, что антропогенная нагрузка в виде аллохтонного загрязнения максимально воздействует на водное сообщество озер Кольского района. Показано, что чем более эвтрофировано озеро, тем сильнее реальная сезонная динамика отстает от “классической” схемы. Численность трофических групп находится в прямой зависимости с поступлением биогенного вещества.

К эвтрофному типу относятся озера Кодъявр, Няльявр и Пуроярви, последнее эвтрофировано в большей степени, что говорит о большом поступлении в водоем органических загрязнений (в водоем происходит сброс хозяйственной канализации). К мезотрофному типу отнесли озера: Ечозеро, Оркозеро, Окунь, и Пяйвеявр. Превалирование эвтрофной группы над олиготрофной во всех озерах говорит о высокой степени насыщения свободным органическим веществом. Оз. Пяйвеявр отражает "классическую" схему распределения численности в сезонах года. Оз. Кодъявр отстает от "классической" схемы, так как предположительно подземные горизонты начинают в полном объеме снабжать озеро, принося со своими водами биогенные вещества в летний период. Малое количество олиготрофных организмов говорит о среднем положении озер с угрозой сдвига в сторону эвтрофирования, в особенности это было отмечено в оз. Оркозеро. К олиготрофному типу были отнесены Лотмозеро и Солозеро.

В питьевых целях из изученных 9 озер могут подойти лишь Лотмозеро и Солозеро. Рыбохозяйственными объектами могут использоваться все озера мезотрофного типа, так как высокая степень трофности взаимосвязана с высоким уровнем кормности, что является важным фактором для промысловых гидробионтов. Разработку экологического оздоровления требуют озера Няльявр, Пуроярви и Кодъявр.

ВЛИЯНИЕ СРЕДЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES OVIFORMIS*

Исламмагомедова Э.А., Котенко С.Ц. (г. Махачкала, лаборатория
эколого-биохимических основ рационального использования биологических
ресурсов Прикаспийского института биологических ресурсов
Дагестанского научного центра РАН, e-mail: pibrdncran@iwt.ru)

Abstract. The results are presented of studying morphological properties of new baking strain *Saccharomyces oviformis* Y-2635 cultivated in different nutrient media. It is established, that the yeast grown in the nutrient medium with geothermal water are characterized by morphological and cytological changes.

Известно, что физиологическая перестройка дрожжей тесно связана с морфологическими и структурными изменениями клеток. В процессе клеточной жизнедеятельности особенно отчетливо выступает единство структуры и функции, их взаимосвязь и зависимость от условий выращивания, от состава питательной среды (1).

В результате многолетних исследований сотрудниками Прикаспийского института биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН под руководством профессора Ш.А. Абрамова установлено благоприятное влияние биологически активных соединений геотермальной воды в составе питательной среды на метаболизм различных видов дрожжей рода *Saccharomyces* (2,3). На основе использования геотермальной воды при определенных условиях культивирования штамма *S. oviformis* M-12x (4), предназначенного для производства виноматериалов различного назначения, получен штамм *S. oviformis* Y-2635, представляющий интерес для хлебопекарной промышленности (5-8). Цель работы – изучение влияния состава питательной среды на морфологические свойства и структуру клеток штамма *Saccharomyces oviformis* Y-2635 в аэробных условиях культивирования.

Объектом исследования служили: *S. oviformis* M-12 x (Y-395) – исходная культура и *S. oviformis* Y-2635. Оба штамма находятся в коллекциях Государственного унитарного предприятия “ГНИИ Генетика” и ЭБОРИБР ПИБР ДНЦ РАН.

Штамм *S. oviformis* Y-2635 выращивали на лабораторной установке, состоящей из термостата ЛП-111 (Венгрия), куда были помещены стеклянные 3-х литровые сосуды с 1,5 л питательной среды. Опытная мелассная питательная среда содержала (г/л): меласса – 174,07; $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$ – 2,58; геотермальная вода, разбавленная водопроводной водой до минерализации 4 г/л. Состав контрольной питательной среды (г/л): меласса – 174,07; $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$ – 1,53; NH_4OH – 1,13; KCl – 1,62; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 4,6; дестиобиотин – 0,0000476. Культивирование дрожжей проводилось в периодическом режиме глубинным методом по 12 часовой технологической схеме при температуре 30° С, рН 5,0, аэрации 0,25 л/мин. В качестве пеногасителя использовали структол в дозировке 0,1 мл. на 1,5 л. среды. Засевные дрожжи добавляли из расчета 1,5% от объема среды. Биомассу отделяли центрифугированием при 5000g, 3 раза промывали дистиллированной водой.

Изображение дрожжевых клеток получали с использованием микроскопа ДЛМ (Германия), снабженного цифровой видеокамерой (компьютер Pentium 4), с программным обеспечением Leica JM – 1000 image Manager под Windows. Для электронной микроскопии исследовались штаммы: M-12x после сбраживания солодового сула, Y-2635 непосредственно после культивирования на мелассных

питательных средах с аэраций; в первом варианте – с геотермальной водой (опыт), во втором – по общепринятой технологии (контроль). Клеточные суспензии промывали стерильной водопроводной водой, осаждая клетки центрифугированием. Далее клеточные осадки последовательно фиксировали 1,5% водным раствором $KMnO_4$ в течение 3 часов и 1% раствором OsO_4 в 0,1 М растворе фосфатного буфера при pH 7,0 в течение 18 часов. Затем осадок клеток промывали в фосфатном буфере, обезживали в серии спиртов возрастающей концентрации, в ацетоне и заливали в Эпон – 812. Ультратонкие срезы готовили на ультрамикротоме LKB-3R и контрастировали уксуснокислым свинцом по методу Рейнольдса. Препараты исследовали и фотографировали в электронном просвечивающем микроскопе УЕМ-100 С при напряжении 100 кВ (9), инструментальное увеличение – 30000. К культуральным или макроморфологическим свойствам относятся характерные особенности роста дрожжей на плотных питательных средах. Поэтому макроколонии выращивали на твердых мелассных средах – с использованием геотермальной воды и контрольной, в течение 20 дней в чашках Петри при 30° С.

Наиболее полно и быстро физиологическое состояние дрожжей можно определить по таким морфологическим показателям, как размер, форма и количество почкующихся клеток. На различных этапах исследования опытный вариант дрожжей *S. oviformis* Y-2635 отличался размерами клеток (7-8x11-13:6-7x11-12 мкм; опыт: контроль), формой (в основном овальная, в контроле больше округлых). В условиях культивирования на опытной среде с геотермальной водой наблюдается более энергичное почкование и увеличение количества клеток (в 1 мл $77 \cdot 10^6$: $65 \cdot 10^6$; опыт: контроль). По-видимому, изменению морфологических показателей дрожжевых организмов способствовало наличие в геотермальной воде макро- и микроэлементов, борной, кремниевой кислот, органических веществ, в частности, гуминовых кислот, которые способны действовать как мембранотропные соединения.

Одним из параметров, по которому можно оценивать действие указанных соединений, является морфология гигантских колоний. Нами исследованы двадцатисуточные культуры, выращенные на питательной среде (опытной и контрольной). Отмечено, что гигантские колонии штамма Y-2635 в опыте отличались от контрольных вариантов на всех этапах исследования: исходной культуры, инокулята, биомассы. В отличие от колоний, выращенных на опытной среде, контрольные варианты характеризуются меньшими размерами, изменениями формы, поверхности и профиля. Очевидно, что морфология колоний, типичная для какого-либо штамма, определяется в конечном итоге набором ферментов, обеспечивающих обмен и жизнеспособность клеток данного штамма.

Обнаруженные изменения ферментативной активности и морфологические особенности нового штамма Y-2635 побудили нас осуществить цитологические исследования изучаемых дрожжей. Для решения этой задачи использовалась электронная микроскопия. Исследовано 35 клеток исходного штамма, по 30 в опыте и контроле. Получены ультратонкие срезы клеток штаммов: M-12x и Y-2635 – опыт, Y-2635 – контроль. В структуре клеток штамма M-12x наблюдается ряд особенностей. Клетки округлые, в центре крупное ядро овальной формы, что является характерным признаком бродящих клеток. В ядре ярко выражена хромосомальная субстанция в виде светлых участков, в цитоплазме две вакуоли. Под клеточной оболочкой расположен хондриосомный аппарат в виде мощных тяжей. Митохондрии овальной и удлинённой формы, кристы проявлены слабо, что также говорит о бродильном типе клеток.

Исследования дрожжевых клеток штамма Y-2635 (опыт) позволили выявить достаточно отчетливо структурные изменения по сравнению с исходным штаммом M-12x. Форма клеток изменилась и стала овальной, ядро лопастое с ядрышком.

Цитоплазматическая мембрана выявляется по всей длине клетки и имеет четкую трехслойную контурность. Клеточная стенка состоит из двух слоев, внутренний слой – электронно-светлый, внешний – более плотный. Содержимое вакуолей разжижено, видны тонкие тяжи, в цитоплазме хорошо просматриваются эндоплазматические нити, аппарат Гольджи представлен рядом мембран. Хорошо развит энергетический аппарат. На электронных снимках митохондрии легко различимы и занимают значительную часть среза клетки, овальной или сферической формы, окруженные двойной мембраной, увеличивается относительная площадь, занимаемая кристами. Интерес представляет также исследование структурных особенностей *S. oviformis* У–2635, выращенного на контрольной питательной среде – без геотермальной воды. Форма клеток – овальная, ядро крупное, овальной формы с небольшими лопастями. Ядрышко не просматривается, зато видны хромосомные бляшки в виде светлых участков. Цитоплазматическая мембрана также, как и в опытном варианте У–2635, имеет трехслойную контурность, вакуоли раздроблены и не имеют четко выраженной формы. Тяжи эндоплазматического ретикулума сконцентрированы вокруг ядра и по периферии клетки, в цитоплазме просматриваются мембраны аппарата Гольджи и митохондрии удлинённой формы с ярко выраженными кристами.

Таким образом, нами на основе электронно-микроскопических исследований обнаружено, что переход дрожжевых клеток из анаэробных условий в аэробные сопровождается изменениями в структуре клеток. Так, форма клеток стала овальной, вакуоли раздроблены и расположены в цитоплазме в виде тяжей. Произошло значительное изменение энергетического аппарата, эндоплазматического ретикулума и комплекса Гольджи; размеры ядра меньше, чем у исходного штамма, что также характерно для аэробных клеток. В целом, указанные различия обусловили усиление дыхательной и биосинтетической активности культуры. При сравнении двух вариантов клеток У–2635 обращает на себя внимание сильно развитый энергетический аппарат штамма, выращенного на опытной питательной среде. Так, число митохондрий, где локализованы основные ферментные комплексы дыхательной цепи, в контрольных клетках *S. oviformis* У–2635 в среднем 6,3, а количество крист в них – 4,4; в опытных клетках *S. oviformis* У–2635 – 8,5 и 10,0 соответственно. Характерным отличием опытного варианта является также интенсификация развития мембран эндоплазматического ретикулума и аппарата Гольджи, выполняющих важную роль в обменных процессах клеток.

Литература

1. Коэн Ф. Регуляция ферментативной активности. М.: Мир, 1986. С.5.
2. А.с СССР 1730140. Питательная среда для выращивания дрожжей / Абрамов Ш.А., Гасанова С.М., Магомаева Д.А., Алиева М.Ю., Кадыров А.Г. // Б.И. 1992 № 16. С.120.
3. Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц., Эфендиева Д.А., Халилова Э.А., Исламмагомедова Э.А., Даунова С.М. Новая питательная среда для выращивания дрожжей // Прикладная биохимия и микробиология. 1995. Т. 31. № 2. С. 232-233.
4. А.с. СССР 1104149. Штамм дрожжей *Saccharomyces oviformis* Махачкалинская 12Х, используемый для производства шампанских виноматериалов и столовых вин / Абрамов Ш. А., Котенко С.Ц., Макуев А.-С. М., Власова О.К., Нахшунов Р.И.// БИ. 1984. № 27. С. 69.
5. Пат. РФ № 2188232. Штамм дрожжей *Saccharomyces oviformis* У–2635 для производства прессованных хлебопекарных дрожжей /Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц.,

- Халилова Э.А., Исламова Ф.И., Исламмагомедова Э.А. // БИ 2002. № 24. ч.2. С. 299.
6. Котенко С.Ц., Исламмагомедова Э.А. Ферменты углеводного и азотного обмена штамма *Saccharomyces oviformis* Y-2635 в биотехнологическом процессе получения хлебопекарных дрожжей // Вестник ДНЦ РАН. 2005. № 20. С. 50-54.
 7. Котенко С.Ц., Исламова Ф.И. Свободные аминокислоты штамма *Saccharomyces oviformis* Y-2635 // Хранение и переработка сельхозсырья. Москва, 2006. №12. С. 48-51.
 8. Абрамов Ш.А., Котенко С.Ц., Рамазанов А.Ш, Исламова Ф.И. Содержание витаминов в дрожжах рода *Saccharomyces* в зависимости от состава питательной среды//Прикладная биохимия и микробиология. 2003. Т. 39. № 4. С. 438-440.
 9. Бирюзова В.И.. Лизосомная система дрожжевых клеток при их нормальном развитии и активации литических процессов// Микробиология. 1994. Т.63. Вып. 3. С. 530-514.

ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ ЛЯМБЛИОЗА ДЛЯ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Лабинцева Е.В., Мишинева З.Р. (ФГУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области")

Общие сведения о лямблиозе

Лямблиоз - это протозойное заболевание, протекающее в виде острой или хронической кишечной инфекции с проявлениями энтерита. Возбудителей лямблиоза впервые обнаружил профессор Харьковского университета Д.Ф. Лямбль в 1859 году в кишечном содержимом детей, страдающих диареей. В 1888 году французский ученый Бланхарт предложил назвать этих простейших в честь первооткрывателя *Lambliа intestinalis*.

Жизненный цикл лямблий включает существование паразита в виде вегетативной стадии - трофозоит и стадии - цист. Трофозоит - подвижный одноклеточный организм грушевидной формы с заостренным задним концом. Цисты овальной формы, передний конец цист более узкий по сравнению с задним. Близ него располагаются ядра: два в незрелых цистах и четыре - в зрелых. Оболочка цисты отстает от цитоплазмы и между ними образуется серповидная щель. Размножение трофозоитов лямблий происходит продольным бинарным делением. Лямблии питаются, поглощая путем осмоса продукты гидролиза пищевых веществ, образующихся в результате пристеночного пищеварения.

Патогенез и клиника

Воротами инфекции являются верхние отделы тонкой кишки. Вегетативные формы механически блокируют слизистую оболочку тонкой кишки и нарушают пристеночное пищеварение.

При лямблиозе может наблюдаться усиленное размножение грамположительных бактерий и дрожжеподобных грибов. Это может приводить к нарушению функций желчевыводящих путей и поджелудочной железы. Понижается всасываемость жиров и углеводов, снижается синтез витаминов С и В12. Продукты обмена после гибели лямблий вызывают сенсбилизацию организма человека.

По клиническому течению выделяют острую и хроническую формы лямблиоза. Лямблиоз может протекать в субклинической и бессимптомной формах.

Острый лямблиоз характеризуется лихорадкой, рвотой, диареей, краснухоподобной или кореподобной сыпью, резкими болями в эпигастральной области, вздутием кишечника. Острая форма чаще всего встречается у детей раннего возраста.

Острый период длится несколько дней, после чего лямблиоз чаще переходит в подострую или хроническую стадии.

Для хронического лямблиоза характерны диспепсия, гиповитаминоз, хроническая интоксикация, дисбактериоз. Типичными симптомами являются диарея, чередование запоров и поносов, тошнота, снижение аппетита, нарушение общего состояния, кожные проявления в виде крапивницы. У взрослых наиболее часто наблюдаются боли в правом подреберье, усиливающиеся при приеме жирной пищи, горечь или сухость во рту, тошнота, неустойчивый стул.

Отмечаются клинические формы лямблиоза с преобладанием аллергических проявлений в виде кожного зуда, бронхиальной астмы и астматического бронхита. Атопический дерматит на фоне лямблиоза у детей протекает более тяжело.

Наиболее выраженные клинические проявления совпадают с периодами максимального выделения цист.

Эпидемиология

Лямблиоз распространен во всем мире. Относится к контагиозным протозомам.

Основным источником инвазии является человек зараженный лямблиями, реже собаки, свиньи, крупный рогатый скот. Природным резервуаром при водных вспышках являются бобры и ондатры, инфицирующие водоем. Механизм передачи - фекально-оральный. Пути распространения - водный, контактный и пищевой. Заражение происходит при проглатывании цист лямблий, которые могут длительно выживать во внешней среде. В чистой холодной воде цисты выживают более двух месяцев. Особое значение для распространения лямблий имеет высокая устойчивость их цист к хлору. Обычное хлорирование воды не действует на них губительно. Содержание хлора в воде в концентрации 1 г/л приводит к гибели цист лишь через 72 часа. Поэтому водопроводная вода, отвечающая по санитарным показателям требованиям нормативных документов в отношении микробного загрязнения, может служить фактором передачи лямблий. Вероятность этого весьма высока, так как минимальная заражающая доза составляет всего лишь около 10 цист. Кипячение приводит к мгновенной гибели цист, при температуре 55°C они погибают через 5 минут.

Возможен также пищевой путь передачи при употреблении контаминированных цистами пищевых продуктов, но он - наименее значим, т.к. цисты лямблий не размножаются вне организма человека. Контактный - бытовой путь характерен для детских учреждений.

В связи с тем, что основной путь передачи лямблий водный, в мероприятия по профилактике лямблиоза включено обеспечение населения доброкачественной питьевой водой. Согласно требованиям санитарных правил по показателям паразитарной безопасности в воде централизованного водоснабжения, в воде поверхностных источников, в воде плавательных бассейнов, в сточной воде не должны содержаться цисты лямблий.

Лабораторные исследования

В 2007 году в лабораториях центров гигиены и эпидемиологии Мурманской области было исследовано 284 пробы питьевой воды, 93 пробы воды плавательных бассейнов и 94 пробы сточной воды. Положительных находок не было. Из 212 проб воды поверхностных источников в 3 пробах обнаружены цисты лямблий. Для исследования применялся метод вакуумного и напорного фильтрования на приборе ПВФ – 142 Б. В лабораторию вода доставлялась в объемах 50, 25, 10 литров. При невозможности доставки проб воды в лабораторию применялось устройство УППВ для фильтрования проб питьевой воды из сети централизованного водоснабжения и систем рециркуляции в плавательных бассейнах с прямым микроскопированием полученного на мембране субстрата. Данный метод позволяет исключить потерю исследуемого материала и вероятность попадания патогенов из окружающей среды при фильтровании, отборе и транспортировке проб.

На долю санитарно-паразитологических исследований воды в Мурманской области приходится 13 %, а на долю исследований биологического материала от людей на цисты лямблий 34 %.

В диагностике лямблиоза существуют серьезные проблемы. Традиционно она проводится по обнаружению цист или трофозоитов в образцах фекалий или дуоденальном содержимом. Эффективность этих методов составляет не более 50 % из-за характерной прерывистости в цистовыделении, связанной с особенностями размножения трофозоитов лямблий на слизистой тонкого кишечника человека.

В 2007 году с целью выявления больных и носителей возбудителей лямблиоза в лабораториях центров гигиены и эпидемиологии было обследовано 2551 человек, из них 69 больных или с подозрением на заболевание, 30 человек по эпидпоказаниям и 2452 человека с профилактической целью. Для выявления возбудителя лямблиоза в фекалиях применялся копропротозооскопический метод. Исследование проводилось не позднее 3 часов после дефекации. В 5 пробах были обнаружены цисты лямблий.

Дополнительным методом диагностики лямблиоза является ИФА (иммуноферментный анализ), основанный на обнаружении в крови инвазированного антител, специфичных к антигенам лямблий. Исследование данным методом в баклаборатории ФГУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области" начато с 01.01.2008.

В целом по Мурманской области процент обнаружения цист лямблий составляет 0,2 %, по Российской Федерации - 2,7 %.

На основании редких случаев выявления лямблиоза как из биологического материала от людей, так и из объектов окружающей среды можно судить о достаточно благополучной эпидемиологической обстановке по лямблиозу в Мурманской области.

Литература

1. СанПин 3.2.1333 -03 Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации.
2. МУ 3.2.1882 – 04 Профилактика лямблиоза. МУК 3.2 987 -00 Паразитологические методы лабораторной диагностики гельминтозов и протозоов.
3. МУ 3.2.1173 – 02 Серологические методы лабораторной диагностики паразитарных заболеваний.
4. Лысенко А.Я., Владимова М.Г., Кондрашин А.В., Майори Дж. Клиническая паразитология. Под общей редакцией Лысенко А.Я. Руководство. Женева, ВОЗ; 2002 г.; 752 стр.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ ИЗ КРЕВЕТОК

Лаженцева Л.Ю., Шульгин Ю.П. (г. Владивосток, Дальрыбвтуз, кафедра "Прикладная биотехнология"; ТГЭУ, кафедра управления качеством, стандартизации и сертификации".
E-mail: yuriyshulgin@mail.ru)

Abstract. Microbiological researches of raw material and production from Far East shrimps are carried out. It is established, that shrimps and boiled production from them is characterized by presence of sanitary-indicative microorganisms, activators of damage and diseases of the person. It causes potential risk microbic [genesis](#) for health of the person and economic damage due to damage of raw material or production from shrimps.

В России, как и в других странах мира, существует высокий риск загрязнения продовольственного сырья и пищевых продуктов чужеродными веществами и контаминантами, но наиболее значимыми являются микроорганизмы.

Согласно сведениям Госкомстата РФ, в последнее десятилетие по микробиологическим показателям безопасности среди основных групп пищевых продуктов наибольшим процентом проб, не отвечающих гигиеническим требованиям, характеризуется рыбная продукция (10,2-10,5 % исследованных проб рыбной продукции, в целом по всем видам пищевой продукции – 7,3 %). Наиболее неблагоприятными в микробиологическом отношении являются продукты из объектов прибрежного лова. Промышленное прибрежное рыболовство для многих районов Дальнего Востока является, чуть ли не единственным, доступным вариантом развития хозяйства в береговых условиях. Вовлечение в него разнообразных морских ресурсов, многие из которых являются дорогостоящими, позволяет значительно поднять экономические показатели рыбного хозяйства в регионе, расширить ассортимент продукции, повысить коэффициент использования сырья, внедрить безотходные технологии.

Вместе с тем прибрежные акватории характеризуются интенсивным загрязнением веществами, нарушающими водный экобаланс морской среды. Наиболее загрязняющими веществами при этом являются органические, доля которых составляет не менее 30 %. Данная ситуация создает благоприятные условия для сохранения и развития автохтонной и аллохтонной микрофлоры, которая представлена санитарно-показательными и условно-патогенными формами, возбудителями инфекционных заболеваний. Так, на Дальнем Востоке и в других регионах России в результате использования в пищу продуктов из объектов прибрежного рыболовства отмечаются случаи галофилеза, имеется риск заболевания холерой и холероподобными заболеваниями, листериозом, вспышек токсикоинфекций невыявленной этиологии и др. (Иванова и др., 1999; Мухина, 1997; Тарасенко и др., 1999; Тартаковский и др., 2002).

Одними из деликатесных морских объектов прибрежного лова являются креветки, в основном из которых производят охлажденные или мороженые продукты. Наибольшим спросом такая продукция пользуется в теплый период года. В анамнезе больных с дисфункцией кишечника чаще всего фигурирует продукция из креветок.

Для оценки микробного обсеменения продуктов из креветок и возможного риска для здоровья при использовании в питании населения были проведены комплексные микробиологические исследования при их переработке.

Исследования проводили в период промысла креветок в прибрежной полосе Берингова, Охотского и Японского моря. Отбор и подготовку проб к анализу проводили согласно ГОСТ 7636-85 "Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа", ГОСТ 26669-85 "Пищевые и вкусовые продукты. Подготовка проб для микробиологических анализов". Анализ образцов проводили в соответствии с "Инструкцией по санитарно-микробиологическому контролю производства пищевой продукции из рыбы и морских беспозвоночных" № 5219-91, утвержденной МРХ СССР 18.11.90 г.

Технология изготовления продукции этих креветок исключала активный процесс шелушения – отделения мяса вареных креветок от панциря.

Охлажденную продукцию для анализа использовали через 3 часа после вылова и хранения во льду. Вареную продукцию анализировали после варки в кипящей воде в течение 5-15 мин (в зависимости от размера креветок) и охлаждения. Варено-мороженую продукцию из креветок исследовали через 24-72 часа после замораживания, а также в процессе хранения.

Результаты исследований показали (табл. 1), что численность микроорганизмов в живых креветках находится в зависимости от чистоты районов лова и удаленности от населенного побережья. Наиболее чистыми в микробиологическом отношении были креветки, выловленные в Беринговом море. В Охотском море степень микробного обсеменения креветок была в 5 раз выше. В Японском море (в заливе Петра Великого) креветки были наиболее обсеменены микрофлорой.

Установлено, что выловленные в указанных районах креветки характеризуется наличием санитарно-показательных (БГКП) и гнилостных форм (бактерии р. *Proteus*), а также возбудителей заболеваний человека (бактерии р. *Clostridium*), составляющих критерии безопасности согласно СанПиН 2.3.21078-01. Патогенных микроорганизмов, таких как *S. aureus* и сальмонелл, в исследованных объектах не выявлялось. Процесс варки креветок значительно снижает численность микроорганизмов, но в результате охлаждения заборной морской водой и фасования перед замораживанием происходит вторичное обсеменение вареной продукции из креветок. При хранении численность бактерий в мороженой продукции из креветок снижалось. Через 3 мес. их число составляло $68,1 \pm 5,3$ % от исходного значения.

Таблица 1. Микробиологическая характеристика креветок и продукции из них

Место вылова, этап обработки	Бактериологические показатели, число положительных проб, % ($P_{0,95}$)			
	МАФАНМ, КОЕ/г	БГКП, клеток в 1г	Бактерии р. <i>Proteus</i> , в 1г	Бактерии р. <i>Clostridium</i> в 1г
Берингово море: после вылова	$(1,2 \pm 0,5) \times 10^3$	$9,2 \pm 1,1$	$1,4 \pm 0,6$	$0,9 \pm 0,2$
после варки	$(0,5 \pm 0,2) \times 10^1$	отс.	отс.	$0,8 \pm 0,2$
после фасования	$(7,8 \pm 0,9) \times 10^2$	$3,7 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,3$	$1,1 \pm 0,3$
Охотское море: после вылова	$(6,4 \pm 0,7) \times 10^3$	12,1	$3,5 \pm 1,4$	$3,9 \pm 0,8$
после варки	$(1,1 \pm 0,4) \times 10^2$	отс.	отс.	$3,5 \pm 0,8$
после фасования	$(5,2 \pm 0,6) \times 10^3$	4,8	$2,6 \pm 0,4$	$3,8 \pm 0,9$
Японское море: после вылова	$(2,3 \pm 0,3) \times 10^4$	24,0	$7,3 \pm 2,0$	$4,8 \pm 0,6$
после варки	$(1,8 \pm 0,3) \times 10^2$	отс.	отс.	$3,9 \pm 0,7$
после фасования	$(9,3 \pm 1,2) \times 10^3$	5,6	$3,3 \pm 0,6$	$4,0 \pm 0,8$

Преобладающими микроорганизмами, обсеменяющими креветок дальневосточных морей, являлись представители родов *Bacillus* (18,1±5,7-20,1±6,7 %), *Pseudomonas* (15,1±4,6-16,4±6,2 %), *Micrococcus* (12,8±2,0-15,4±4,6 %), *Achromobacter* (10,2±3,5-13,4±4,5 %), *Corinebacter* (6,6±2,1-7,9±2,8 %), *Arthrobacter* (5,9±2,1-8,2±3,1%).

Установлено, что группа спорообразующих бактерий представлена бактериями родов *Bacillus* и *Sporolactobacillus*, среди которых встречаются потенциальные возбудители порчи продуктов – *B. mazerans* и *B. polymyxa*, а также возбудители заболеваний человека – *B. cereus*. Указанные виды бактерий способны переносить значительную температурную обработку – бланширование, а при значительном обсеменении – стерилизацию. Оставшиеся жизнеспособные клетки споровых бактерий при благоприятных условиях способны развиваться и вызывать разрушение структуры продукта, газообразование, появление гнилостного запаха.

Одной из массовых групп являются бактерии рода *Micrococcus*, однако их функциональное значение и влияние на качество продукции не ясно.

Микроорганизмы рода *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Corinebacter*, *Arthrobacter* и *Aeromonas* характеризуются высокой скоростью развития и биохимической активностью. Они способны быстро развиваться на органических субстратах при пониженных температурах и вызывать трансформацию пищевых веществ.

Серьезную опасность для здоровья представляет группа галофильных псевдомонад, аэромонад, вибрионов и других бактерий, выявляемых из креветок и морской воды в местах лова, которые способны накапливать продукты метаболизма и трансформации пищевых веществ в сырье, полуфабрикатах и готовой продукции.

Нами проведены экспериментальные работы по определению влияния доминирующих в креветках микроорганизмов на качество мяса креветок в при обработке и хранении. При этом было изучено в динамике изменение численности микроорганизмов и показателя, характеризующего процесс микробной деградации азотистых соединений, в частности, азота летучих оснований ($N_{\text{лo}}$).

Микроорганизмы активно развивались в мышечной ткани охлажденной и вареной креветки как при температуре от 0 до +5 °С, так и при минус 5 °С. На рис. показано, что фаза задержки роста микроорганизмов в охлажденной креветке при температуре минус 5 °С составляет не более 12 час, после чего микробы активно развиваются, накапливая летучие продукты распада белков. В вареной креветке эта фаза сокращается до 4 час.

Интенсивное развитие микроорганизмов в охлажденных и вареных креветках обеспечивается за счет активизации метаболических процессов клеток в результате достаточного поступления ингредиентов, необходимых для конструктивного и энергетического обмена. Особую значимость при этом играют полноценность аминокислотного состава белков, наличие углеводов, комплекса макро- и микроэлементов, витамины, которые получают в достаточном количестве микроорганизмы из мяса креветок. Скорость роста микроорганизмов и накопления $N_{\text{лo}}$ при температуре +5 °С была значительно выше, чем при температуре хранения минус 5 °С. Наиболее высокая скорость роста и накопление продуктов микробного распада отмечалось в образцах вареной креветки, обусловленные большей доступностью белков мяса протеолитическим ферментам микробов.

Известно, что разрушение органических субстратов и их утилизация обусловлена наличием у бактерий комплекса ферментов. В этой связи, мы считали необходимым изучить метаболические реакции у преобладающей группы микроорганизмов из объектов морской среды. Как видно (табл. 2), основная часть микроорганизмов морской воды и контаминирующих креветки характеризуются выраженной способностью разрушать белковые субстраты.

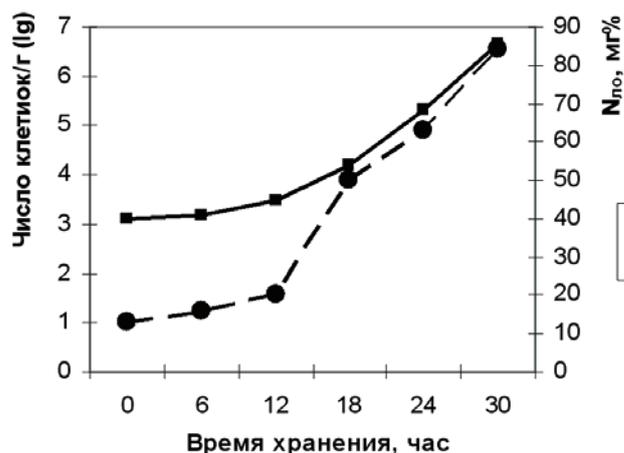


Рис. Динамика роста микроорганизмов (I) и накопления $N_{ло}$ (II) в охлажденной креветке в процессе хранения при температуре минус $5^{\circ}C$

Таблица 2. Биологическая активность микроорганизмов морской воды и креветок

Активность	Число штаммов, проявивших активность (в %), $M \pm m$ при $P_{0,95}$
Протеолитическая	$83,7 \pm 5,1$
Амилитическая	$37,8 \pm 2,9$
Липолитическая	$26,5 \pm 4,1$

Способность микроорганизмов, выделенных из объектов морской воды и креветок, быстро развиваться в условиях производства продукции и многообразие их метаболических реакций обеспечивает гидролитические процессы в мышечной ткани креветок, даже в том случае, когда собственные ферменты объекта инактивированы различными технологическими приемами. Это, в свою очередь, приводит к накоплению продуктов микробного метаболизма, гидролиза и окисления органических компонентов в сырье, полуфабрикатах и готовой продукции, что обуславливает проявление пороков и снижение качества на этапах обработки и в процессе хранения продукции.

Литература

1. Иванова Е.Е., Студенцова Н.А., Чехомов М.Л., Гранатюк С.А. Качество и безопасность рыбы и рыбных продуктов // Пищевая технология. – 1999. – № 5-6. – С. 104-105.
2. Мухина Л.Б., Борисовская Э.Н., Аношкина И.Е. и др. Изучение качества рыбного сырья по микробиологическим показателям // Рыбное хозяйство. – 1997. – № 4. – С. 51-52.
3. Тарасенко Т.Т., Грушина Г.А., Воронок В.М., Хоменко Т.В. Пищевые токсикоинфекции, вызываемые галофильными вибрионами, в г. Владивостоке: эпидемическая характеристика // Журн. Микробиология, 1999. – № 2. – С. 36-39
4. Тартаковский И.С., Малеев В.В., Ермолаева С.А. Листерии: роль в инфекционной патологии человека и лабораторная диагностика. – М.: "Медицина для всех", 2002. – 200 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ХРОМОСОМ ЧЕЛОВЕКА И ПЛОДА. FISH – МЕТОД

Леонова Ю.С. (Мурманский областной консультативно-диагностический центр, отделение медико-генетического консультирования отдела охраны здоровья женщин; leyuliana@yandex.ru)

Флюоресцентная гибридизация *in situ* (FISH) является методом быстрого проведения цитогенетической диагностики, основанным на специфичной гибридизации флюоресцентно-меченных зондов с определенными участками хромосом. Молекулярно-цитогенетическая диагностика является современным направлением в клинической цитогенетике, целью которого является разработка и применение новых и высокоэффективных методов анализа хромосомопатий. Наиболее часто в клинической цитогенетике используются хромосомспецифичные центромерные ДНК-зонды, позволяющие эффективно выявлять наиболее частые хромосомные синдромы, такие как синдромы Дауна, Патау, Эдвардса, Клайнфелтера, Тернера и др. Используя молекулярно-цитогенетический метод, можно выявлять и анализировать нормальные и аномальные хромосомы и их число в любых типах клеток человека, находящихся на разных стадиях клеточного цикла, в том числе и в интерфазе, что особенно важно при проведении пренатальной диагностики.

Показания к применению молекулярно-цитогенетических методов в постнатальной диагностике у детей с недифференцированными формами умственной отсталости и множественными врожденными пороками развития. Эти показания включают:

- 1) анализ случаев сложного хромосомного мозаицизма с небольшим клоном аномальных клеток;
- 2) определение происхождения и генетического состава дополнительных маркерных хромосом;
- 3) идентификация хромосом, вовлеченных в сложные перестройки при участии 3 хромосом и более;
- 4) уточнение точек разрыва на хромосомах и потерь генетического материала на хромосомном и субхромосомном уровнях в случае сложных хромосомных аномалий (сбалансированные и несбалансированные транслокации, особенно семейные случаи) или теломерных (субтеломерных) хромосомных делеций;
- 5) идентификация ломкой хромосомы X при синдроме умственной отсталости, сцепленной с ломкой хромосомой X ;
- 6) изучение и выявление хромосомных вариантов.

Таким образом, разработка методов молекулярно-цитогенетической диагностики дала реальную возможность для идентификации маркерных хромосом и хромосомного мозаицизма в случаях, когда в организме ребенка, помимо нормального, развивается один или несколько клонов аномальных клеток. Среди нозологических форм, сопровождающихся клеточным мозаицизмом, наиболее часто встречаются синдромы аномалий гоносом такие как синдромы Клайнфелтера (кариотип полной формы 47, XXУ) и Шерешевского-Тернера (45, X), дисомии Y (47, XYУ) и трисомии X (47, XXX). Частота полных (немозаичных) форм синдромов составляет в сумме около 4,6 на 1000 новорожденных детей. Частота мозаичных форм при определении у больного нормальных (кариотипы - 46, XY или 46, XX) и аномальных (кариотипы - 47, XXУ; 45, X; 47, XYУ; 47, XXX) клонов клеток изучена недостаточно, что связано с методическими трудностями в диагностике, к которым относятся такие, как

недостаточность числа метафазных клеток для постановки диагноза, а также элиминация аномальной клеточной линии при однократном (иногда и при повторном) цитогенетическом исследовании клеток крови. Все сказанное увеличивает значимость молекулярно-цитогенетической диагностики мозаичных форм хромосомных синдромов. Сложные формы мозаицизма являются показанием для проведения молекулярно-цитогенетической диагностики.

ВИРУС КРАСНУХИ У БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН

Леонова Ю.С. (*Мурманский областной консультативно-диагностический центр, отделение медико-генетического консультирования отдела охраны здоровья женщин, врач – лаборант генетик; leyuliana@yandex.ru*)

Вирусная инфекция играет важную роль в патологии беременных, плода и новорожденных. Актуальность проблемы вирусных инфекций в перинатальной патологии в последние годы в значительной степени возросла в связи с неблагоприятными социально-экономическими изменениями в жизни общества, которые проявляются в повышении в жизни общества, которые проявляются в повышении риска инфицирования женщин в период беременности. По оценкам экспертов ВОЗ до 80 % инфекционной заболеваемости в мире этиологически связано с вирусами.

Инфицирование беременных женщин вирусами происходит не чаще. Чем не беременных женщин. Однако, клиническое течение вирусных инфекций (как острых, так и персистентных), как правило, бывает более тяжелым у беременных женщин.

Вирусные инфекции могут проявляться:

у беременных

1. В виде патологии беременности: привычного невынашивания, многоводия, угрозы выкидыша, спонтанного аборта, неразвивающейся беременности;
2. Осложнений родов: преждевременные роды, затяжные роды, длительный безводный период, слабость родовой деятельности, асфиксия плода;
3. Осложнения послеродового периода: сепсис, мастит, эндометрит, субинволюция матки.

У новорожденных детей: врожденные инфекции с пороками развития и без таковых: синдром ДЦП и синдром внезапной смерти, пневмония, желтуха новорожденных, ОРЗ, отставание в умственном развитии, нейросенсорные нарушения слуха, зрения, низкий вес при рождении, снижение резистентности к инфекциям.

Вирусные инфекции у беременных могут сопровождаться патологией плода и новорожденных, которая развивается при прямом тератогенном действии вирусов как следствие их размножения в тканях эмбриона/ плода (способны вызывать врожденные дефекты особенно при раннем внутриутробной инфицировании), при непрямом влиянии вируса на развитие эмбриона/ плода как следствие патологических процессов в организме беременной, плаценте.

Механизмы тератогенного действия вирусов следующее:

1. нарушение митоза инфицированных клеток;
2. цитопатическое действие на клетки эмбриона/плода, инфицированный (вирусный цитолиз);
3. повреждение хромосом клеток эмбриона/плода, инфицированных вирусами (хромосомные аберрации).

Вирус краснухи характеризуется двумя уникальными особенностями: высокой проникающей способностью через плаценту; выраженным тератогенным эффектом.

Ежегодно в России регистрируют до 1000 детей с синдромом врожденной краснухи (СВК). Частота заболевания возросла более чем в 2 раза за последние 20 лет. Удельный вес СВК составляет около 10% от общего количества детей с врожденными аномалиями. В первом триместре беременности частота внутриутробной инфекции достигает 90%, СВК – 60%.

Клиническая картина характеризуется триадой Грегга: поражение зрительного анализатора, патологией слухового анализатора, нарушениями формирования сердечно-сосудистой системы.

Так же регистрируются поражения центральной нервной системы, органов брюшной полости, поражение мочеполовой, пищеварительной, костной систем. Сочетанные аномалии регистрируются в 66 % случаев. При тяжелом течении ВУИ, несовместимой с жизнью плода, регистрируют спонтанные аборты (10-40%), мертворождаемость (20%). Летальный исход новорожденных достигает 10-25 %.

Лабораторная диагностика СВК. Материал для исследования: пуповинная кровь, кровь новорожденного ребенка, глоточная слизь, отделяемое конъюнктивы, моча, ликвор.

Методы лабораторной диагностики: определение М-антител, G-антител в пуповинной крови, крови новорожденного, РНК вируса в ПЦР, выделение из клинических проб новорожденного в течение 6-12 месяцев.

Литература

1. Краснуха. Синдром врожденной краснухи. (Информационный сборник). – Москва, Санкт – Петербург, 1997. 64 с.
2. Кицак В.Я. Вирусные инфекции беременных: патологии плода и новорожденных. – Кольцово, 2005. – 84 с.
3. Королюк А.М., Сбойчиков В.Б. Медицинская вирусология. Учебное пособие. – СПб, 2002. – 163 с.

ПЕРИФИТОННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ МАКРОФИТОВ, КАК БИОИНДИКАТОРЫ

Никонова Е.П. (МГТУ, биологический факультет, кафедра микробиологии, softrain@hotmail.ru)

Abstract. Part of interpreting fecal coliform data involves trying to understand the sources of bacteria in the estuary. If your monitoring indicates high counts of bacteria, the next step is to examine the possible sources. Whether the water is safe depends in part on the presence or absence of pathogens—viruses, bacteria, and protozoans that can cause disease. Increasingly, monitoring and regulatory emphasis are focused on the potential for pathogens that may lead to waterborne diseases.

Многие организмы, встречающиеся в водоемах, являются хорошими индикаторами условий обитания, так как для своего развития они требуют строго определенных значений экологических факторов. Зная состав и динамику обилия таких видов-индикаторов, можно оценить по их наличию и количественному развитию качество воды водоема и его экологическое состояние. Использование перифитона для санитарно-экологической оценки воды возможно благодаря его высокой чувствительности к колебаниям внешней среды.

Аспекты взаимодействия макрофитов литорали Кольского залива и сопутствующих им бактерий изучены не в полной мере. Однако, по проделанным на данный момент работам исследователей, можно предположить их тесное взаимодействие (Добрецов С.В., 2000). В зависимости от географического положения, уровня загрязненности биоценозы перифитона оказываются в различной степени обеспеченными важнейшими жизненными ресурсами в виде биогенных минеральных и органических веществ. Степень обеспеченности является важной предпосылкой метаболического и экологического прогресса перифитонных сообществ.

Изучение временных и возрастных изменений микроорганизмов, сопутствующих характерным для побережья Кольского залива бурым водорослям – *Fucus vesiculosus* и *Laminaria saccharin* – играет первостепенную роль при оценке качества воды и позволяет судить о ее среднем загрязнении.

Перифитон как составная часть водных экосистем претерпевает вместе с ними изменения, обусловленные разными природными и антропогенными факторами, что выражается в пространственных и временных сукцессиях перифитонных сообществ (Greenberg А.Е., 1992). Существующие методы сбора и изучения водорослей многообразны. Это определяется как эколого-морфологическим своеобразием представителей различных отделов и экологических группировок, так и разнообразием целей и подходов к их изучению. Биоценозы перифитона являют собой примеры очень динамичных биологических систем, изучение которых требует определенным образом организованной в пространстве и во времени системы отбора проб (Гальченко В.Ф., 1989). Кроме того, при исследовании перифитона очень полезной оказывается информация о внешних, ярко выраженных морфологических признаках самих макрофитов. Такие признаки, как разнообразие и характер роста, высота и цвет слоевища растения, мощность, распределение, признаки угнетения могут свидетельствовать о благоприятном для развития перифитонных сообществ состоянии абиотической среды или указывать на ее неблагоприятные свойства. Эти свойства, в свою очередь, могут быть связаны с природной пессимальностью среды обитания или

могут возникнуть в результате антропогенной пессимизации жизненных условий, например в результате загрязнения водных экосистем.

Использование инвариантных состояний в гидробиологической оценке вод Кольского залива позволяет давать экологическую характеристику биологическим данным, полученным доступными и простыми традиционными методами, для которых не требуется проведения сложных вычислений и использования дорогостоящей техники. На основе данной характеристики становится возможным проследить связи между специфическим загрязнением водной среды и соответствующими изменениями экологической структуры перифитона. (Абакумов В.А., 1989).

Литература

1. Абакумов В.А. Продукционные аспекты биомониторинга пресноводных экосистем. – СПб, 1989.
2. Добрецов, С.В., Сообщества микрообрастания Баренцева моря / С.В.Добрецов, Н.А. Тынтарева. – СПб, 2000
3. Гальченко, В.Ф., Микробиологические и биогеохимические процессы в водной толще океана как показатели активности подводных гидротерм. – СПб, 1989.
4. Greenberg, A.E., Clesceri L.E. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. – USA, 1992.

ЕВТРОФНЫЕ И ОЛИГОТРОФНЫЕ БАКТЕРИИ, КАК ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ ГЕТЕРОТРОФНОГО БАКТЕРИОПЛАНКТОНА

Перетрухина И.В., Ильинский В.В., Литвинова М.Ю. (МГТУ, кафедра микробиологии)

Данных о численности в морских водах гетеротрофных бактерий, способных к росту на питательных средах, достаточно много. Однако в основном, в литературных источниках упоминаются лишь евтрофные бактерии. Информация о динамике численности олиготрофных бактерий, способных расти на средах с низким содержанием органического вещества, достаточно скудна. Известно, что в открытых морских водах эти бактерии часто доминируют над евтрофными (Horowitz et al., 1983; Песегов, 1994; Ильинский, 2000).

Цели и задачи исследования

Целью работы было изучение структуры и состава планктонных и эпифитных гетеротрофных бактериоценозов литорали Кольского залива.

Исследована сезонная изменчивость численности евтрофных, олиготрофных по посеву в пробах воды и макрофитов, отобранных на двух станциях, расположенных в кутовой и центральной частях залива.

Методы исследования

Станция 1 (ст. 1) расположена в районе нового моста со стороны г. Мурманска, неподалеку от этой станции находится устье реки Колы, несущей загрязнения различного характера с береговых предприятий области. Место отбора проб воды для исследований находилось в 40 м от берега.

Станция 2 (ст. 2) находится в районе бухты Белокаменка, расположена примерно на середине залива, вдали от густонаселенных пунктов. Ст. 2 также находилась в 40 м от берега.

Отбор проб воды проводили ежемесячно с глубины 30-50 см с помощью стерильного батометра-бутылки.

Для смыва микроорганизмов с поверхности водорослей брали 1 см² центральной части таллома фукуса.

Учет численности бактерий по посеву проводили с помощью стандартных методик с применением как плотных, так и жидких сред. Для определения численности евтрофных бактерий использовали рыбопептонный бульон (РПБ). Для учета олиготрофных бактерий применяли среду ММС с дрожжевым экстрактом (50 мг/л) в качестве единственного источника углерода и энергии.

Результаты и их обсуждение

Сезонная динамика численности планктонных бактерий различных групп.

Сезонные изменения численности планктонных бактерий по посеву исследовали с учетом экспериментально определенных оптимальных температур инкубации посевов для каждой группы микроорганизмов (22°C для евтрофных и 5°C для олиготрофных бактерий).

Временная изменчивость численности планктонных евтрофных бактерий на обеих станциях оказалась сходной (рис. 1-2), между этими изменениями обнаружена корреляционная связь ($R = 0,82$; $\alpha = 0,001$). Наиболее низкая численность евтрофных бактерий в воде литорали (сотни и тысячи клеток в 1 мл воды) наблюдалась с октября - ноября по февраль.

Увеличение количества евтрофных бактерий в воде литорали отмечено в марте, с завершением полярной ночи, их обилие достигало максимума (сотни тысяч клеток в 1 мл) в марте – апреле, с наступлением полярного дня. На этом уровне численность евтрофных бактерий стабилизировалась до срока завершения наблюдений, т.е. до августа.

Временные изменения численности планктонных олиготрофных бактерий в осенне-зимний период на станциях 1 и 2 были сходными, отмечено постепенное снижение их численности с сентября по февраль (рис. 1-2).

В апреле - мае наблюдается кратковременное повышение количества планктонных олиготрофных бактерий на порядок с последующим снижением к началу летнего сезона.

Сравнение сезонных изменений численности планктонных евтрофных и олиготрофных бактерий указывает, что в осенне-зимний период эти показатели существенно не различались между собой. Однако позже, с февраля по июнь, численность евтрофных бактерий примерно на порядок превысила таковую олиготрофных (рис. 1 и 2).

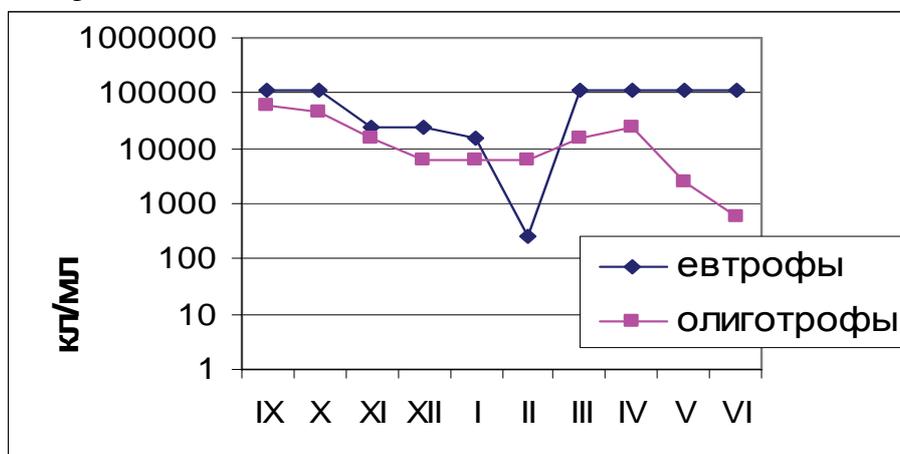


Рис. 1. Динамика численности евтрофного и олиготрофного бактериопланктона на станции 1 при оптимальных температурах инкубации посевов.

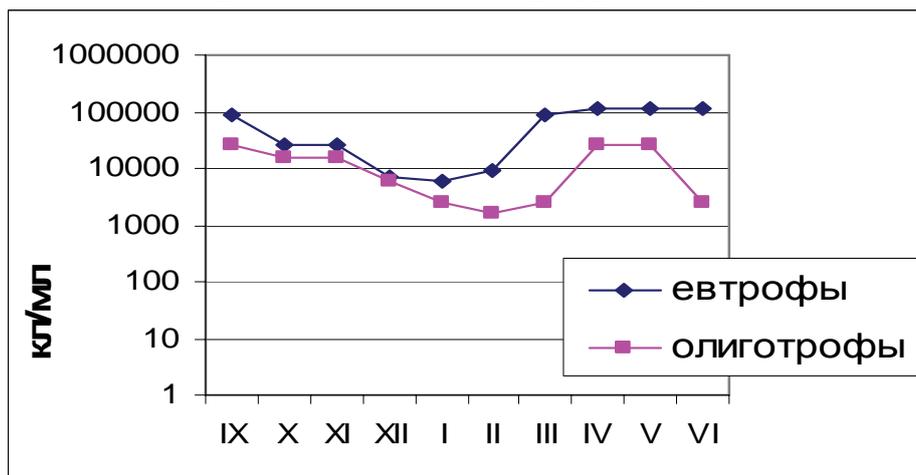


Рис. 2. Динамика численности евтрофного и олиготрофного бактериопланктона на станции 2 при оптимальных температурах инкубации посевов.

Сезонная динамика численности эпифитных бактерий различных групп.

Также как и для планктонных бактерий, сезонные изменения численности эпифитных бактерий по посеву исследовали с учетом экспериментально определенных

оптимальных температур инкубации посевов для каждой группы микроорганизмов.

Сезонные изменения численности эпифитных евтрофных бактерий оказались слабо выражены по сравнению с численностью планктонных (рис. 3-4) и в целом были сходны на обеих станциях ($R = 0,68$; $\alpha < 0,05$). Численность эпифитов на 1 см^2 поверхности таллома фукуса на протяжении большей части года не превышала нескольких тысяч клеток и заметно возрастала только в летние месяцы – в июле и августе. При этом обнаружена значимая корреляция между изменениями численности эпифитных и планктонных евтрофных бактерий при анализе данных по обеим станциям вместе ($R=0,7$; $\alpha < 0,001$).

На ст. 1 в осенний период (сентябрь), численность эпифитных олиготрофных бактерий была близка к сотне тысяч клеток на 1 см^2 (рис. 3-4), в январе их количество снижалось до нескольких сотен клеток на 1 см^2 и сохранялось на этом уровне до конца наблюдений (июнь). Численность этой группы на ст. 2 в осенне-зимний период практически не изменялась и составляла тысячи клеток на 1 см^2 поверхности таллома фукуса (рис. 3-4). С марта по июнь она снижалась до нескольких сотен клеток в 1 мл. Обнаружена корреляция изменений численности эпифитных олиготрофных бактерий на станциях 1 и 2 ($R = 0,86$; $\alpha < 0,01$).

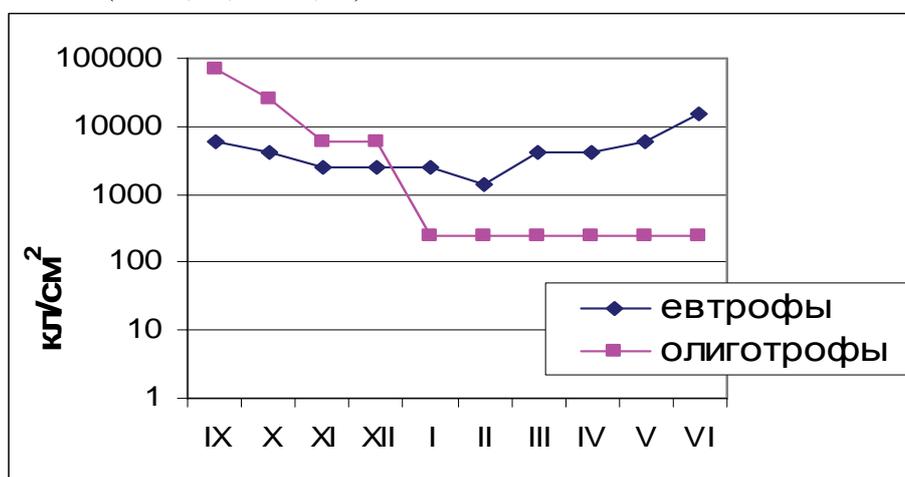


Рис. 3. Динамика численности евтрофных и олиготрофных эпифитных бактерий на станции 1 при оптимальных температурах инкубации посевов.

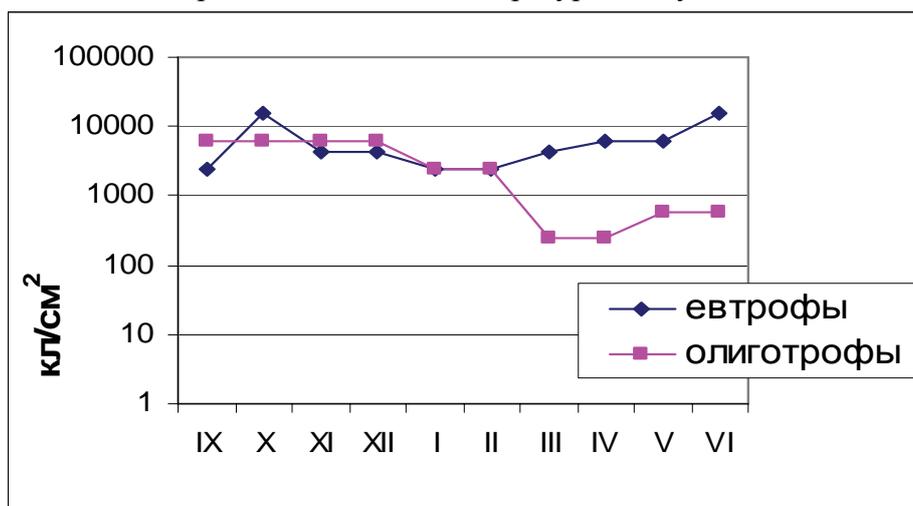


Рис. 4. Динамика численности евтрофных и олиготрофных эпифитных бактерий на станции 2 при оптимальных температурах инкубации посевов.

Сравнение численности эпифитных евтрофных и олиготрофных бактерий показало, что на ст. 1 в период с сентября по декабрь наблюдалось превышение численности олиготрофных бактерий над евтрофными, а с января по июнь – наоборот, евтрофных над олиготрофными. На ст. 2 различия в численности бактерий обеих этих групп были менее существенны. Обнаружена слабая, но значимая корреляция между численностью эпифитных и планктонных олиготрофных бактерий при анализе данных по обеим станциям вместе ($R=0,4$; $\alpha = 0,05$).

Заключение

Учет численности бактерий, способных к росту на питательных средах, как показывают результаты проделанной нами работы, имеет свои региональные особенности. Их необходимо принимать во внимание при проведении микробиологических исследований в северных морях. При этом большое значение при учете бактерий обеих групп имеет температура инкубации посевов, особенно сделанных из проб воды, взятых в зимний период.

Как евтрофные, так и олиготрофные бактерии присутствовали на литорали Кольского залива в достаточно больших количествах, причем как в воде, так и на поверхности макрофитов. Поэтому учет численности олиготрофных бактерий также необходим, как и учет евтрофных бактерий. В противном случае результаты определения общего количества гетеротрофных бактерий, способных к росту на питательных средах, будут занижены.

Выводы

Сезонная динамика исследованных физиологических групп бактериопланктона в водах литорали оказалась сходной: минимальные значения численности наблюдались в зимний период, а максимальные – в весенне-летний и осенний периоды.

На талломах макрофитов сезонные изменения численности бактерий были менее выражены, чем в воде, что очевидно связано со специфическими условиями существования эпифитных микроорганизмов.

Между численностью эпифитных и планктонных бактерий наблюдались значимые корреляционные связи, они обнаружены для всех исследованных групп микроорганизмов.

Литература

1. Ильинский, В.В. Гетеротрофный бактериопланктон: экология и роль в процессах естественного очищения среды от нефтяных загрязнений: дис.... докт. биол. наук. - М.: Изд-во МГУ, 2000. - 53 с.
2. Перетрухина И.В. Гетеротрофный бактериопланктон литорали Кольского залива и его роль в процессах естественного очищения вод от нефтяных углеводородов: автореферат дисс... канд. биол. наук. - Мурманск: Изд-во МГТУ, 2006 – 24 с.
3. Песегов, В.Г. Экология гетеротрофных бактерий в заливах северных морей / В.Г. Песегов // Гидробиологические исследования в заливах и бухтах северных морей России. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1994. – С. 31-38.
4. Horowitz, A. Characteristics and diversity of subarctic marine oligotrophic, stenoheterotrophic, and euryheterotrophic bacterial populations/ A. Horowitz, M.I. Krichevsky, R.M. Atlas // Can. J. Microbiol., 1983. - V. 29.- P. 527-535.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАКООБРАЗНЫХ**Перетрухина А.Т., Лисицынская Е.Е. (МГТУ, кафедра микробиологии)**

К промысловым ракообразным относятся креветки, криль, крабы, лангусты, омары, раки. В нашей стране используют в пищу антарктический криль, малый планктонный рак, которым питаются рыбы и усатые киты (Промысловые и перспективные..., 1998).

Мясо ракообразных может быть причиной пищевых отравлений (физиологические, яды ракообразных, яды, образующиеся как продукты разложения, или патогенные бактерии) (Картинцев, Курлапова, 1980).

После смерти ракообразных раковины открываются, и начинается быстрое бактериальное гниение. Так как мясо ракообразных может оказывать лишь слабое сопротивление бактериальному разложению, это может приводить к быстрому увеличению количества микробов. Мясо ракообразных окрашивается и приобретает шлакообразную структуру, становится ощутимым неприятный запах. Величина pH воды, находящейся внутри раковин в процессе гниения, повышается до 7,2 (Lerche, Goerttger, Rievel, 1957).

Ракообразные могут вызывать гастроэнтеритические явления, так как в пищу поступают органы гидробионтов с повышенным содержанием микробов (Lerche, Goerttger, Rievel, 1957).

Ракообразные могут содержать бактериальные яды. Обсеменение устриц сальмонеллами является следствием загрязнений береговых вод сточными водами, поэтому банки устриц подлежат санитарно-гигиеническому контролю. Индикатором загрязнений фекалиями служат бактерии группы кишечных палочек, клостридии (*Cl.perfringens*) и энтерококки (Presnell, Miescier, Hill, 1967; Craig, Hayes, Pilcher, 1968).

В литературе пределом загрязнений считается содержание бактерий группы кишечных палочек, равное 10^3 на устрицу. В устрицах были обнаружены бактерии рода *Salmonella*. В устрицах сальмонеллы сохраняются от 6 до 30 сут. Если ракообразные находятся за пределами воды, они также обсеменяются сальмонеллами (Lerche, Goerttger, Rievel, 1957).

Обсеменение ракообразных бактериями рода *Clostridium* возможно тогда, когда на дне водоема, в котором они находятся, имеются споры этих бактерий (Presnell, Miescier, Hill, 1967).

Микрофлора ракообразных, как и микрофлора всех живущих в воде, представлена в основном психрофильными микроорганизмами родов *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Proteus* и *Moraxella*. Встречаются также дрожжевые и плесневые грибы, фекальные стрептококки. Общее количество бактерий на свежесловленных ракообразных составляет от 10^2 до 10^5 КОЕ/г (Lerche, Goerttger, Rievel, 1957).

Проведенные исследования микрофлоры свежесловленного криля (розовая креветка) в районе Южных Оркнейских островов и острова Южная Георгия показали, что общее количество клеток аэробных мезофильных бактерий, как в районе Южных Оркнейских островов, так и в районе острова Южная Георгия, варьировало за весь период работ в пределах $1 \cdot 10^2$ - $2,1 \cdot 10^3$ КОЕ/г. (Ченцов, 1972; Плотицина, 1997).

Микробиологические исследования свежесловленного криля показали, что общее число бактерий, выросших при температуре 37°C не превышало $2,1 \cdot 10^3$ КОЕ/г и при температуре 22°C - $1,1 \cdot 10^4$ КОЕ/г. Бактерии группы кишечной палочки в сырье не обнаружены. Патогенной микрофлоры также не выявлено. В выловленном сырье были

обнаружены микроорганизмы рода *Enterococcus* в количестве $1 \cdot 10^3$ КОЕ/г, род был представлен двумя видами *Ent. faecalis* и *Ent. faecium*.

Микроорганизмы криля представлены, главным образом, пигментными палочковидными психрофильными формами бактерий. Существенных различий в микрофлоре разных районов промысла отмечено не было. Морская вода исследуемых районов промысла соответствовала микробиологическим требованиям, предъявляемым к питьевой воде.

При исследовании качественного состава микрофлоры криля были обнаружены в посевах грибы и дрожжи, причем среди них доминировали формы с черной и розовой пигментацией.

В процессе хранения в замороженном виде общее микробное число мяса ракообразных увеличивается до 10^5 - 10^6 КОЕ/г продукта. Бактерии, проникшие в мускулатуру ракообразных при жизни, после их смерти начинают усиленно размножаться. При разложении белка появляется резкий рыбный запах. В результате распада серосодержащих аминокислот цистина, цистеина и метионина в мясе ракообразных увеличивается содержание серы. Кроме того, могут образовываться вредные для организма продукты, например, гомосерин, ансерин, и сероводород.

Микробиологический анализ смыва с поверхности камчатского краба, выловленного в зонах работы промысловых судов, показал, что количество МАФАНМ составило - $2,2 \cdot 10^3$ КОЕ/г, БГКП обнаружили в 0,1 г смыва. На поверхности краба также выявлены бактерии родов *Enterococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas*. Это можно объяснить существенным загрязнением бентоса промысловых районов, приносимым течениями из прибрежной зоны Баренцева моря и Кольского залива.

Микробиологические исследования мышечной ткани свежевывловленного краба показали следующие результаты: МАФАНМ - $1,3 \cdot 10^3$ КОЕ/г, БГКП, патогенный стафилококк и сульфитредуцирующие клостридии не выявлены, что соответствует санитарным нормам. Однако в мышечной ткани свежевывловленного краба были обнаружены бактерии рода *Enterococcus*, что подтверждает его устойчивость при антропогенном загрязнении, и, следовательно, важность как индикатора комплексного мониторинга.

При химическом анализе мяса краба отмечено превышенное содержание тяжелых металлов выше допустимых санитарно-гигиенических норм (Доклад Госком по охране..., 1995-2000), что свидетельствует о накоплении тяжелых металлов на дне Баренцева моря и Кольского залива и о взаимосвязи химического и микробиологического загрязнения водных экосистем.

Микробиологические исследования вареномороженой продукции лапша и фаланги из краба, показали повышенное содержание колоний образующих единиц в 1 г продукции (КОЕ/г) аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАНМ). Бактерии группы кишечных палочек (колиформы) обнаружены в 0,1 г продуктов. Патогенный стафилококк *S.aureus* и *Enterococcus faecalis* выявлены в 1 г в лапши из краба (таблица 1).

Таким образом, микробиологический анализ свежевывловленных крабов, выловленных в промысловых районах Баренцева моря и вареномороженой продукции из краба показал несоответствие показателей санитарным нормам, что свидетельствует о значительном загрязнении придонных областей промысловой зоны моря.

Таблица 1. Микробиологическое исследование вареномороженной продукции из нерыбных объектов промысла на соответствии СанПиН 2.3.2.1078-01 (п.1.3.7.6)

Объект исследования	КМАФАнМ, КОЕ/г (норматив не более $2 \cdot 10^4$)	Масса продукта (г), в которой не допускается			Enterococcus КОЕ/г, норматив не более $1 \cdot 10^3$
		БГКП (колиформы)	S.aureus	Патогенные, в том числе сальмонеллы	
Лапша из краба	$3,6 \cdot 10^5$	обн. в 0,1 г.	обн. в 1 г.	не обн. в 25 г.	$1 \cdot 10^2$
Фаланги краба	$4,1 \cdot 10^4$	обн. в 0,1 г.	не обн. в 1 г.	не обн. в 25 г.	Менее норматива

Литература

1. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078-01. - Москва: ФГУП "ИнтерСЭН", 2002. - 168 с.
2. Доклад Государственного комитета по охране окружающей среды Мурманской области. - Мурманск, 1995-2000
3. Каргинцев А.В., Курлапова Л.Д. Изучение микрофлоры криля-сырца и продуктов его переработки: пром.отчёт. - М., 1980. - 22 с.
4. Плотицына Н.Ф. Загрязняющие веществ в промысловых рыбах, моллюсках и ракообразных Баренцева моря. - Безопасность питьевой воды и продовольствия. - Мурманск, 1997. - С. 46-51
5. Промысловые и перспективные для использования водоросли и беспозвоночные Баренцева и Белого морей. - Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1998. - 628 с.
6. Ченцов Б.В. Некоторые данные о микрофлоре мидий и методах изучения антибиотической активности этих организмов // Сб. "Биологическое развитие морских организмов", 1972. - С. 132-138
7. Lerche M., Goerttke V., Rievel H. Lehrbuch der tierärztlichen Lebensmittelüberwachung, Jena: VEB Gustav Fischer Verlag 1957
8. Presnell M.W., Miescier J.J., Hill W.F. Clostridium botulinum in marinen Sedimenten und in der Auster aus der Mobilebai. Appl. Microbiol. 15 (1967) S.668-669;

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО НА ПРЕДПРИЯТИЯХ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ РАЗВЕДКУ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ДОБЫЧУ НЕФТИ, А ТАКЖЕ ПЕРЕРАБОТКУ, ТРАНСПОРТИРОВКУ, ХРАНЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Перетрухина А.Т., Мишинёва Т.К., Литвинова М.Ю. (МГТУ, кафедра микробиологии)

При реализации нефтяных проектов неизбежны значительные и длительные экологические нарушения в толще воды и на дне за счет выемки грунта и взмучивания донных осадков, сброса отработанного шлама, буровых растворов, пластовых вод и других воздействий на всех этапах освоения месторождений. Наибольшая интенсивность и многофакторность таких воздействий обычно наблюдаются на стадии подготовки и обустройства месторождений, когда строительные, монтажные, буровые и другие работы в море и на побережье сопровождаются интенсивным судоходством. Например, в период обустройства и эксплуатации Штокмановского и Приразломного месторождений на шельфе Баренцева моря будут задействованы суда, в том числе баржи различного назначения, трубопроводы, буксиры и ледоколы, сборщики буровых и судовых отходов, а также нефтяные челночные танкеры и газозовы и супертанкеры для дальних перевозок и экспорта нефти. (Перетрухина, Анциферова, 2007)

Воздействие на морские организмы и экосистемы начинается на стадии геолого-геофизических обследований морского дна, нацеленных на выявление геологических нефтегазоносных структур.

К интенсивным и специфическим воздействиям относят: сейсмическую разведку и электроразведку.

Морская сейсморазведка основана на генерировании сейсмических волн и регистрации их отраженных упругих колебаний, характер и параметры которых позволяют судить о структуре и потенциальной нефтегазоносности зондируемых осадочных пород (Быков, 1991).

Современная техника испускания сейсмических импульсов во время геофизической разведки представляет несомненную угрозу для морской биоты, в том числе для промысловых видов. Эти импульсы, создающие эффект гидроудара с давлением до 150 атм и испускаемые каждые 20-60 сек воздушными или водяными генераторами направленного сигнала (пнеumo- или гидропушки числом до 30 и более) с судов сейсморазведки, после отражения от поверхности дна и расположенных под ним геологических структур воспринимаются затем приемными устройствами (гидрофонами), которые в свою очередь передают эти отраженные сигналы на борт судна, где они расшифровываются и обрабатываются специальными системами (Патин, 1997).

Имеющаяся информация о биологических эффектах влияния ударных сейсмических волн на морские организмы, к сожалению, весьма ограничена.

Природоохранные и рыбохозяйственные круги ряда стран (например, Великобритания, Норвегия, Канада) рассматривают геофизические изыскания на шельфе как серьезный фактор, способный оказать поражающее воздействие на промысловые организмы (особенно в период нереста и нагула). Имеются сведения о результатах исследований норвежских специалистов, которые обнаружили способность стайных пелагических рыб (особенно сельди) реагировать на

сейсмосигналы на расстоянии до 100 км от источника таких сигналов. Было установлено также снижение уловов промысловых видов рыб на 70% за счет поражающего действия на рыбные популяции интенсивных сейсморазведочных работ у берегов Норвегии. Особенно уязвимы рыбы на ранних стадиях их развития - личинки, молодь и, возможно, развивающаяся икра (Патин, 1997).

Методы электроразведки не столь распространены в практике морских геофизических работ по сравнению с сейсмическими методами, однако в некоторых мелководных районах шельфа они используются достаточно широко и эффективно.

По литературным данным (Матишов и др., 1997), постоянные электрические поля в морской воде вызывают принудительные реакции у рыб, которые развиваются по мере нарастания силы тока от первичных симптомов - изменения поведения рыб, появление гальванотаксиса до сильных повреждений - травмирования и гибели.

В соответствии с Конституцией Российской Федерации каждый человек имеет право на благоприятную окружающую среду, обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам, которые являются основой устойчивого развития, жизни и деятельности народов, проживающих на территории Российской Федерации.

Разработчики и производители нефтепродуктов должны соблюдать правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

Эти законы регулируют отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду как важнейшую составляющую окружающей среды, являющуюся основой жизни на Земле, в пределах территории Российской Федерации, а также на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской Федерации.

Предприятиям и организациям, независимо от форм собственности, осуществляющим разведку месторождений, добычу нефти, а также переработку, транспортировку, хранение и использование нефти и нефтепродуктов на территории Мурманской области в установленном порядке должны разработать и представить на согласование и утверждение планы по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов. Предприятия и организации обязаны:

- создать собственные формирования (подразделения) для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов, проводить аттестацию указанных формирований в соответствии с законодательством Российской Федерации, оснащать их специальными техническими средствами или заключать договоры с профессиональными аварийно - спасательными формированиями (службами), выполняющими работы по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов, имеющими соответствующие лицензии и (или) аттестованными в установленном порядке;
- немедленно оповещать в установленном порядке соответствующие органы государственной власти и органы местного самоуправления о фактах разливов нефти и нефтепродуктов и организовывать работу по их локализации и ликвидации;
- иметь резервы финансовых средств и материально - технических ресурсов для локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов;

- обучать работников способам защиты и действиям в чрезвычайных ситуациях, связанных с разливами нефти и нефтепродуктов;
- содержать в исправном состоянии технологическое оборудование, заблаговременно проводить инженерно - технические мероприятия, направленные на предотвращение возможных разливов нефти и нефтепродуктов и (или) снижение масштабов опасности их последствий;
- принимать меры по охране жизни и здоровья работников в случае разлива нефти и нефтепродуктов;
- проводить корректировку планов при изменении исходных данных;
- иметь в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации, лицензию на эксплуатацию объекта связанного с потенциальной опасностью аварийных разливов нефти и нефтепродуктов;
- создавать и поддерживать в готовности системы обнаружения разливов нефти и нефтепродуктов, а также системы связи и оповещения.
- иметь на всех предприятиях, осуществляющих разведку месторождений, добычу нефти, а также переработку, транспортировку, хранение и использование нефти и нефтепродуктов на территории Мурманской области, следующие виды документов:
 1. Федеральный Закон РФ от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" (в ред. от 05.02.2007 N 13-ФЗ, от 26.06.2007 N 118-ФЗ)
 2. Водный кодекс Российской Федерации от 12.04.2006 г. N 74-ФЗ (в ред. Федеральных законов от 04.12.2006 N 201-ФЗ, от 19.06.2007 N 102-ФЗ)
 3. Федеральный Закон РФ от 21.02.1992 г. № 2395-1 "О недрах" (ред. от 01.12.2007 N 295-ФЗ)
 4. Постановление Правительства РФ от 15.04.2002 г. № 240 "О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации"
 5. Постановление Правительства РФ от 21.08.2000 № 613 "О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов" (в ред. Постановления Правительства РФ от 15.04.2002 N 240)
 6. Приказ МЧС РФ от 28.12.2004 г. № 621 "Об утверждении правил разработки и согласования планов по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации". Зарегистрировано в Минюсте РФ 14.04.2005 № 6514
 7. Приказ Министерства природных ресурсов РФ от 03.03.2003 г. N 156 "Об утверждении указаний по определению нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов для отнесения аварийного разлива к чрезвычайной ситуации"
 8. Постановление Госгортехнадзора России от 29.05.2003 г. № 44 "Об утверждении правил промышленной безопасности для нефтеперерабатывающих производств"
 9. Постановление Госгортехнадзора России от 05.06.2003 г. N 56 "Об утверждении правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности". Зарегистрировано в Министерстве юстиции РФ 20 июня 2003 г. N 4812
 10. Постановление Госгортехнадзора России от 05.06.2003 г. N 58 "Об утверждении правил безопасности при разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений на континентальном шельфе" Зарегистрировано в Министерстве юстиции РФ 20 июня 2003 г. N 4783
 11. Постановление Госгортехнадзора России от 20.05.2003 г. N 53 "Об утверждении правил промышленной безопасности нефтебаз и складов"

- нефтепродуктов". Зарегистрировано в Министерстве юстиции РФ 9 июня 2003 г. N 4666
12. Постановление Правительства Мурманской области от 13.07.2006 г. № 277-ПП/7 "О мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на территории Мурманской области"
 13. Постановление Правительства Мурманской области от 12.10.2007 г. № 471-ПП/8 "Об утверждении региональной целевой программы "Охрана и гигиена окружающей среды и обеспечение экологической безопасности в Мурманской области" на 2009-2010 годы"
 14. Приказ Министерства природных ресурсов РФ от 28.12.1999 г. № 323, Приказ Министерства топлива и энергетики РФ от 28.12.1999 г. № 445 "Об утверждении правил геофизических исследований и работ в нефтяных и газовых скважинах"
 15. Приказ Министерства топлива и энергетики РФ от 21 июля 1999 г. N 241 "Об утверждении порядка проведения обследования организаций, осуществляющих деятельность по хранению нефти и продуктов ее переработки и эксплуатации автозаправочных станций" (в ред. Приказа Минэнерго РФ от 07.07.2000 N 39) (с изм., внесенными определением Верховного Суда РФ от 16.05.2000 N КАС 00-184)

Литература

1. Быков И.Ю. Техника экологической защиты крайнего севера при строительстве скважин. - Л.: ЛГУ, 1991. - 237.
2. Матишов, Г.Г., Денисенко Н.В., Денисенко С. Г., Зуев А.Н., Карамушко О.В., Сочнев О.Я., Шпарковский И. А. Оценка воздействия на окружающую среду поисково-оценочных работ на нефть по площади Медынская-море в юго-восточной части Баренцева моря. - Мурманск: Изд-во ММБИ КНЦ РАН, 1997.- 84 с.
3. Перетрухина, А.Т. Воздействие газонефтедобычи и транспортировки нефти на экосистемы Кольского залива и Баренцева моря / А.Т. Перетрухина, А.В. Анциферова, Т.К.Мишинёва [Электронный ресурс] / МГТУ. Электрон.текст. дан. (18 Мб) Мурманск: МГТУ, 2007. - Междунар. науч.-техн. конф. "Наука и образование-2007". - С. 713-718 (НТЦ "Информрегистр" № 0320700491 от 05.03.2007 г.)
4. Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. - М.: ВНИРО, 1997. - 349 с.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Перетрухина А.Т., Перетрухина И.В., Литвинова М.Ю. (МГТУ, кафедра микробиологии)

Водоросли относятся к царству Растения, подцарству Водоросли, которое включает в себя несколько отделов. Основными из них являются:

- *Rhodophyta* (красные водоросли или багрянки);
- *Crysophyta* (золотистые водоросли);
- *Xantophyta* (желто-зеленые водоросли);
- *Bacillariophyta* (диатомовые водоросли);
- *Dinophyta* (динофлагеллаты и криптомонады);
- *Phaeophyta* (бурые водоросли);
- *Chlorophyta* (зеленые водоросли);
- *Euglenophyta* (эвгленовые водоросли).

Для Баренцева моря и Кольского залива характерны следующие представители водорослей (Перетрухина, 1999):

- фукус пузырчатый (*Fucus vesiculosus*);
- ламинария сахаристая (*Laminaria saccharina*);
- фукус зубчатый (*Fucus serratus*);
- алярия (*Alaria esculenta*);
- пальмария дланевидная (*Palmaria palmata*);
- ульвария (*Ulvaria*);
- акросифония (*Acrosiphonia*);
- фикодрис красный (*Phicodris rubens*);
- порфира (*Porphyra* spp.);
- фукус линейный (*Fucus distichus*);
- ламинария пальчаторассеченная (*Laminaria digitata*);
- аскофиллум (*Ascophyllum nodosum*).

Наибольшее практическое значение имеют отделы красных и бурых водорослей. Отдел красных водорослей насчитывает около 500-600 родов и около 5000-5500 видов. За небольшим исключением, багрянки — морские обитатели, они всегда прикреплены к камням, ракушкам. Вместе с бурыми водорослями багрянки составляют большую группу растений морского бентоса. Многие из них живут на больших глубинах — от 100 до 268 м; причем глубоководные виды отличаются яркой окраской (красную окраску им придает фикоэритин). Одним из типичных представителей багрянок является порфира (*Porphyra*). В багрянках содержатся водорастворимые полисахариды каррагинан, агароид и агароза — водорастворимая фракция агара. В странах Восточной Азии некоторые виды багрянок употребляют в пищу. Многие из них служат сырьем для получения агара-агара. В мире ежегодно производится более 10000 т агара. Половина всего получаемого агара производится из черноморской багрянки филлофоры, из нее получают агароид (Промысловые и перспективные..., 1998).

Отдел бурые водоросли насчитывает множество видов. Наибольшее промышленное значение в нашей стране имеет крупная водоросль ламинария (*Laminaria digitata* и *Laminaria saccharina*) или морская капуста. В ней содержатся водорастворимые полисахариды ламинарии, альгинин и фукоидин. Ламинарию используют в качестве пищевого продукта и как сырье для получения различных веществ, используемых в медицине и косметологии (Перетрухина, 1999).

Диатомовые водоросли (диатомеи) — один из самых распространенных видов растений на Земле. Они выделяют большое количество кислорода и составляют более половины всей органической массы океана (Перетрухина, 1999).

Общий запас ламинариевых водорослей в прибрежной зоне Мурмана в 1998 г. составил 189 тыс. т, промысловый - 131 тыс. т. Допустимый объем добычи ламинариевых в Баренцевом море в 1998 г. составлял 10,5 тыс. т. Фактически было добыто около 800 т (Доклад Госком по охране..., 1995-2000).

Нами проведены микробиологические исследования поверхности макрофитов методом смывов в районах Белокаменки, Пала-губы, Сайда-губы, строящегося моста и Абрам-мыса (Кольский залив). Определяли общее количество МАФАНМ (таблица 1), и видовой состав микроорганизмов.

На водорослях, добытых в районе Абрам-мыса, грамотрицательные аэробные бактерии родов *Pseudomonas* обнаружили в смывах с *Palmaria palmata*, *Phycodris sinuosa* и *Fucus vesiculosus*, бактерии рода *Proteus* - в смывах с *Laminaria digitata*, *Phycodris sinuosa* и *Fucus vesiculosus*. В смывах с *Phycodris sinuosa* и *Fucus vesiculosus* обнаружены сульфитредуцирующие кластридии и энтерококки. Бактерии рода *Escherichia* не выявлены.

Таблица 1. Количество МАФАНМ (кл/мл) в смывах с водорослей, отобранных в районах Кольского залива

Виды водорослей	Абрам-мыс	Белокаменка	Район нового моста	Пала-губа	Сайда-губа
<i>Ascophyllum nodosum</i>	4,1*10 ⁶	3,6*10 ⁴	-	-	-
<i>Acrosiphonia</i>	-	-	3,6*10 ⁴	-	-
<i>Cladophora</i>	-	-	-	-	2,5*10 ²
<i>Laminaria digitata</i>	4,5*10 ⁴	-	-	-	-
<i>Laminaria sacharina</i>	-	1,8*10 ⁴	-	-	-
<i>Palmaria palmata</i>	5,1*10 ⁵	-	-	-	-
<i>Phycodris sinuosa</i>	1,75*10 ³	-	-	-	-
<i>Pilaeella</i>	-	-	3,8*10 ⁴	-	-
<i>Fucus serratus</i>	-	1,1*10 ⁴	1,7*10 ⁴	-	-
<i>Fucus vesiculosus</i>	7,1*10 ⁶	1,1*10 ⁴	2,5*10 ⁴	-	1,5*10 ²
<i>Fucus disticus</i>	-	-	-	3,5*10 ²	.
<i>Ulvaria</i>	-	6,9*10 ⁴	3,1*10 ⁴	-	-

Примечание: “-” - означает, что в указанных районах данный вид водорослей не встречался.

На водорослях, добытых в районе Белокаменки, в смывах не обнаружили бактерии рода *Escherichia* и сульфитредуцирующих кластридий. Выявлены бактерии родов *Enterococcus* и *Pseudomonas*.

На водорослях, добытых в районе строящегося нового моста, в смывах не обнаружили бактерии рода *Escherichia*, сульфитредуцирующих кластридий и энтерококков.

В районах Пала-губы и Сайда-губы в смыве с таллома водорослей бактерии рода *Escherichia*, сульфитредуцирующие кластридий и энтерококки не обнаружено.

Отмечено, что район Абрам-мыса является самой загрязненной зоной Кольского залива, а остальные зоны были относительно чистыми. Водоросли района Абрам-мыса

не соответствовали санитарным нормам по всем показателям. Водоросли района Белокаменки и нового моста не соответствовали санитарным нормам по количеству МАФАНМ. Водоросли Пала-губы и Сайда-губы соответствовали санитарным нормам.

Результаты проведенных микробиологических исследований водорослей свидетельствуют о неблагоприятном санитарном и биоэкологическом состоянии естественных экосистем литорали Кольского залива, особенно в участках непосредственно примыкающих к источникам антропогенного загрязнения.

Анализ микробиологических показателей смывов с таллома фукоидов выявил определенную реакцию на загрязнение среды участков литорали, наиболее близко расположенных к источникам загрязнения, подтвердили оценку санитарного состояния Кольского залива.

Литература

1. Перетрухина А.Т. Микробиология сырья и продуктов гидробионтов: учеб.пособие. - Мурманск, 1999. - 119 с.
2. Промысловые и перспективные для использования водоросли и беспозвоночные Баренцева и Белого морей. - Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1998. - 628 с.
3. Доклад Государственного комитета по охране окружающей среды Мурманской области. - Мурманск, 1995-2000

ДЕЙСТВИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО КРАСНОГО СВЕТА НА ДРОЖЖИ, ИНАКТИВИРОВАННЫЕ UVA – ИЗЛУЧЕНИЕМ И ВИДИМЫМ СВЕТОМ

Пиняскина Е.В. (УРАН Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН, лаборатория биофизики, e-mail: elpin1@rambler.ru)

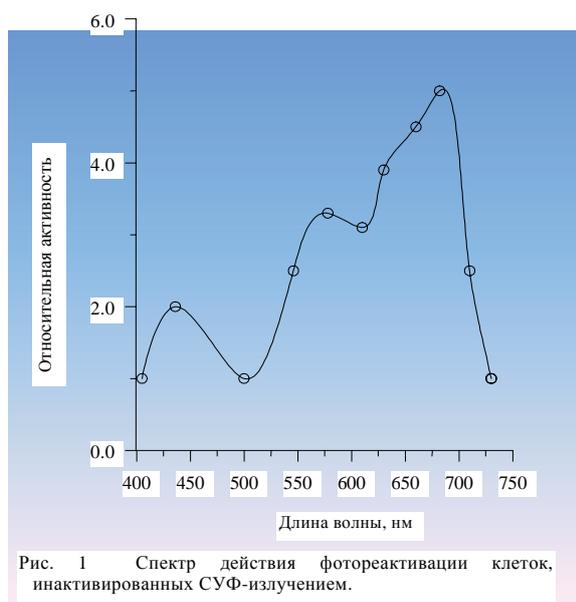
Abstract. For the first time efficiency of the long-wave visible light in protective photobiological effects activity on yeast cells, inactivated of UVA and visible light. The action spectrum of photoreduction of cells has a main maximum at 680 nm. Obtained data about photoreduction of cells, inactivated UVA-and visible light, are the first indicating on an opportunity of a photorepair of the damage formed on the photodynamic mechanism in the genetic apparatus and of cell's membranous structures.

Излучение Солнца носит непрерывный характер и простирается далеко в рентгеновскую область спектра. Однако в атмосфере коротковолновая компонента вызывает диссоциацию молекул кислорода с образованием озона (максимальная концентрация на высоте 28—30 км). Слой озона экранирует поверхность Земли и нижележащие слои атмосферы, поглощая все излучение с длиной волны короче 295 нм. В последние годы деятельность человека влечет за собой прогрессирующее разрушение озонового экрана, что может привести к увеличению в приземном слое атмосферы интенсивности коротковолнового УФ-излучения со всеми вытекающими отсюда последствиями для земной жизни и здоровья человека.

Возникновение при воздействии УФ-излучения молекулярных повреждений ДНК, не устранимых (или устранимых не полностью) репаративными системами клетки, а также фотодеструкция белков и биомембран обуславливают развитие довольно многочисленных биологических эффектов.

Среди известных защитных механизмов, уменьшающих повреждающие эффекты УФ-излучения, важную роль играют процессы фотоиндуцированной защиты и репарации клеток. Различаясь по феноменологии и механизмам действия, эти процессы сходны в том, что направлены на устранение либо предотвращение образования пиримидиновых димеров в ДНК, активным в инициации этих процессов является свет видимого и/или ДУФ-диапазонов спектра (3).

Ранее нами было показано, что устойчивость клеток к средневолновому УФ-облучению (СУФ 290-320 нм) можно повысить воздействием длинноволнового света с максимумом эффективности в красной области при 680 нм (рис. 1) (1,2). По изученным закономерностям обнаруженный эффект принципиально отличается от известных процессов фотоиндуцированной защиты и репарации клеток. Это позволило констатировать наличие у дрожжей неизвестного ранее фотоиндуцибельного защитного механизма,



обеспечивающего защиту клеток от СУФ-излучения, которое связано преимущественно с образованием пиримидиновых димеров и 6,4- аддуктов в ДНК.

Задача следующего этапа работы состояла в исследовании роли фотоиндуцибельной защитной системы в повышении устойчивости дрожжевых клеток к инактивирующему действию длинноволнового УФ-света (ДУФ). В этом случае указанные выше фотопродукты не вносят вклад в фотоинактивацию клеток и основными летальными повреждениями являются одноцепочечные разрывы ДНК, которые образуются с участием эндогенных фотосенсибилизаторов и активированных форм кислорода, т.е. по фотодинамическому механизму (3,4).

В этой серии экспериментов, используя ранее найденные режимы облучения, которые были оптимальны при фотоиндуцированном повышении выживаемости СУФ-облученных клеток, мы выявили эффект фотовосстановления ДУФ-инактивированных клеток. Установлено, что повышение уровня выживаемости таких клеток наблюдается при воздействии света всех использованных ранее длин волн в диапазоне 600-730 нм, причем максимальный эффект фотореактивации проявлялся при облучении клеток красным светом 680 нм. Также было показано, что на эффективность фотореактивации ($ФР_{680}$) (как и при $ФР_{680}$ в случае действия СУФ-излучения) не влияет понижение температуры до $4^{\circ}C$ во время облучения монохроматическим светом.

Полученные результаты дают основание считать, что в фотовосстановлении клеток при летальном действии ДУФ-излучения участвует та же фотозащитная система, что и при действии СУФ-излучения. Это в свою очередь свидетельствует о том, что данная система направлена на устранение не только пиримидиновых димеров (как ферментативная фотореактивация), но и других фотоповреждений, образующихся в ДНК, в том числе путем фотосенсибилизации (например, одноцепочечные разрывы).

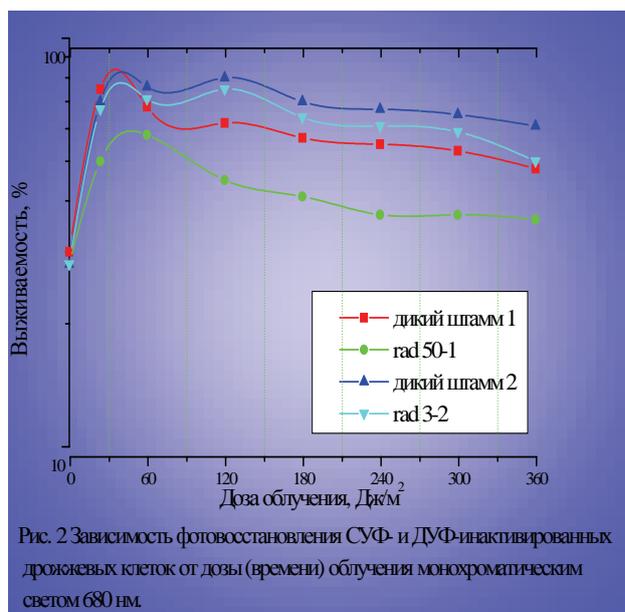
Известно, что СУФ- и ДУФ-индуцированные повреждения могут ликвидироваться системами репарации ДНК, из которых основными являются "темновые", (т.е. не нуждающиеся в свете) эксцизионная и пострепликативная (3-6).

Они менее специфичны, чем фотореактивация, и наряду с димерами способны устранять и другие повреждения структуры ДНК, однако механизм их работы сложнее

и включает несколько последовательных стадий, контролируемых разными ферментами.

Нам представлялось целесообразным проверить, не связано ли действие обнаруженной нами фотоиндуцибельной защитной системы с фотоиндуцированной активацией этих репарационных систем.

Для решения поставленного вопроса мы исследовали способность к $ФР_{680}$ мутантных штаммов дрожжей (*S.cerevisiae*), дефицитных по эксцизионной (*rad 3-2*) и пострепликативной (*rad 50-1*) репарации ДНК. Предварительно было показано, что такие клетки более чувствительны к СУФ (*rad 3-2*) и ДУФ



(*rad 50-1*) по сравнению с диким штаммом. Опыты по фотореактивации проводились по следующей схеме: клетки дикого штамма и мутантов *rad 3-2* или *rad 50-1* облучали фиксированной дозой СУФ (2.4 кДж/м^2) или ДУФ (18 кДж/м^2), после чего их

подвергали воздействию монохроматического света 680 нм. Как следует из полученных данных (рис.2), фотореактивация мутантных штаммов наблюдается, причем ее эффективность примерно такая же, как и у дикого штамма. Эти данные могут указывать на то, что устранение СУФ-, ДУФ-индуцированных повреждений ДНК в процессе ΦR_{680} осуществляется без участия эксцизионной и пострепликативной репарации. Очевидно, действие фотоиндуцибельной защитной системы включает какой-то другой механизм ликвидации таких повреждений.

Установление того факта, что действие фотоиндуцибельной защитной системы не специфично в отношении природы повреждений ДНК, привело к постановке вопроса о возможном участии этой системы в устранении фотоповреждений не только в генетическом аппарате, но и в других клеточных структурах.

Эффект фотореактивации при облучении клеток видимым светом

При фотодинамической инактивации дрожжевых клеток большими дозами видимого света (400-600 нм) основной мишенью является не ДНК, а плазматическая мембрана (3).

До последнего времени считалось, что эти повреждения не фотореактивируемы и связаны, очевидно, с деструкцией мембранных компонентов (фотолизом мембранных белков и липидов (3)).

Проведенные нами эксперименты с использованием описанных выше оптимальных при ΦR_{680} режимов облучения показали, что инактивированные видимым светом клетки можно восстановить при воздействии на них монохроматическим светом в области 400-730 нм с максимальной эффективностью реактивации при 680 нм. Принципиально важно, что типичная дозовая кривая фотореактивации в этом случае имеет такой же вид, как и аналогичные дозовые кривые при фотореактивации клеток, инактивированных ДУФ-светом. Следовательно, в фотовосстановлении жизнеспособности дрожжевых клеток, инактивированных видимым светом, участвует та же фотоиндуцибельная система, что и при летальном действии УФ-излучений. Иными словами, данная защитная система активна не только в устранении различных повреждений ДНК, но и в случае фотодинамической деструкции плазматических мембран.

Таким образом, очевидно, что во всех рассмотренных случаях обнаруженная нами фотоиндуцибельная защитная система действует по общему первичному механизму, запускаемому единым клеточным фоторецептором.

Обнаружение эффектов фотовосстановления при инактивирующих воздействиях ДУФ- и видимого света является первым указанием на возможность фоторепарации повреждений, образующихся по фотодинамическому механизму в генетическом аппарате и мембранных структурах клетки с участием эндогенных фотосенсибилизаторов.

Установлен общий характер закономерностей проявления обнаруженных эффектов, что свидетельствует о функционировании в дрожжевых клетках единой фотоиндуцированной защитной системы, не специфичной в отношении природы летальных фотоповреждений.

С использованием спектрофлуориметрического и абсорбционного анализа изолированных клеточных фракций впервые для дрожжевых клеток показано наличие длинноволнового поглощения с максимумом в красной области при 670 нм (см. рис 3), принадлежащее неидентифицированному хромофору, локализованному в плазматических мембранах. Близкое совпадение зарегистрированного максимума с главным максимумом в спектре действия фотовосстановления клеток позволяет рассматривать этот хромофор в качестве кандидата на роль первичного фоторецептора обнаруженной фотоиндуцибельной защитной системы.

Данные о ее высокой квантовой чувствительности, а также триггерном характере действия указывают на существование весьма эффективных механизмов биохимического усиления, которые инициируются первичным фоторецептором и способны обеспечить устойчивость клеток при инактивирующем действии оптического излучения различных длин волн экологического диапазона.

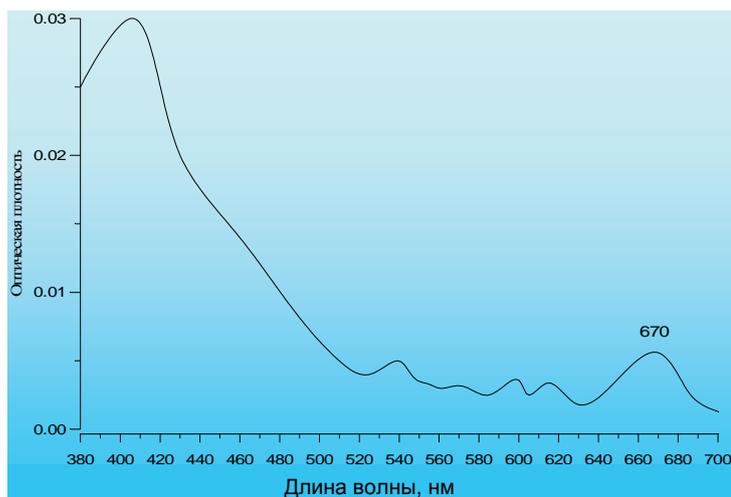


Рис. 3 Спектр поглощения хлороформного экстракта из изолированных плазматических мембран.

Литература

1. Fraikin G.Ya., Pinyaskina E.V. *New Type of Photoreactivation of UVB – inactivated Cells* // *Photodermatol. Photoimmunol., Photomed.* 1995. v. 11, P. 23.
2. Фрайкин Г.Я., Пиняскина Е.В., Страховская М.Г., Рубин А.Б. *Новая фотоиндуцибельная защитная система в клетках Candida guilliermondii при летальном действии средневолнового ультрафиолетового излучения* // Доклады РАН. 1995. т. 343. № 2. с. 265-267.
3. Владимиров Ю.А., Потапенко А.Я. *Физико-химические основы фотобиологических процессов.* М.: Высш. шк., 1989. 252 с.
4. Jagger J. *Near-UV radiation effects on microorganisms.* // *Photochem. Photobiol.* 1981. V. 34. P. 761-768.
5. Смит К., Хэнеуолт Ф. *Молекулярная фотобиология.* М. 1972. 272 с.
6. Конев С.В., Волотовский И.Д. *Фотобиология животной клетки.* Л.: Наука. Ленингр. Отд. 1979. 350 С.

ЗАБОЛЕВАНИЯ НОВОРОЖДЁННЫХ И РОДИЛЬНИЦ, ВЫЗВАННЫЕ БАКТЕРИЯМИ РОДА *ESCHERICHIA* В РОДИЛЬНОМ ДОМЕ Г. МОНЧЕГОРСКА (С 2000 ПО 2006 ГГ.)

Сбитнева В.В., Перетрухина А.Т. (МГТУ, кафедра микробиологии)

Энтеробактерии – представители семейства Enterobacteriaceae на протяжении всей истории медицинской бактериологии является объектом постоянного внимания специалистов. Микроорганизмы принадлежащие к семейству Enterobacteriaceae многочисленны и разнообразны по своим биологическим свойствам. Род *Escherichia* является представителем семейства Enterobacteriaceae. Своё название бактерии получили в честь немецкого педиатра Т. Эшериха, впервые выделившего *Escherichia coli* из содержимого кишечника детей в 1885 году. Род образуют подвижные (перитрихи) прямые палочковидные бактерии размерами 1,1-1,5х 2,0-6, мкм, одиночные или в

Таблица 1. Отличия видов рода *Escherichia* от других видов.

Тест	<i>E. blattae</i>	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i> (метаболические штаммы)	<i>E. fergusonii</i>	<i>E. hermannii</i>	<i>E. vulneris</i>	<i>Shigella sonnei</i>	Другие шигеллы	<i>Enterobacter agglomerans</i>	<i>Edwardsiella tarda</i>	<i>Leclercia adacarboxylata</i>
Образование индола	-	+	(+)	+	+	-	-	d	(-)	+	+
Реакция Фогеса-Проскауэра	-	-	-	-	-	-	-	-	d	-	-
Цитрат (среда Симмонса)	d	-	-	(-)	-	-	-	-	d	-	-
Образование H ₂ S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Гидролиз мочевины	-	-	-	-	-	-	-	-	(-)	-	(-)
Лизиндекарбоксилаза	+	+	d	+	-	(+)	-	-	-	+	-
Орнитиндекарбоксилаза	+	d	(-)	+	+	-	+	-	-	+	-
Подвижность	-	+	-	+	+	+	-	-	(+)	+	(+)
Рост в присутствии KCN	-	-	-	-	+	(-)	-	-	d	-	+
Использование малоната	+	-	-	d	-	(+)	-	-	d	-	+
D-глюкоза, образование газа	+	+	-	+	+	+	-	-	(-)	+	+
Образование кислоты из:											
D-адонитола	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
целлобиозы	-	-	-	+	+	+	-	-	d	-	+
лактозы	-	+	(-)	-	d	(-)	-	-	d	-	+
D-маннитола	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
мелибиозы	-	(+)	d	-	-	+	(-)	d	d	-	+
L-рамнозы	+	(+)	d	+	+	+	(+)	-	(+)	-	+
D-сорбитола	-	+	(+)	-	-	-	-	d	d	-	-
D-ксилозы	+	+	d	+	+	+	-	-	+	-	+
мулата	d	+	d	-	+	(+)	-	-	d	-	d
Использование ацетата	-	+	d	+	(+)	d	-	-	d	-	(-)
Желтый пигмент	-	-	-	-	+	d	-	-	(+)	-	(-)

парах. Для многих штаммов характерны капсулы или микрокапсулы. Грамотрицательные. Факультативные анаэробы, обладающие и дыхательным и бродильным типами метаболизма. Оптимальная температура 37°С. Катаболизируют D- глюкозу и другие углеводы с образованием кислоты и газа. Оксидоаотрицательные; каталазаположительные; проба с метиловым красным положительная; реакция Фогеса-Проскауэра отрицательная; обычно цитратоотрицательные. Отрицательные по признакам образования H₂S, гидролиза мочевины и активности липазы. Восстанавливают нитрат. Все или большинство штаммов сбраживают L-арабинозу, D-ксилозу, мальтозу, D-маннитол, D- маннозу, L-рамнозу и трегалозу. О-нитрофинил-в-D- галактопиранозидположительные.

Отличия видов рода *Escherichia* от других видов представлены в таблице 1.

Эшерихии – основная аэробная микрофлора кишечника, вызывает, однако, обширную группу заболеваний человека, известных как эшерихиозы. Основное медицинское значение имеет кишечная палочка (*Escherichia coli*). Кишечные палочки рассматривают как санитарно-показательные микроорганизмы (СПМ) при анализе воды и пищевых продуктов, почвы, предметов, рук. Кроме того, *E.coli* служит основной причиной инфекций мочевых путей и внутрибольничных инфекций, в том числе септицемии и менингита.

Проведён анализ влияния бактерий рода *Escherichia* на инфицирование новорожденных и родильниц в г.Мончегорске за 7 лет (с 2000 по 2006 годы). Всего было обследовано 2904 человека, произведено 2597 исследований. Показаниями для взятия мазков у новорожденных является: подозрение на внутриутробное инфицирование (ВУИ); инфекции у матерей; недоношенность; гнойно-септические заболевания новорожденных. Мазки берутся из зева и носа, с кожи, из пупочной ранки, желудочное содержимое, отделяемое из глаз.

У женщин берут мазки во время постановки на учет по беременности, затем в 30 недель и перед родами. После родов мазки берутся на 3-и сутки. Мазки берутся из уретры, цервикального канала и анального отверстия.

Идентификация бактерий рода *Escherichia* проводилась с помощью различных микробиологических методик: культурального метода, бактериоскопического, включающего постановку биохимического ряда.

Таблица 2. Обследование новорожденных и родильниц на предмет инфицирования бактериями рода *Escherichia*

Годы	Всего взято анализов	Из них с положительным высевом бактерий рода <i>E.coli</i>	Новорожденные		Родильницы	
			флора	заболевания	флора	заболевания
2000	446	-			-	
2001	490	2	<i>E.coli</i> <i>E.coli</i>	омфолит омфолит	-	
2002	420	-			-	
2003	400	1	<i>E.coli</i>	врожд. везикулопустулёз	-	
2004	344	-			-	
2005	360	1	<i>E.coli</i> heamol.	врожд. дакриоцистит	-	
2006	408	1	<i>E.coli</i> heamol	врожд. везикулопустулёз	-	

Данные обследований новорожденных и родивших женщин за 7 лет на предмет инфицирования бактериями рода *Escherichia* представлены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что у родивших женщин за 7 лет бактерии рода *Escherichia* заболеваний не вызывали. Однако, при взятии мазков у матерей заболевших детей, данная флора высевалась. За данный период исследования у родивших женщин было 8 случаев гнойного мастита. При обследовании обнаруживался разных видов стафилококк. Бактерии рода *Escherichia* не высевались.

У новорожденных бактерии данного рода вызывали ряд заболеваний, которые представлены в таблице 2. Имели место случаи, когда по показаниям (необследованные женщины) у новорожденных брали мазки и высевались бактерии рода *Escherichia*, но эти дети не болели. Доминирующей микрофлорой, вызвавшей гнойно-септические инфекции (ГСИ) за 7 лет с 2000 по 2006 годы у новорожденных и родильниц являются различные виды стафилококка. Из табл. 2 видно, сколько было проведено анализов и сколько из них положительных высевок бактерий рода *Escherichia*.

Обследовались также объекты внешней среды в родильном доме за 7 лет. Полученные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3. Исследование объектов внешней среды на предмет выделения бактерий рода *Escherichia*.

Годы	Всего взято смывов	Из них с выдел. бактерий рода <i>Escherichia</i>	Выделенная флора
2000	83	-	-
2001	68	-	-
2002	38	-	-
2003	83	1	<i>E.coli</i>
2004	67	-	-
2005	200	1	<i>E.coli</i>
2006	68	-	-

Из таблицы 3 видно, что бактерии рода *Escherichia* высевались с объектов внешней среды в 2003 и 2005 годах. Однако заболевания вызванные бактериями данного рода в эти годы не связаны с положительными посевами во внешней среде, так как в одном случае – 2003 год, *E.coli* вызвали врожденный везикулопустулёз, а во втором -2005 год, врождённый дакриоцистит. В обоих случаях были взяты мазки у женщин перед родами и у новорожденных сразу после рождения. В ходе исследований была высеяна одна и та же флора как у родильниц так и у детей.

Таким образом, исходя из полученных результатов обследования новорожденных, родильниц и объектов внешней среды видно, что у новорожденных детей инфицирование происходит от матерей, т.е. внутриутробное инфицирование (ВУИ). В те годы, когда фиксировалось ГСИ новорожденного, вызванное бактериями рода *Escherichia*, у матери этого ребёнка на протяжении всей беременности и в послеродовом периоде высевалась та же флора, что и у ребёнка. И хотя в 2003 и 2005 годах на объектах внешней среды были высеяны бактерии *E.coli*, они не явились причиной вызвавшей заболевания новорожденных, т.к. материал для анализа был взят в первый час жизни новорожденного, т.е., ребёнок контактировал только с матерью. Высеянная флора соответствовала материнской. Соответственно инфицирование детей не было внутрибольничным (ВБИ).

У родивших женщин, за исследуемый период, ГСИ вызванных бактериями рода *Escherichia* не зарегистрировано.

Литература

1. Бойцов А.Г. Введение в клиническую микробиологию. / Бойцов А.Г.,Иванов В.П., Ластовка О.Н., Порин А.А. - СПб.: СПбГМА им. И.И. Мечникова , 1999 г.
2. Нейчев С.В. Клиническая микробиология. / Нейчев С.В./-М.: «Медицина»,1998-469 с .
3. Поздеев О.К.Медицинская микробиология:учебное пособие/ под ред.В.И. Покровского. -4-е изд.испр.-М.:ГЭОТАР-Медиа,2006.-768 с.
4. Пяткин К.Д.Микробиология. / Пяткин К.Д.,Кривошеин Ю.С./ М.: Медицина, 1981. – 512 с.
5. Смоликова О.Е.Проблема внутриутробных инфекций: / Смоликова О.Е./ - СПб.: СпецЛит, 2002,- 190 с.,ил.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПРЕССИИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГЕНОВ ГЛУТАМИЛЭНДОПЕПТИДАЗЫ *BACILLUS INTERMEDIUS* В КЛЕТКАХ *BACILLUS SUBTILIS*

Тойменцева А.А., Каримова М.Р., Шарипова М.Р. (Казань, КГУ им. В.И. Ульянова-Ленина, кафедра микробиологии, e-mail: TojmencevaAA@mail.ru)

Abstract. Serine proteinases carry out set of functions in cells. The knowledge of mechanisms of regulation and synthesis of enzymes is a great value for biotechnology as it allows receiving a maximum quantity of a target product. We designed genes of glutamyl endopeptidase *Bacillus intermedius* which is modified in the field of regulation and studied of their expression in salt stress conditions and at presence of glucose. The analysis has shown that the expression of modified genes raises in salt stress conditions and is not sensitive to catabolite repression.

Протеиназы микроорганизмов отвечают за комплексные процессы, обеспечивающие нормальную физиологию клетки. Глутамилэндопептидаза, продукт гена *gseBi*, являющаяся представителем недавно открытого и немногочисленного подсемейства глутамил-специфичных сериновых протеаз, представляет практический интерес для направленного синтеза олигопептидов, а в биотехнологии, для повышения выхода фермента путем клонирования и модификации генов с эффективными регуляторными элементами.

В стационарной фазе роста бактерии *Bacillus intermedius* секретирует сериновые протеиназы, среди которых глутамилэндопептидаза, составляет около 10% от общего протеиназного пула. Однако на сегодняшний день механизмы регуляции биосинтеза данного фермента изучены недостаточно. Вклад регулирующих элементов в контроль экспрессии генов можно оценить путем модификации сайтов регуляции в промоторной области поздних генов и изучения экспрессии мутантных генов, включая штаммы, дефектные по регуляторным белкам.

Ген глутамилэндопептидазы *B.intermedius* клонирован на плазмиде Δ58.21 и секвенирован (EMBL, Y15136) (Rebrikov et al., 1999). Плазида, несущая ген *gseBi*, любезно предоставлена проф. С.В. Костровым, ИМГ РАН, Москва. Мы провели анализ регуляторной области гена фермента с целью идентификации потенциальных сайтов связывания с рядом регуляторов транскрипции. Алгоритм BLAST (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>) позволил выявить в регуляторной области гена *gseBi* потенциальные сайты для взаимодействия с белками DegU (система трансдукции сигнала DegS-DegU), Spo0A (инициация спорообразования), белком катаболитной репрессии CsrA и глобальным регулятором метаболизма AbrB. Эти участки в промоторе расположены в виде прямых tandemных повторов. Делецией в области регуляции получены два модифицированных гена *gseBi* с различной длиной промотора: протяжённостью 364 н.о., утративший потенциальные сайты связывания с регуляторными белками DegU, Spo0A, CsrA и длиной 187 н.о. с исключёнными сайтами DegU, Spo0A, CsrA, AbrB. Для этого, с матрицы плазмиды Δ58.21 были амплифицированы последовательности нуклеотидов, включающие регуляторную область гена *gseBi*. Продукты амплификации клонировали в репликационный вектор pUC19, а затем в вектор pUP110, реплицирующийся в клетках бацилл. Полученными конструкциями трансформировали лабораторный штамм *B.subtilis*, дефектный по собственным внеклеточным протеиназам. Изучена динамика роста и экспрессия гена

фермента в условиях солевого стресса и в присутствии глюкозы. Отсутствие функционально активных сайтов для белков DegU и Sp0A приводит к снижению уровня экспрессии гена *gseBi* практически в 7 раз и изменениям в динамике накопления фермента. Уровень экспрессии модифицированных генов в присутствии солей понижался по сравнению с контролем. Показано, что экспрессия гена глутамилэндопептидазы, имеющего длину промотора 364 н.о., повышается по сравнению с контролем при добавлении в среду 1% глюкозы. На основании полученных результатов можно предположить, что вследствие уменьшения длины промотора инактивированы те последовательности, которые ответственны за взаимодействие с белком CsrA и полученные конструкции нечувствительны к катаболитной репрессии.

Работа поддержана грантом РФФИ 08-04-00789-а.

Литература

1. Sharipova M.R. The expression of *Bacillus intermedius* glutamyl endopeptidase gene in *Bacillus subtilis* recombinant strains / M.R. Sharipova, E.I. Shagimordanova, I.B. Balaban, A.M. Mardanova, G.N. Rudenskaya, I.D. Demidyuk, S.V. Kostrov // Mol. Biology. – 2007. – V.34. – P.79-87.
2. Rebrikov D.V. Molecular cloning and nucleotide sequence of *Bacillus intermedius* glutamyl endopeptidase gene / D.V. Rebrikov, T.V. Akimkina, A.B. Shevelev, I.V. Demidyuk, A.M. Bushueva, S.V. Kostrov, G.G. Chestukhina, V.M. Stepanov // J. Prot. Chem. - 1999. - V. 18. - P. 21-26.
3. Steil L. Genome-wide transcriptional profiling analysis of adaptation of *Bacillus subtilis* to high salinity / L.Steil, T.Hoffmann, I.Budde, U.Volker, E.Bremer. // J. Bacteriol. –2003. – V.185. –P.6358-70.

КОРРЕКЦИЯ ПРОБИОТИКАМИ НОРМАЛЬНОЙ МИКРОФЛОРЫ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Чумакова Е.Н. (п. Ровеньки Белгородской области, Ровеньский филиал Белгородского университета потребительской кооперации;
e-mail: Rovbupk@mail.ru)

Abstract. The paper dwells on the efficiency of application of biologically active preparations – probiotics and their influence on micro flora of animals alimentary canal. It also considers their difference from antibiotics and their place in the system of medical and preventive measures.

Широкое применение в лечении и кормлении сельскохозяйственных животных длительное время находили антибиотики, которые, попадая в желудочно-кишечный тракт, губительно действуют на полезную микрофлору, приводят к развитию резистентных к ним штаммов болезнетворных бактерий. Поэтому в последнее время научные исследования были направлены на поиск новых препаратов, не обладающих отрицательным действием, не способствующих повышению у патогенных микроорганизмов устойчивости к химиотерапевтическим веществам. Большинство ученых и специалистов разных стран пришли к единому мнению, что наиболее целесообразно в этих целях использовать пробиотики. Создание этих препаратов является новым перспективным направлением исследований в сельскохозяйственной микробиологии. Пробиотики не оказывают побочного действия на микрофлору пищеварительного тракта, не загрязняют продукты животноводства и окружающую среду, то есть являются экологически чистыми. (1, 2, 9)

В буквальном переводе термин «пробиотик» означает «для жизни» (в отличие от термина «антибиотик» - «против жизни») по отношению к чувствительным к живым объектам. Паркером впервые в 1974 году был употреблен термин «пробиотики» для обозначения живых микроорганизмов, которые вводили в корма для стимуляции роста и устойчивости к стрессу.

Название «пробиотик» первоначально применяли для описания субстанций, продуцируемых одним простейшим, который стимулировал рост других, а позднее – кормовых добавок, оказывающих полезный эффект на животное-хозяина путем влияния на его кишечную микрофлору. В качестве кормовой добавки его определяли как «организм и вещества (субстанции), которые делают вклад в микробный баланс кишечника».

Т. Riise (Дания) предложил под названием «пробиотик» понимать «...увеличение полезных микроорганизмов в пищеварительном тракте животного-хозяина путем введения больших количеств желательных бактерий для переустановления и поддержания идеальной ситуации в кишечнике». И. И. Мечников в 1903 году предложил практическое использование микробных культур-антагонистов для борьбы с болезнетворными бактериями.

Механизм действия пробиотиков направлен на принудительное заселение кишечника конкурентоспособными штаммами бактерий-пробионтов. Эти бактерии осуществляют неспецифический контроль за численностью условно-патогенной микрофлоры, вытесняя ее из состава кишечной популяции. (3)

Нормальная микрофлора организма представляет собой совокупность микробиоценозов, которые характеризуются определенным составом и занимают ту или иную экологическую нишу в организме животного.

Нормальная микрофлора с организмом хозяина находится в определенном биологическом равновесии. Изменения в кормлении могут вызвать изменения количественного и качественного состава микробиоценоза в пищеварительном тракте.

Одной из важных функций нормальной микрофлоры является ее участие вместе с организмом хозяина в обеспечении колонизационной резистентности под которой понимают совокупность механизмов, придающих стабильность нормальной микрофлоре и предотвращающих заселение организма хозяина посторонними микроорганизмами.

Нормальная микрофлора кишечника выполняет защитную роль в организме – антагонистическую, витаминообразующую, ферментную, также стимулирует иммунобиологическую резистентность организма.

К нормальной микрофлоре желудочно-кишечного тракта относятся бифидобактерии (*Bifidobacterium*), лактобактерии (*Lactobacnerium*), эшерихии (*Escherichia coli*) и другие микроорганизмы. (10)

Многие исследователи: Пауликas В.Ю., Тимошко М.А., Фисенко С.П., Новик Г.И. и другие считают, что основной таксономической группой микрофлоры желудочно-кишечного тракта являются представители рода бифидобактерий (*Bifidobacterium*). Они служат показателем здоровья макроорганизма, его колонизационной резистентности. Так, при дисбактериозе первой из желудочно-кишечного тракта исчезает бифидофлора. С ее исчезновением снижается иммунобиологическая активность организма. Это приводит к нарушению процессов пищеварения, всасывания и всех видов обмена, понижает усвоение кальция, железа, также нарушается витаминсинтезирующая и ферментативная функции кишечной микрофлоры. (4, 6, 7, 8)

Бифидобактерии безвредны, и, находясь в больших количествах в кишечнике, они не вызывают заболеваний. Кроме того, имеют важное физиологическое значение для организма – препятствуют развитию гнилостных и газообразующих микроорганизмов, продуцируют витамины группы В, К, подавляют грамотрицательную микрофлору, влияют на обмен белков, жиров, углеводов, способствуют всасыванию кальция, витамина D и железа. Бифидобактерии образуют витаминов группы В в 2-3 раза больше, чем кишечная палочка. Также, они стимулируют перистальтику кишечника, синтезируют биологически активные компоненты, участвуют в формировании кислотности его содержимого. Автор Сизова А. В. указывает на то, что при изучении способности различных штаммов бифидобактерий к кислотообразованию было отмечено, что они больше продуцируют уксусной кислоты (около 60%), чем молочной (около 40%). Это свойство является одним из отличительных признаков их от молочнокислых бактерий. В небольших количествах бифидобактерии образуют муравьиную кислоту. В процессе их жизнедеятельности в организме накапливаются в большом количестве лизин, аргинин, валин, метионин, глютаминовая кислота, лейцин, тирозин. В случае исчезновения бифидофлоры начинается «нашествие» болезнетворных микробов, создаются условия для их размножения и вредного воздействия. Снижение защитных сил организма, которое связано с отсутствием бифидобактерий, является благоприятной почвой для развития кишечных инфекций. (5)

Другой по значимости и численности группой микрофлоры желудочно-кишечного тракта являются молочнокислые бактерии, которые присутствуют практически во всех его отделах. Наибольшее распространение из них получили

следующие: *Streptococcus lactis*, *Lactobacterium bulgaricum*, *Lactobacterium casei*. Они подавляют развитие таких микроорганизмов как гемолитические стрептококки (род *Streptococcus*), протей (род *Proteus*), патогенные кишечные палочки (*Escherichia coli*), туберкулезные палочки (*Bacillus tuberculosis*), стафилококки (род *Staphylococcus*) и другие.

Молочнокислые бактерии, находясь в желудочно-кишечном тракте, активно участвуют в ферментации углеводов, спиртов, некоторые гидролизуют крахмал, синтезируют белок. Антагонистическая активность лактобактерий в отношении патогенной и условно-патогенной микрофлоры вначале объясняется лишь подавляющим действием органических кислот, образуемых ими.

Важное место среди продуктов метаболизма молочнокислых бактерий занимает перекись водорода. Она образуется в результате активации кислорода лактобактериями под влиянием флавиносодержащих ферментов или NADP (никотинамидадениндинуклеотид) пероксидазы. Выраженный ингибирующий эффект перекись водорода оказывает на псевдомонады (*Pseudomonas*), стафилококки (*Staphylococcus*). Он обусловлен ее сильным окислительным действием на бактериальные клетки и разрушением молекулярной структуры клеточных белков. Кроме этого, ингибирующий эффект перекиси водорода имеет важное значение для сдерживания численности грамотрицательных не образующих каталазу бактерий (сальмонелл (*Salmonella*), эшерихий (*Escherichia*) и др.). Молочнокислые бактерии синтезируют витамины – С, В₁, В₂, В₁₂, подавляют гнилостную микрофлору в кишечнике, тем самым содействуют выздоровлению от ряда заболеваний. (3)

Таким образом, основными представителями нормофлоры кишечника являются молочнокислые бактерии и бифидобактерии.

Пробиотики способствуют стимуляции иммунитета слизистой желудочно-кишечного тракта. Они оказывают иммуностимулирующее действие даже в малых дозах.

Резидентная микрофлора желудочно-кишечного тракта животных качественно однотипна. Отличия наблюдаются лишь в разном количестве микроорганизмов того или иного рода в различных отделах пищеварительного тракта. У здоровых животных на количественное ее разнообразие влияют вид животного, возраст, тип кормления, факторы внешней среды. Если при суммарном воздействии различных факторов качественный и количественный состав резидентной микрофлоры желудочно-кишечного тракта остается относительно постоянным, то колонизационная резистентность кишечника сохраняется. При увеличении численности транзитной микрофлоры развиваются различные патологические состояния, в том числе болезни желудочно-кишечного тракта.

Важный фактор, который поддерживает резистентность – адгезия на поверхности кишечного эпителия. В основе механизмов адгезии лежат физико-химические процессы, которые сопровождаются образованием участков прилипания или взаимодействием типа фермент-субстрат. В большинстве случаев микроорганизмы, которые обладают адгезивными свойствами, характеризуются наличием хемотаксиса в отношении слизистой оболочки кишечника. Это в значительной степени способствует ускорению образования ассоциативной связи между эпителиальными клетками организма хозяина и микробами. Микроорганизмы, ассоциированные со слизистой оболочкой, составляют мукозную микрофлору (М-микрофлору), а колонизирующиеся в просвете – полостную (П-микрофлору). (8)

Это говорит о тесной связи между иммунным статусом организма и заселением микрофлорой желудочно-кишечного тракта.

Следовательно, действие пробиотических препаратов можно рассматривать в качестве антигенов, которые не оказывают негативное влияние, являются стимуляторами иммунной системы, активизируют специфическую и неспецифическую защиту организма хозяина.

Пробиотики прочно заняли свое место в системе лечебно-профилактических мероприятий, направленных на снижение потерь от неинфекционных желудочно-кишечных болезней. Это актуально при ужесточении требований к экологической безопасности среды обитания и качеству пищевых продуктов для человека.

Литература

1. *Малик Е.* Применение пробиотиков в животноводстве // Животновод для всех. - 2003. - №7-8. - с. 6-7.
2. *Тараканов Б. В.* Механизмы действия пробиотиков на микрофлору пищеварительного тракта и организм животных // Ветеринария. - 2000. - №1. - с. 47-54.
3. *Степаненко П. П.* Микробиология молока и молочных продуктов.: учебник для ВУЗов. - Сергиев Посад: ООО «Все для вас – Подмоскowie», 1999. - 415с.
4. *Пауликас В. Ю.* Паразитоценоз желудочно-кишечного тракта свиней. - М.: Агропромиздат, 1990. - 80 с.
5. *Сизова А. В.* Значение микрофлоры желудочно-кишечного тракта животных и использование бактерий-симбионтов в животноводстве. - М.: ВНИИТЭИСХ, 1974. - 92 с.
6. *Фисенко С. П.* Резистентность организма поросят и ее коррекция биологически активными препаратами // Вестник ветеринарии. - 2001. - №3 (20). - с. 42.
7. *Тимошко М. А., Холмецкая В. Г., Бурсук И. Ф.* Бактериоценоз пищеварительного тракта поросят / Отв. ред. М. А. Сидоров - Кишинев: Штеница, 1983. - 60 с.
8. *Тимошко М. А.* Микрофлора пищеварительного тракта сельскохозяйственных животных / Отв. ред. И. Г. Пивняк. - Кишинев: Штеница, 1990. - 187 с.
9. *Бессерабов Б., Крыканов А., Мельникова И., Гонцова Л.* Пробиотики эффективны и безвредны // Животноводство России. - 2006. - №5. - с. 28-29.
10. *Сидоров А. А., Субботин В. В., Данилевская А. В.* Нормальная микрофлора животных и ее коррекция пробиотиками // Ветеринария. - 2000. - №1. - с. 17-22.

СЕКЦИЯ
«БИОХИМИЯ И МЕДИЦИНА»

Секция «Биохимия и медицина»

БАРАНОК Н.В. Основные принципы профилактики зависимого поведения в общеобразовательных учреждениях	594
БИЛАН Л.С., КРИВЕНКО О.Г. Остеопороз. Социально-экономическая значимость .	597
БАРКОВСКИЙ Е.В., БУТВИЛОВСКИЙ А.В., БУТВИЛОВСКИЙ В.Э. Новый метод лабораторной диагностики алкоголизма: обоснование и этапы разработки	599
БУТВИЛОВСКИЙ В.Э., ДАВЫДОВ А.В., БУТВИЛОВСКИЙ А.В., ДАВЫДОВ В.В. О мутационном давлении в матричных РНК, кодирующих ряд ферментов дыхательной цепи хордовых	604
КЛЮЧКО Е.В. Лекарственная болезнь	608
КРИВЕНКО О.Г. Причины и общие принципы развития остеохондроза.....	611
ЛЕБЕДЕВА А.С. Растворимые формы азота в водоемах г. Мурманска	615
МЕТЕЛЬСКИЙ А.А. Изменение удельной поверхности различных участков талломов фукусовых водорослей Баренцева моря, в зависимости от интенсивности движения воды.....	618
МИХНЮК О.В. Изучение белков мышечной ткани культивируемой форели.....	622
ОВЧИННИКОВА С.И., СЕРЕБРЯКОВА Л.В., ИГУМНОВ Р.О. Особенности биологии и биохимических свойств рыб семейства камбаловых	624
ОВЧИННИКОВА С.И., АНОХИНА В.С., ПОХОЛЬЧЕНКО Л.А. Изучение биохимического состава молоди атлантического лосося Кольского полуострова.....	631
ПОХОЛЬЧЕНКО Л.А., БУХТОЯРОВА А.Ю. Биохимические исследования геморрагических диатезов.....	633
ПОХОЛЬЧЕНКО Л.А. Липидный состав мышечной ткани и печени молоди атлантического лосося	635
РЫСАКОВА К.С., НОВИКОВ В.Ю. Изучение фракционного состава ферментного препарата из гепатопанкреаса камчатского краба <i>Paralithodes camtschaticus</i> методом ультрафильтрации	637
СМИРНОВА Е.Б., МУХИН В.А. Зависимость общей протеолитической активности ферментных препаратов из гепатопанкреаса беспозвоночных от рН.....	641
ТИМАКОВА Л.И., ОВЧИННИКОВА С.И. Использование аденилатного энергетического заряда клеток мышечной ткани рыб для биоидентификации загрязнения водных экосистем Кольского Севера.....	646
ХАЙРУЛЛИНА В.Р., ГЕРЧИКОВ А.Я., КИРЛАН С.А., ТАРАСОВ Г.П., МУХАМЕТОВ А.Д., ГАРИФУЛЛИНА Г.Г, ТЮРИНА Л.А., ЗАРУДИЙ Ф.С. Производные бензамида с выраженными противовоспалительными свойствами и низким уровнем токсического действия	649
ШАШКОВА Е.В. Загрязнение почв в промышленных районах и негативные последствия.....	653

ШИРОКАЯ Т.А. К вопросу биохимических исследований промысловых видов рыб прибрежной зоны Баренцева моря в условиях антропогенного загрязнения 656

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОФИЛАКТИКИ ЗАВИСИМОГО ПОВЕДЕНИЯ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Баранок Н.В. (ФГОУ ВПО "МГТУ", кафедра биохимии)

Abstract. The preventive maintenance of dependent behaviour in general educational establishments is very important.

Образовательное учреждение является оптимальным местом для осуществления профилактической и реабилитационной работы:

1. В образовательном учреждении учащиеся проводят большую часть своего времени, и ОУ имеет возможность заполнить его значимым содержанием с наибольшей пользой для гармоничного развития учащихся.
2. Сам процесс обучения может оказывать огромное организующее и воспитательное значение.
3. Образовательное учреждение представляет собой микро модель общества, где молодые люди могут получать навыки созидательной деятельности, эффективную социального и межличностного взаимодействия.

Если говорить о высшем образовательном учреждении, то здесь можно выделить 2 направления профилактической работы:

1. Профилактическая работа с учащимися ВУЗа (причём часть такой работы выполняют сами студенты ВУЗа).
2. Участие студентов ВУЗа в профилактической работе с учащимися средних учебных заведений (училищ, школ и т.д.).

Школа как социальный институт обладает рядом уникальных возможностей для успешной профилактики наркомании и реабилитации зависимых от ПАВ:

- прививать учащимся навыки здорового образа жизни в процессе обучения и контроля за их усвоением;
- влиять на уровень притязаний и самооценку учащихся;
- осуществлять совместную работу с семьёй подростка для контроля над ситуацией;
- привлекать различных специалистов (психологов, медиков, социальных педагогов и др.) для осуществления профилактических и реабилитационных мероприятий.

Образовательное учреждение совместно с родителями имеет возможность организовать взаимодействие с органами внутренних дел для пресечения распространения и употребления наркотических средств, психотропных и иных одурманивающих веществ на территории среднего или высшего учебного заведения.

Несомненно, вопрос межведомственного взаимодействия является проблемным. Основные причины отсутствия должного взаимодействия между различными ведомствами (образовательные учреждения, здравоохранение, органы внутренних дел и т.д.): неготовность кадров к определению границ собственной ответственности в сфере профилактики, недостаточно чёткая административно – правовая база, отсутствие системы документооборота, единого планирования и чёткого контроля.

Все программы профилактики можно разделить на постоянно-действующие, систематически-действующие, периодически-действующие.

Естественно, что наибольший результат дают постоянно-действующие программы, а на практике предпочтение отдаётся периодически проводимым акциям, которые имеют определённый эффект и общественный резонанс, но их одних явно не достаточно.

Профилактика наркологических заболеваний может быть позитивная и негативная. Негативная – рациональное объяснение вреда, наносимого употреблением ПАВ.

Позитивная (продуктивная) – выработка альтернативы аддиктивному поведению. Большая часть профилактических мероприятий должна быть позитивной, к сожалению, иногда наблюдается обратная тенденция.

Профилактическая работа в учебном заведении включает в себя мероприятия по первичной и вторичной профилактике.

Первичная профилактика имеет целью предотвратить возникновение нарушения или начала болезни, предупредить негативные исходы и усилить позитивные результаты развития индивида.

Первичная профилактика является наиболее массовой, неспецифической, использующей преимущественно педагогические, психологические и социальные влияния. Ее контингентом является общая популяция детей, подростков и молодых людей.

Она влияет, прежде всего, на формирование здоровья путем замены одних развивающихся процессов на другие. Сформировав активный, функциональный адаптивный жизненный стиль человека можно тем самым укрепить здоровье и предупредить развитие болезни. Данный вид профилактики способен охватить наибольшее число людей, влиять на население в целом, иметь наиболее эффективные результаты.

Цели первичной профилактики:

Цель 1 - информация, формирование мотивации на эффективное социально-психологическое и физическое развитие.

Контингенты воздействия - дети, подростки в школе; молодёжь в учебных заведениях; родители (семья), учителя; внешкольные подростковые, молодёжные коллективы и группы; дети на улице; неорганизованные группы населения.

Цель 2 ~ формирование мотивации на социально-поддерживающее поведение.

Контингенты воздействия - семья (родители), учителя; дети, подростки в школьных коллективах; неорганизованные группы детей; дети на улицах; неорганизованные группы населения.

Цель 3 - развитие протективных факторов здорового социально эффективного поведения.

Контингенты воздействия - дети, подростки и молодёжь в школьных коллективах и вне их, в вузах; учителя, родители (семья).

Подготовка специалистов - тренеров из числа школьных психологов, социальных педагогов, школьных учителей, студентов вузов.

Цель 4 - развитие стратегий разрешения проблем, поиска социальной поддержки, избегания искушения употребления наркотиков.

Контингенты воздействия - дети, подростки и молодёжь в школьных коллективах и вне их; в вузах: учителя, родители (семья).

Принципы первичной профилактики

1. Правдивость

Вся информация должна быть научно достоверной. Даже если есть искушение что-то преувеличить, сгустить краски – воздержитесь. Если Вас однажды уличат во лжи или некомпетентности, больше слушать не станут.

2. Минимум информации

Всегда существует опасность сообщить подросткам или молодым людям новую информацию о наркотиках, которая подстегнет их любопытство. Выясните уровень знаний молодых людей об этой проблеме. Отвечайте на прямые вопросы. Развенчивайте «мифы». Исправляйте ошибки и неточности в их представлениях. Если подростки или молодые люди сильно различаются по степени просвещенности в этом вопросе, можно разделить их на группы, чтобы они не проинформировали друг друга.

3. Не запугивать

Сообщайте информацию о последствиях употребления ПАВ в эмоционально нейтральной форме. Не пытайтесь вызвать чувство страха. Будьте особенно осторожны с демонстрациями фильмов об ужасной жизни (и смерти) наркоманов.

4. Не рекламировать

Избегайте описаний действия наркотика, ссылок на культурные традиции, связанные с употреблением ПАВ.

5. Не привлекайте «бывших» к первичной профилактике

Сам факт того, что можно побыть наркоманом, а потом вернуться к нормальной жизни, снимает психологические барьеры перед первыми пробами.

Вторичная профилактика касается т.н. «группы риска» и заключается в изменении дезадаптивных и псевдоадаптивных моделей поведения риска на более адаптивную модель здорового поведения.

Цели вторичной профилактики:

Цель 1 - формирование мотивации на изменение поведения.

Контингент - дети, подростки и молодёжь группы риска; родители (семья); неорганизованные группы детей, подростков, молодёжи, взрослого населения.

Цель 2 - изменение дезадаптивных форм поведения на адаптивные.

Контингент - дети, подростки и молодёжь группы риска; родители (семья); неорганизованные группы детей, подростков, молодёжи и взрослого населения.

Цель 3 - формирование и развитие социально-поддерживающей сети.

Контингент - сверстники и взрослые (семья, учителя, специалисты, непрофессионалы).

Существует и третичная профилактика – профилактика осложнений у уже больных людей, но этим занимаются более медицинские структуры.

Можно подытожить, что профилактика мультидисциплинарна, для её успешной реализации необходимо должным образом отлаженное межведомственное взаимодействие.

Для успешной реализации профилактической программы необходимо помнить, что важными её параметрами являются:

- однозначность определений терминов, понятий;
- отсутствие концентрации на одном виде девиантного поведения;
- конкретность;
- внутренняя целостность;
- чёткая стратегия (срок выполнения);
- качественный уровень оценки.

Литература

1. Профилактика наркомании и сопутствующих заболеваний / Л.А.Николаев, Д.Л.Николаев, Мн.: Высшая школа, 2002.
2. Пятницкая И.Н., Найденова Н.Г. Подростковая наркология. - М: Медицина, 2002.
3. Рожков М.И., Ковальчук М.А. Профилактика наркомании у подростков: Учеб. Метод. пособие. - М.: Туманит. Изд. Центр ВЛАДОС, 2004.
4. Сирота Н.А., Ялтонский В.М. Профилактика наркомании и алкоголизма: Учеб. пособие для студентов ВУЗов. - М.: Издательский центр «Академия», 2003.
5. Сирота Н.А., Ялтонский В.М. Базовые принципы целевых программ профилактики наркоманий. Пособие для врачей. – Москва, национальный научный центр наркологии, 2004.

ОСТЕОПОРОЗ. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Билан Л.С., Кривенко О.Г. (ФГОУ ВПО "МГТУ", кафедра биохимии)

Abstract. The bony rarefication in Russia, as well as all over the world, represents one of the major problems of public health services, besides, that its frequency last decades constantly increases. The social importance of a bony rarefication is defined by its consequences.

Остеопороз — заболевание скелета. Для заболевания характерны снижение прочности кости и повышение риска переломов. Прочность кости отражает интеграцию двух главных характеристик: минеральной плотности кости (костной массы) и качества кости (архитектоника, обмен, накопление повреждений, минерализация).

Остеопороз в России, как и во всём мире, представляет одну из важнейших проблем здравоохранения, притом, что частота его в последние десятилетия постоянно увеличивается. При денситометрическом обследовании лиц в возрасте 50 лет и старше в соответствии с критериями ВОЗ остеопороз в России выявлен у 30,5 — 33,1% женщин и у 22,8—24,1% мужчин при населении 145167 тыс. человек (данные переписи 2002 г.). Это составляет более 10 млн. Одна из трёх женщин и один из пяти мужчин этой возрастной группы имеют остеопороз. Аналогичные показатели распространённости остеопороза у женщин отмечены среди белого населения Северной Америки и ряда стран Западной Европы.

Социальная значимость остеопороза определяется его последствиями — переломами позвонков и костей периферического скелета, обуславливающими значительный подъём заболеваемости, инвалидности и смертности среди лиц пожилого возраста и, соответственно, большими материальными затратами в области здравоохранения. Среди городского населения России у 24% женщин и 13% мужчин в возрасте 50 лет и старше отмечается, по крайней мере, один клинически выраженный перелом.

Как показали эпидемиологические исследования, ежегодная частота переломов проксимального отдела бедренной кости среди населения в возрасте 50 лет и старше в России составляет в среднем 105,9 на 100 000 населения того же возраста (78,8 у мужчин и 122,5 среди женщин); частота переломов дистального отдела предплечья — 426,2 (201,1 среди мужчин и 563,8 среди женщин). Частота переломов проксимального отдела бедренной кости в России существенно ниже большинства стран Западной Европы и приближается к показателям ряда стран Восточной Европы и Азии, тогда как частота переломов дистального отдела предплечья превышает аналогичные показатели стран Западной Европы (особенно у женщин), приближаясь к частоте, отмеченной в Скандинавских странах.

В России имеются лишь единичные исследования частоты переломов позвонков. Распространённость их колеблется у мужчин от 7,2 до 12%, у женщин от 7 до 16%.

Таким образом, в России ежегодно могут происходить 3409415 переломов позвонков, 167809 переломов дистального отдела предплечья и 42984 переломов проксимального отдела бедренной кости. Частота остеопоротических переломов значимо повышается с возрастом, а переломов проксимального отдела бедренной кости растёт экспоненциально.

Наиболее тяжёлые медико-социальные последствия обусловлены переломами проксимального отдела бедренной кости. Так, смертность в течение первого года после перелома в различных городах России колеблется от 30,8% до 35,1%, причём из выживших 78% спустя год и 65,5% после двух лет нуждаются в постоянном уходе. Несмотря на различия в системах организации медицинской помощи, цены на лечение остеопоротических переломов в развитых странах приблизительно одинаковы, но существенно отличаются от стоимости лечения в России. Так, стоимость года лечения перелома бедра с включением госпитального периода и последующей реабилитацией в Бельгии составляет 15 тыс. евро, в Великобритании — 12 тыс. фунтов стерлингов, в Канаде — 26,5 тыс. канадских долларов. По отечественным данным (г. Екатеринбург), те же цифры составляют эквивалент 490 долларов США для перелома проксимального отдела бедра, 45 долларов для перелома предплечья и 80 долларов для переломов позвонков, что обусловлено, в первую очередь, низкой хирургической помощью у этого контингента больных. В то же время стоимость только стационарного лечения пациентов с переломами бедра в 2000 г. (Ярославль) составила 1166765 рублей в год. Хотя остеопоротические переломы являются главной причиной заболеваемости, инвалидности и смертности, профилактика их возможна и необходима.

Двуэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия осевого скелета (DXA) в настоящее время является наилучшим методом диагностики остеопороза и оценки риска переломов у женщин. Существует достаточная и полная доказательная база для подтверждения использования DXA центрального скелета при индивидуальной оценке пациентов.

Низкие показатели МПК наряду с возрастом пациента и другими факторами риска остеопороза являются основными предопределяющими наличие заболевания.

Наиболее точным методом оценки риска переломов и степени снижения МПК является определение её в поясничном отделе позвоночника и проксимальных отделах бедренных костей.

Наиболее точной оценкой остеопении является рентгеновская денситометрия, а не традиционная рентгенография или наличие факторов риска остеопороза.

При денситометрической оценке рекомендуется проводить исследование поясничного отдела позвоночника и одной или двух бедренных костей.

Применение денситометрического скрининга у всех женщин в период постменопаузы или у всех мужчин старше 50 лет не оправдано. В связи с этим целью нашего исследования является изучение ранней диагностики риска развития остеопороза с использованием лабораторных данных, которые могут стать не только ранним доказательством нарушения обмена в первую очередь кальция в организме, но и удешевить диагностику остеопороза в целом.

Для достижения поставленной цели нами будут проанализированы данные остеоденситометрии и их корреляция с лабораторными исследованиями жителей Мурманской области.

НОВЫЙ МЕТОД ЛАБОРАТОРНОЙ ДИАГНОСТИКИ АЛКОГОЛИЗМА: ОБОСНОВАНИЕ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ

Барковский Е.В.¹, Бутвиловский А.В.², Бутвиловский В.Э.³ (г. Минск, БГМУ, ¹ кафедра общей химии, ² кафедра стоматологии детского возраста, ³ кафедра биологии, e-mail: alexbutv@rambler.ru)

Abstract. In the research the substantiation of development of a new method of laboratory diagnostics of alcoholism is given and its stages are defined.

Одна из важнейших медицинских и социальных проблем современности – все возрастающее распространение алкоголизма во многих регионах мира, в том числе и в Республике Беларусь. В патогенезе алкоголизма большое значение имеет алкогольдегидрогеназная система – система первой метаболической трансформации этанола путем его окисления в ацетальдегид.

Научная гипотеза исследования

Один из изоферментов (класс 1С) алкогольдегидрогеназ (АДГ) обладает способностью катализировать 2 этапа окисления этанола – до ацетальдегида и далее до ацетата. Определение активности данного изофермента может служить основой более чувствительного и специфичного метода (по сравнению с ранее предложенными методами) лабораторной диагностики алкоголизма и оценки эффективности проводимого лечения, что нуждается в тщательном обосновании.

Цель исследования: обосновать разработку и предложить этапы нового метода лабораторной диагностики алкоголизма.

Материалы и методы

Проанализированы последовательности генов АДГ классов 3 (ENSG00000197894, www.ensembl.org) и 1С человека (NT_016354, www.dsi.univ-paris5.fr), соответствующие им последовательности мРНК и кодируемых белков. Выбор объектов исследования связан с тем, что данные изоферменты АДГ относятся к разным подклассам алкогольдегидрогеназ (Бутвиловский А.В. и соавт., 2006).

ГЦ-насыщенность (содержание гуанина и цитозина) определена при использовании пакета программ MEGA3 (2). Выравнивание последовательностей проведено с помощью программ ClustalW. Эволюционные дистанции и скорости эволюции вычислены по методу М. Кимуры (1). Р-дистанции вычислены по модифицированному методу Нея-Годжбори (Ina Y., 1995). Характер аминокислотных замен определен по калиброванной дистанции Грентсема (Johnson M., <http://www.abo.fi/fak/mnf/bkf/research/johnson/software.php>). Конформационная подвижность остова полипептидной цепи вычислена по методу В.В. Поройкова и соавт., 1980. Полученные результаты обработаны статистически.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ (грант №Б06М-060 от 1.04.2006 г.).

Результаты и обсуждение

Установлено, что профили ГЦ-насыщенности экзонов генов, кодирующих АДГ классов 1С и 3, отличаются, но достоверные отличия по ГЦ-насыщенности обнаруживаются лишь при сравнении их пятых экзонов (для АДГ1С – 56,8%, для АДГ3 – 42,4%, $p < 0,01$). Для подтверждения наблюдаемых различий сопоставлена ГЦ3-насыщенность (насыщенность гуанином и цитозином третьего положения кодонов) экзонов генов АДГ классов 1С и 3 человека. Профили ГЦ3-насыщенности изучаемых генов АДГ также отличаются и, сходно с профилями содержания гуанина и цитозина,

достоверные отличия обнаруживаются при сравнении их пятых экзонов (для АДГ1С – 66,2%, для АДГ3 – 32,5%, $p < 0,001$).

Выявленные отличия наводят на мысль о важности пятого экзона в структурно-функциональных отличиях двух изучаемых классов АДГ. Полученные результаты согласуются с таковыми, полученными при вычислении числа мутаций в соответствующих декапептидах участках мРНК, кодирующих АДГ классов 1С и 3 человека (нумерация проведена по АДГ1С, начиная с 16-го нуклеотида). Установлено наличие 2-х участков с высокой частотой мутаций, первый из которых (346–375) соответствует части пятого экзона, а второй (886–915) – седьмого экзона.

Известно, что наличие переменных участков может быть обусловлено как положительным отбором (закреплением в процессе эволюции замен аминокислот, дающих селективные преимущества), так и фиксацией нейтральных замен. Детально рассмотрим каждый из этих участков. При выравнивании соответствующих пятым экзонам участков аминокислотных последовательностей АДГ 1С и 3-го классов человека установлено, что их первичная структура сходна, а вторичная – несколько различается. Так, в области N-конца участка АДГ3, соответствующего пятому экзону, имеется α -спиральный фрагмент, который отсутствует в соответствующем участке АДГ1С. Наблюдаемые различия вторичной структуры, безусловно, сопряжены с изменениями третичной структуры и функции изучаемых ферментов. Действительно, рентгеноструктурным анализом показано, что аминокислотные остатки, соответствующие пятому экзону, участвуют в связывании субстратов. Остатки, занимающие 116, 117, 140, 141-е положения, входят в состав субстрат-связывающего пакета, а остаток Арг-115 АДГ3 связывает глутатион и омега-гидроксижирные кислоты (Engeland K. et al., 1993).

С крайней степенью осторожности мы полагаем, что в процессе эволюции происходил положительный отбор мутаций на N-конце соответствующего пятому экзону участка АДГ 1С и 3. Для выявления отбора определены синонимичная (число синонимичных замен в расчете на синонимичный сайт) и несинонимичная дистанции (число несинонимичных замен в расчете на несинонимичный сайт). При равных значениях d_S и d_N (или p_S и p_N) отбор в сравниваемых сайтах отсутствует. Преобладание значений d_S (p_S) свидетельствует о сильном очищающем отборе, а преобладание d_N (p_N) – о сильном положительном отборе аминокислотных замен, дающих селективные преимущества для организма (Roth C. et al., 2005). Как правило, значения d_S и d_N (или p_S и p_N) рассчитываются для всех кодонов гена или мРНК. Однако молекулярная адаптация в белке, находящаяся под давлением положительного отбора, часто встречается для немногих остатков и, возможно, только в отдельных линиях (родах). Каноническим примером данной ситуации принято считать положительный отбор аминокислотных остатков фермента, вовлеченных в связывание субстрата, при сильном очищающем отборе (высокой консервативности) остатков, составляющих активный центр. В этом случае соотношение d_N/d_S (или p_N/p_S) для всего белка может быть значительно меньше, чем 1. Поэтому в большинстве случаев, положительный отбор может быть доказанным только путем расчета сайт-специфических соотношений d_N/d_S (или p_N/p_S) (Emes R.D. et al., 2003).

Полученные соотношения p_N/p_S при сравнении всей последовательности изучаемых мРНК и их участков, соответствующих пятым экзонам, равны и являются достаточно низкими (0,38), что согласуется с данными, полученными другими исследователями (Liberles D.A. et al., 2001). Для десяти N-концевых кодонов участков сравниваемых мРНК, соответствующих пятым экзонам, соотношение несинонимичной и синонимичной дистанций значительно выше (0,88). Данное значение, однако, не превышает единицы. Именно по этой причине традиционное определение

положительного отбора с помощью доступных селекционных тестов оказалось невозможным.

При использовании общепринятой границы между наличием и отсутствием положительного отбора (соотношение несинонимичной и синонимичной дистанций, равное 1) часто не выявляются функционально значимые изменения белков (Crandall K.A. et al., 1999). Установлено, что при $0,6 < d_N/d_S < 1,0$ происходит ослабление функциональных ограничений, что позволяет предполагать наличие положительного отбора мутаций. В этой связи все потенциально эволюционирующие в режиме положительного отбора гены были разделены на две группы. В первую включены те их них, для которых $d_N/d_S > 1,0$ (гены, кодирующие CD3-рецепторы Т-лимфоцитов, белки главного комплекса гистосовместимости класса 2 и др.), а во вторую – те их них, для которых $0,6 < d_N/d_S < 1,0$ (гены, кодирующие рецептор пролактина, сывороточный препоальбумин и др.) (Liberles D.A. et al., 2001).

В пользу предположения о существовании положительного отбора свидетельствует и то, что в десяти выровненных N-концевых кодонах участков мРНК, соответствующих пятому экзону генов АДГ классов 1С и 3 человека, достоверно преобладают многошаговые мутации ($80,0 \pm 13,33\%$, $p < 0,01$). По средней физико-химической дистанции между 10-ю данными аминокислотными сайтами ($75,8 \pm 5,04$) достаточно сложно оценить характер замен (степень их консервативности и радикальности). Однако такие радикальные замены в данном функционально важном участке, как аргинина на аспарагиновую кислоту (в 116-м положении; нумерация по АДГ1С), лейцина на треонин (в 123-м положении) и пролина на глутамин (в 125-м положении), безусловно, могли закрепиться только в результате положительного отбора. Известно, что потеря положительно заряженного остатка аргинина в 115-м положении, необходимого для связывания отрицательно заряженной молекулы глутатиона, привела к полной утрате формальдегид-дегидрогеназной активности и способности активации жирными кислотами (Engeland K. et al., 1993). В этой связи следует отметить, что в АДГ 1Е лошади остаток Асп-115 не играет существенной роли в связывании субстрата, поскольку он закрыт остатком Лей-116 (Park D.H. et al., 1991). Понятно, что большое количество фиксированных замен аминокислот на участке 116-125 не могло не повлиять на конформационную подвижность главной цепи. Для количественного определения этого влияния нами вычислена средняя энтропия, приходящаяся на аминокислотные остатки, расположенные в положениях 116-125 АДГ классов 1С и 3 человека.

Установлено, что замены аминокислот в положениях 116-118 последовательности АДГ1С привели к росту средней энтропии, а следовательно, увеличению гибкости остова основной цепи. Появление остатка лейцина в 116-м положении (в результате замены Вал→Лей) позволило дифференцировать доступ и ретенцию различных по размеру субстратов в активный центр АДГ (благодаря наличию его двух конформационных состояний). Важно, что занимающие 116-е и 117-е положения остатки участвуют в формировании входа в субстрат-связывающий пакет, часто сравниваемый с горлышком бутылки из-за его малого диаметра. Большая подвижность данных остатков, по-видимому, обеспечивает его расширение, что способствует окислению больших по объему субстратов. Для сравнения следует отметить, что подвижность остатка валина в АДГ3 ограничена, так как разветвление его боковой цепи происходит у β -углеродного атома. Вместе с тем объем бокового радикала остатка Лей ($0,1134 \text{ нм}^3$) больше такового остатка Вал ($0,0863 \text{ нм}^3$), что привело бы к стерическим помехам его с С и D кольцами стероида. Однако данные помехи не возникают, поскольку в результате замен в 115-м (Арг→Асп) и 117-м положениях (Тре→Гли) происходит уменьшение объемов боковых радикалов

взаимозаменяемых аминокислотных остатков. Так, объем бокового радикала остатка аспарагиновой кислоты ($0,0584 \text{ нм}^3$) меньше такового остатка аргинина ($0,1257 \text{ нм}^3$), а остатка глицина ($0,0051 \text{ нм}^3$) – такового треонина ($0,0631 \text{ нм}^3$).

Поэтому значение данных замен заключается в том, что они обеспечивают возникновение выраженной способности АДГ1С окислять стероиды благодаря большей подвижности главной цепи и появлению дополнительного пространства в относительно небольшом субстрат-связывающем пакете. Можно полагать, что общей целью фиксации замен в участке АДГ1С 116-125, вероятно, была подстройка субстрат-связывающего пакета для улучшения взаимодействия и более эффективного окисления спиртов и стероидов. Вместе с тем изоферменту АДГ1С свойственно наличие уникальных (по сравнению с остальными алкогольдегидрогеназами) функциональных особенностей, заключающихся в способности катализировать реакцию дисмутации. В ходе этой реакции из двух молекул ацетальдегида образуются ацетат и этанол, который может быть вновь окислен как АДГ1С, так и другими АДГ. С определенной степенью осторожности мы полагаем, что положительный отбор мутаций в гипервариабельном участке 346-375 мРНК, кодирующих АДГ классов 1С и 3, также может быть связан и с возникновением вышеуказанной каталитической активности.

Известно, что общая активность пиразол-чувствительных алкогольдегидрогеназ в сыворотке крови у больных алкоголизмом женщин ($2,61 \pm 0,16 \text{ Е/л}$) достоверно ($p < 0,05$) выше таковой по сравнению с группой контроля ($0,37 \pm 0,06 \text{ Е/л}$) (Пронько П.С., 2005). С увеличением длительности заболевания первоначально наблюдается рост активности данных ферментов (от $2,45 \pm 0,70 \text{ Е/л}$ при давности менее 5 лет до $3,61 \pm 0,98 \text{ Е/л}$ при давности 5-10 лет), а затем снижение (до $1,85 \pm 0,40 \text{ Е/л}$ при давности более 10 лет). Автором также показана зависимость активности пиразол-чувствительных АДГ от количества ежемесячно потребляемого этанола. Так, активность данных ферментов при потреблении до 1 л алкоголя в месяц равна $1,01 \pm 0,40 \text{ Е/л}$, при потреблении 1,0-2,5 л в месяц – $2,85 \pm 0,80 \text{ Е/л}$ и при потреблении более 2,5 л в месяц – $3,50 \pm 0,96 \text{ Е/л}$. Активность альдегиддегидрогеназ у больных алкоголизмом, напротив, была достоверно ниже, чем в контрольной группе и оставалась пониженной после лечения. Возникающий в результате дисбаланс между активностью ферментов наработки и окисления ацетальдегида при хронической алкогольной интоксикации приводит к повышению содержания в крови токсичного ацетальдегида. В связи с этим для диагностики алкоголизма было предложено определение активности альдегиддегидрогеназы (чувствительность – 90,2%, специфичность – 84,2%) и алкогольдегидрогеназы (чувствительность – 74,5%, специфичность – 86,2%) в сыворотке крови (Пронько П.С., 2005). В этом аспекте необходимо отметить, что в литературе отсутствует информация об активности АДГ1С при алкоголизме. Способность АДГ1С катализировать два этапа окисления этанола, а также полученные данные о высокой вероятности положительного отбора мутаций в этом изоферменте позволяют предположить, что определение активности АДГ1С может выступать в качестве более чувствительного и специфичного маркера для диагностики алкоголизма. На основании вышеизложенных фактов предполагается разработка метода определения активности АДГ1С для диагностики, определения степени тяжести и оценки проводимого лечения алкоголизма.

Аминокислоты, соответствующие второму вариабельному участку, не выполняют какой-либо важной функции (Niederhut M.S. et al., 2001). Следовательно, большинство возможных аминокислотных замен являются приемлемыми и селективно нейтральными. Поэтому замены нуклеотидов (и, соответственно, аминокислот) в данном участке, по-видимому, происходили в режиме нейтральной эволюции.

Заключение

На основании вышеизложенных фактов предполагается разработка метода определения активности АДГ1С для диагностики, определения степени тяжести и оценки эффективности проводимого лечения алкоголизма. Данная разработка предполагает следующие этапы: 1) выделение данного изофермента; 2) иммунизация лабораторных животных для получения антител; 3) иммуноферментное определение содержания алкогольдегидрогеназы класса 1С в сыворотке крови.

Литература

1. Kimura M. A simple method for estimating evolutionary rate et base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences / M. Kimura // J. Mol. Evol. – 1980. – Vol. 16. –P.111–120.
2. MEGA3: Integrated software for molecular evolutionary genetics analysis and sequence alignment / S. Kumar, K. Tamura, M. Nei // Brief. Bionform. – 2004. – Vol.5. – P.150–163.

О МУТАЦИОННОМ ДАВЛЕНИИ В МАТРИЧНЫХ РНК, КОДИРУЮЩИХ РЯД ФЕРМЕНТОВ ДЫХАТЕЛЬНОЙ ЦЕПИ ХОРДОВЫХ

Бутвиловский В.Э.¹, Давыдов А.В.¹, Бутвиловский А.В.²,
Давыдов В.В.¹ (г. Минск, БГМУ, ¹ кафедра биологии, ² кафедра
стоматологии детского возраста, e-mail: alexbutv@rambler.ru)

Abstract. We have analyzed mRNAs encoding line of respiratory chain's enzymes (subunit 1 of NADH-dehydrogenase, cytochrome *b*, subunit 1 of cytochrome-*c*-oxidase, subunit 6 of ATP-synthase) of mammals, birds, reptiles, amphibians, fishes, lancelet and *C. elegans* (as a control). It has been determined that evolutionary changes of studied mRNA's nucleotide composition have happened under the influence of directed GC-pressure. Mutational pressure in studied mRNAs has tendency to increase in the line from lancelet to man.

В 60-е годы XX века Н. Суеока разработал первичный вариант теории мутационного давления, согласно которой основной причиной возникновения генных мутаций является направленное мутационное давление (9).

Мутационное давление – фактор молекулярной эволюции, дающий материал для естественного отбора и обусловленный повышенной частотой возникновения и фиксации замен А и Т на Г и Ц относительно частоты возникновения и фиксации замен Г и Ц на А и Т (ГЦ-давление), или наоборот (АТ-давление).

Общим проявлением мутационного давления является закономерное снижение или повышение уровня ГЦ-насыщенности генома (или хромосомы) в ряду поколений. Наиболее вероятными причинами возникновения мутационного давления являются ферментативное и спонтанное дезаминирование нуклеотидов, а также возникновение ошибок в процессе репликации и репарации ДНК. Мутационное давление определяет стратегию кодирования белка в мРНК (ДНК) и аминокислотный состав белка (1, 2, 4). Показатель мутационного давления может рассчитываться как для всей молекулы нуклеиновой кислоты в целом, так и по отдельным положениям нуклеотида в кодоне (8).

Актуальность настоящего исследования связана с отсутствием данных по мутационному давлению в мРНК, кодирующих митохондриальные белки хордовых животных.

Цель исследования: установить мутационное давление в мРНК, кодирующих ряд ферментов дыхательной цепи хордовых различных таксономических групп.

Задачи исследования:

1. Определить направленность мутационного давления в мРНК, кодирующих ряд ферментов дыхательной цепи различных животных.
2. Охарактеризовать тенденцию изменения мутационного давления в изучаемых мРНК в процессе эволюции.

Материалы и методы

В качестве материалов исследования использованы взятые из базы данных NCBI (National Center for Biotechnology Information, (5)) нуклеотидные последовательности мРНК, кодирующих ряд ферментов дыхательной цепи (субъединицу 1 НАДН-дегидрогеназы (НАДН-ДГ1), цитохром *b*, субъединицу 1 цитохром-*c*-оксидазы (ЦО1), субъединицу 6 АТФ-синтазы) следующих животных:

- приматов (человека, *Homo sapiens*, NCBI: NC_001807; шимпанзе, *Pan troglodytes*, NCBI: NC_001643; бабуина, *Papio hamadryas*, NCBI: NC_001992),
- парнокопытных (быка, *Bos indicus*, NCBI: NC_005971; козла, *Capra hircus*, NCBI: NC_005044; свиньи, *Sus scrofa*, NCBI: NC_000845),
- непарнокопытных (лошади, *Equus caballus*, NCBI: NC_001640),
- хищных (кошки, *Felis catus*, NCBI: NC_001700; медведя, *Ursus arctos*, NCBI: NC_003427; собаки, *Canis familiaris*, NCBI: NC_002008),
- грызунов (крысы, *Rattus norvegicus*, NCBI: NC_001665; мыши, *Mus musculus*, NCBI: NC_005089; белки, *Sciurus vulgaris*, NCBI: NC_002369),
- зайцеобразных (кролика, *Oryctolagus cuniculus*, NCBI: NC_001913),
- птиц (петуха, *Gallus gallus*, NCBI: NC_001323),
- рептилий (аллигатора, *Alligator mississippiensis*, NCBI: NC_001922),
- земноводных (лягушки, *Xenopus laevis*, NCBI: NC_001573),
- рыб (данио, *Danio rerio*, NCBI: NC_002333),
- ланцетника (*Branchiostoma floridae*, NCBI: NC_000834),
- круглых червей (цианорабдитис, *Caenorhabditis elegans*, NCBI: NC_001328).

Для определения мутационного давления проведены попарные выравнивания (с использованием пакета ClustalW (3, 10)) каждой из изучаемых последовательностей с таковыми, кодирующими аналогичные белки цианорабдитис (контроль). Число различных видов нуклеотидных замен, произошедших в ходе эволюции, определены с помощью пакета программ MEGA 3.1 (6, 7).

Мутационное давление (μ_D) определено по методу Н.Суеоки (8):

$$\mu_D = u : (u + v),$$

где u – общее число замен аденина или тимина (урацила) на гуанин или цитозин (замены аденин \rightarrow гуанин, аденин \rightarrow цитозин, тимин (урацил) \rightarrow гуанин, тимин (урацил) \rightarrow цитозин), v – общее число замен гуанина или цитозина на тимин (урацил) или аденин (замены гуанин \rightarrow аденин, гуанин \rightarrow тимин (урацил), цитозин \rightarrow аденин, цитозин \rightarrow тимин (урацил)).

Результаты и обсуждение

В таблице представлены значения мутационного давления для мРНК, кодирующих НАДН-ДГ1, цитохром *b*, ЦО1 и АТФ-синтазу 6.

Известно, что если показатель μ_D меньше 0,5, то нуклеотидный состав последовательностей изучаемых молекул РНК или ДНК находятся под влиянием направленного АТ-давления. Если μ_D больше 0,5, то нуклеотидный состав последовательностей изучаемых молекул РНК или ДНК находятся под влиянием направленного ГЦ-давления. Если $\mu_D = 0,5$, то нуклеотидный состав последовательностей изучаемых молекул РНК или ДНК находятся в равновесии с мутационным давлением.

При анализе приведенных в таблице данных установлено, что значения мутационного давления в молекулах мРНК, кодирующих субъединицу 1 НАДН-дегидрогеназы, цитохром *b*, субъединицу 1 цитохром-*c*-оксидазы и субъединицу 6 АТФ-синтазы, превышают 0,5. Это свидетельствует о том, что эволюционные изменения нуклеотидного состава изучаемых мРНК происходили под влиянием направленного ГЦ-давления.

Таким образом, в данных мРНК частота возникновения и фиксации замен аденина и урацила на гуанин и цитозин превышает частоту замен гуанина и цитозина на аденин и урацил, что в конечном итоге в ходе эволюции приводит к увеличению ГЦ-содержания в мРНК и, следовательно, в соответствующих участках ДНК.

Таблица. Мутационное давление в мРНК, кодирующих субъединицу 1 НАДН-дегидрогеназы, цитохром *b*, субъединицу 1 цитохром-*c*-оксидазы, субъединицу 6 АТФ-синтазы.

Организм	Мутационное давление в мРНК, кодирующих			
	НАДН-ДГ1	цитохром <i>b</i>	ЦО1	АТФ-синтазу 6
<i>Homo sapiens</i>	0,808	0,778	0,797	0,770
<i>Pan troglodytes</i>	0,780	0,772	0,791	0,758
<i>Papio hamadryas</i>	0,761	0,767	0,772	0,764
<i>Bos indicus</i>	0,745	0,741	0,747	0,721
<i>Capra hircus</i>	0,734	0,731	0,742	0,721
<i>Sus scrofa</i>	0,754	0,734	0,743	0,705
<i>Equus caballus</i>	0,768	0,771	0,771	0,736
<i>Felis catus</i>	0,762	0,746	0,738	0,724
<i>Ursus arctos</i>	0,756	0,764	0,751	0,752
<i>Canis familiaris</i>	0,750	0,740	0,718	0,723
<i>Rattus norvegicus</i>	0,766	0,754	0,731	0,716
<i>Mus musculus</i>	0,746	0,708	0,713	0,672
<i>Sciurus vulgaris</i>	0,719	0,718	0,692	0,687
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	0,757	0,746	0,744	0,721
<i>Gallus gallus</i>	0,803	0,796	0,790	0,780
<i>Alligator mississippiensis</i>	0,784	0,753	0,773	0,758
<i>Xenopus laevis</i>	0,713	0,697	0,689	0,679
<i>Danio rerio</i>	0,731	0,706	0,703	0,668
<i>Branchiostoma floridae</i>	0,728	0,671	0,684	0,661

С наличием такого направления мутационного давления в изученных мРНК связано увеличение количества водородных связей в комплементарных цепочках молекулы ДНК за счет образования трех водородных связей между гуанином и цитозином (а не двух, как между аденином и тиминном), а значит и термодинамическая стабилизация ее структуры.

Установлено наличие тенденции роста значений мутационного давления в изученных мРНК в ряду от ланцетника до человека. Так, μ_D в мРНК, кодирующей субъединицу 1 НАДН-дегидрогеназы ланцетника, составляет 0,728, рыбы – 0,731, мыши – 0,746, собаки – 0,750, медведя – 0,756, кошки – 0,762, лошади – 0,768, шимпанзе – 0,780 и человека – 0,808.

Выпадение отдельных значений мутационного давления из данного ряда (например, в мРНК, кодирующей данный белок петуха, μ_D составляет 0,803), по-видимому, связано с погрешностями используемых в настоящее время методик выравнивания последовательностей и/или наличием видовых особенностей мутационного процесса.

Аналогичная динамика мутационного давления прослеживается и в мРНК, кодирующих цитохром *b*, субъединицу 1 цитохром-*c*-оксидазы и субъединицу 6 АТФ-синтазы.

Увеличение значения мутационного давления в филогенетическом ряду, по-видимому, связано с увеличением продолжительности его действия как фактора молекулярной эволюции, поскольку эволюционный возраст филогенетически более поздних видов гораздо больше (более длительное воздействие данного фактора), чем эволюционный возраст филогенетически более ранних видов (менее длительное воздействие данного фактора).

Выводы

1. Эволюционные изменения нуклеотидного состава изученных мРНК, кодирующих субъединицу 1 НАДН-дегидрогеназы, цитохром *b*, субъединицу 1 цитохром-*c*-оксидазы, субъединицу 6 АТФ-синтазы, происходили под влиянием направленного ГЦ-давления.

2. Для значений мутационного давления в изученных мРНК характерна тенденция роста в ряду от ланцетника до человека.

Перспективным является продолжение начатых исследований с определением и анализом мутационного давления для большего количества мРНК, соответствующих митохондриальным белкам.

Литература

1. Барковский Е.В., Хрусталеv В.В. Мутационное давление, предпочтительность использования кодонов и аминокислотный состав полных протеомов двухцепочечных РНК-вирусов // Актуальные вопросы молекулярной эволюции и биохимии: материалы республ. конф., посвящ. 75-летию со дня основания каф. общей химии БГМУ / под ред. Е.В. Барковского. – Минск: БГМУ. – 2006. – С. 27–30.
2. Бутвиловский А.В., Барковский Е.В., Ачинович О.В., Бутвиловский В.Э. Изменения в процессе эволюции мутационного давления в последовательностях мРНК, кодирующих алкогольдегидрогеназы класса 3 хордовых животных // Медицинский журнал. – Минск, 2007. – №1. – С. 22–25.
3. Бутвиловский А.В., Барковский Е.В., Бутвиловский В.Э. Выравнивание аминокислотных и нуклеотидных последовательностей // Медицинский журнал. – Минск, 2007. – №1. – С. 25–27.
4. Хрусталеv В.В., Барковский Е.В. Модель совместного влияния естественного отбора и мутационного давления на аминокислотный состав белков и использование кодонов в мРНК у бактерий // Медицинский журнал. – 2006. – №1. – С. 101–105.
5. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
6. Kumar S., Tamura K., Nei M. MEGA3: Integrated software for molecular evolutionary genetics analysis and sequence alignment // Brief. Bioinform. – 2004. – Vol.5. – P.150–163.
7. Nei M., Kumar S. Molecular Evolution and Phylogenetics. - Oxford University Press, New York, 2000.
8. Sueoka N. Directional mutation pressure and neutral molecular evolution // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1988. – Vol. 85. – P. 2653–2657.
9. Sueoka N. On the genetic basis of variation and heterogeneity of DNA base composition // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1962. – Vol. 48. – P. 582–592.
10. Tompson J.D., Higgins D.G., Gibson T.J. //Nucl. Acids Res.. – 1994. – Vol. 22. – P. 4673–4680.

ЛЕКАРСТВЕННАЯ БОЛЕЗНЬ

Ключко Е.В. (ФГОУ ВПО "МГТУ", кафедра биохимии)

Abstract. Medicinal illness - the concept uniting the broad audience of pathological effects of medical products, dependent or independent of a dose which arise at their application with the therapeutic purpose. In opinion of lines of authors these conditions would be more correct to name collateral reactions of medical products or undesirable effects of medical products.

Большинство современных лечебных средств представляют собой вещества с исключительной биологической активностью. Они могут оказать влияние в том или ином направлении и в той или иной степени на механизмы регуляции жизненных процессов - синтез и распад энзимных систем, проницаемость клеточных оболочек, на обменные процессы внутри органелл, на генетическое кодирование. Нередко лечебные эффекты современных лекарств обуславливаются ингибированием важных жизненных процессов, что может выйти за пределы полезного и оказать вредное действие. Сами по себе высокая активность и специфичность современных лекарств кроют опасность при их неправильном, а даже и при правильном применении для возникновения побочных вредящих эффектов.

Широкая популяризация медицинских знаний и свойств новых лечебных средств, действительно «чудодейственное» влияние некоторых из них, массовое производство препаратов и сопровождающая их реклама, все это привело к чрезвычайно бескритическому использованию современных лекарств как врачами, так и самими больными. Чрезмерное доверие к антибиотикам, кортикостероидным гормонам, психофармацевтическим средствам и антигистаминам, что наблюдается в клинической и лечебной практике теперь, создает весьма упрощенную схему современного лечения, которая отражается и на самих больных.

Еще нет общепризнанных критериев для определения распространения и учета этих поражений. По самым общим данным считают, что лекарственные поражения отмечаются приблизительно у 7% леченных фармакотерапевтическими средствами.

В ряде случаев лекарственные средства могут изменить клинический облик и эволюцию основного заболевания, по поводу которого они назначены. Эти изменения выражаются различно. В одних случаях наступает хронификация процесса с наступающей затем устойчивостью к терапии; в других - изменяются соотношения между разными клиническими формами; в третьих случаях - к основному заболеванию в результате лекарственной терапии присоединяются сверхинфекции, какой является, например, лекарственный кандидоз; в четвертых, может развиваться совсем новое, второе «индуцированное» заболевание.

Каждый орган и каждая система в организме может быть и модератором и эффектором лекарственного поражения; расщепление и обезвреживание лекарственных средств происходит в той или иной форме и степени в каждой клетке организма. Большинство современных лекарственных средств обычно поражают более одного органа или систему, а в своей динамике эти поражения могут существенно изменяться по локализации, выраженности и исходу. Но все же в зависимости от характера заболевания, по поводу которого проводится данное лекарственное лечение, от преимущественно применяемых при разных болезнях лекарственных средств, от последовательного пути, по которому данное лекарство вступает в контакт с разными органами и системами организма, и от физиологической специфики разных органов и систем наблюдаются различные как по времени, так и по виду и частоте лекарственные

поражения, которые на данном этапе своего проявления локализуются исключительно или преимущественно и наиболее ярко в данном органе или системе.

Поражения кожи лекарствами особенно интересны для врача ввиду их частоты и диагностического значения. Такие поражения могут наступить в результате воздействия медикаментов на клеточные структуры в дерме (клетки, составляющие ретикуло-эндотелиальную систему кожи), мастоциты, сосудистую и нервную системы, железистые органоды кожи (потовые железы и волосяные фолликулы), на основное вещество, жировую ткань и волокнистые структуры дермы, на энзимные системы и процессы, обуславливающие основную функцию эпидермиса (кератопоз), путем прямого или косвенного воздействия на белковый, углеводный и жировой обмен в организме и коже, путем воздействия на иммунные процессы и реактивность кожи, путем участия кожи в самом обмене лекарственных веществ.

Выделяют следующие основные механизмы, по которым могут развиваться лекарственные повреждения кожи:

1. В результате биологической несовместимости лекарственных средств с входящими в состав кожи живыми клетками и тканевыми субстратами и воздействия на химический и биохимический состав, особенно путем нарушения так называемой кислотной мантии кожи. Такой тип повреждения наблюдается особенно часто при наружном применении лекарственных средств.

2. В результате воздействия на гистогенез и морфогенез кожи - при наружном и внутреннем применении медикаментов и лечебных средств (смолы, красители, радиоактивные изотопы, цитостатики и др.).

3. Вследствие угнетения, вплоть до полного прекращения клеточной реактивности кожи, приводящего к нарушению протеинового синтеза, образования антител, угнетению энзимных систем, синоптической передачи; к таким результатам могут привести местное и общее лечение стероидными гормонами, анаболическими и антимиотическими средствами.

4. В результате аллергической сверхчувствительности к огромному числу лечебных средств для местного и общего применения.

5. Путем, непосредственного повреждения структурных элементов кожи, приводящего к образованию аутоаллергенов и аутоаллергизации, при использовании сульфаниламидов, вазодепрессоров и других лечебных средств.

Повреждения кожи можно наблюдать как дополнительное явление при первичном нарушении гемопоэза или в связи с наступающими вторичными гипо- и авитаминозом, или в результате выделения в ткани биологически активных веществ (лейкотоксин, экссудин, некрозин, пирексин, разные сосудисто-активные вещества, лейкопенические и лейкоцитозные факторы, другие полипептидные и полисахаридные факторы), при лечении хлорнитромицином, другими антибиотиками, сульфаниламидами, препаратами барбитуратов, золота и др.

6. Вследствие развития так называемых явлений суперинфекции (кандида-инфекции, кокковые и другие вирусные инфекции) при длительном применении антибиотиков широкого спектра действия и химиотерапевтических средств. В одной части случаев имеет место хронификация инфекций (которые послужили поводом для подобного лечения), в другой - резистентность к применяемым средствам, в третьих - развитие днсбактериоза, а в четвертых - так называемый биотропизм, т. е. непосредственное активирование латентных инфекций под влиянием лечения антибиотиками или другими средствами. Биотропические эффекты наблюдаются чаще всего при применении солей тяжелых металлов (висмута, мышьяка, серебра, золота).

7. В результате активирования латентных генетических дефектов и бездействия на митотическую активность клеток.

8. Лекарственные повреждения кожи могут быть также результатом так называемой реакции Яриша-Герксгеймера, так называемого нитроидного криза, реализации в коже феномена Санарелли-Шварцмана, выделения лекарств через сальные каналы волос.

Таким образом, лекарственные поражения кожи могут возникнуть в связи со всеми известными механизмами вредного влияния медикаментов на различные структурные элементы и функциональные отправления органов и систем организма. Помимо этого, существуют также и специфические механизмы, обуславливающие медикаментозное поражение кожи. Медикаментозное поражение кожи можно наблюдать не только при применении лекарств с целью лечения дерматологического заболевания, но и при любом применении лекарства. Именно поэтому лекарственные поражения кожи наблюдаются чаще всего. В одних случаях они появляются и ограничиваются исключительно на коже. В других случаях развиваются несоподчиненные, одновременные поражения кожи и других органов и систем. В третьих случаях дерматологическая симптоматика появляется только как дополнительная к (преимущественно) пораженным другим органам и системам. Однако во всех случаях дерматологические симптомы лекарственной болезни, несмотря на то, что они могут быть неспецифическими в отношении вызвавших их лечебных средств, при дифференциальном, диагнозе их с различными кожными заболеваниями оказываются в большинстве случаев относительно специфическими и позволяют раньше других симптомов и наиболее точно направить диагностическое мышление на вероятную лекарственную болезнь.

Литература

1. Лекарственная болезнь / под ред. Маждракова Г. – София : Медицина и физкультура, 1970. – 624 с.
2. Пидевич, И.Н. Современные проблемы фармакологии, Киев, 1971. – 211 с.
3. Шамарин, П.И. О побочных явлениях лекарственной терапии. – М. : Медицина, 1966.

ПРИЧИНЫ И ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ ОСТЕОХОНДРОЗА

Кривенко О.Г. (МГТУ, кафедра биохимии)

Abstract. The osteochondrosis is the disease described by defeat of intervertebral disks, the copular device of a backbone. In the modern world the osteochondrosis suffer from 40 up to 80 % of inhabitants of globe. 70-80 % of all adult population constantly or periodically suffer from a pain in a back.

В современном мире остеохондрозом страдают от 40 до 80 % жителей земного шара. 70-80 % всего взрослого населения постоянно или периодически страдают от боли в спине.

В основном заболевание поражает людей старше 30 лет, но иногда первые симптомы появляются у 15 - 20 летних. В настоящее время выделяют детский остеохондроз.

В основном, заболевают люди в социально активном возрасте, длится болезнь долго, склонна к рецидивам, поэтому наносит значительный урон обществу. Женщины болеют чаще, чем мужчины, но у мужчин заболевание протекает тяжелее.

Остеохондроз - это заболевание, характеризующееся поражением межпозвоночных дисков, прилежащих тел позвонков, связочного аппарата позвоночника.

Развитие остеохондроза - это плата за прямохождение. Ни один из четвероногих не страдает этим недугом.

Величина нагрузки, сжимающей два позвонка, в большой мере зависит от положения тела. Наименьшая нагрузка на позвоночник в положении лежа. В положении стоя она увеличивается в 2,5 раза, а при наклоне туловища вперед - в 10 раз.

При поднятии тяжести нагрузка на позвоночник возрастает значительно. Если при этом спина наклонена вперед, можно умножить эту цифру на 10. Если на межпозвоночный диск действует большая сила, он травмируется, деформируется, начинает давить на лежащие вблизи нервы и сосуды, повреждая их. В результате нарушается кровоснабжение головного мозга (проявления - головокружение, головная боль) и иннервация внутренних органов.

Если диск начал разрушаться, он теряет свойства полноценного амортизатора. Это приводит к повреждению костной структуры позвонков, края их становятся острыми, зазубренными, на них появляются наросты - остеофиты. Постепенно позвоночник теряет свою гибкость.

При повреждении связочного аппарата появляется возможность для образования грыж. Особенно опасно проникновение диска в просвет костного канала позвоночника, в котором находится спинной мозг.

При остеохондрозе уменьшается размер отверстий, через которые выходят нервы, берущие начало от спинного мозга. Это еще одна причина возникновения болей. Если нервы долго находятся в ущемленном состоянии, часть их волокон погибает, как следствие этого наблюдается выпадение чувствительности на отдельных участках кожи, начинают атрофироваться мышцы.

Симптомы проявления остеохондроза могут быть различными, и выраженность их может быть не одинакова:

- раздражение вегетативных нервных волокон;
- компрессия (сдавление), асептическое (безмикробное) воспаление и отек нервного корешка;

- мышечно-тонические реакции (в процесс вовлекаются мышцы; часть из них атрофируется, а часть находится в состоянии повышенного тонуса);
- вегето-сосудистые расстройства (похолодание и онемение кистей рук, ног);
- присоединение психических нарушений.

Почему же возникает остеохондроз?

Остеохондроз позвоночника считается полиэтиологическим заболеванием, то есть результатом воздействия многих факторов. В возникновении заболевания можно выделить основные причины:

1. Инфекционная теория. Причиной поражения корешков можно считать различные острые и хронические инфекции (грипп, туберкулез, сифилис, ревматизм). Некоторые авторы считают, что остеохондроз позвоночника развивается после возникновения инфекционного поражения в межпозвонковых дисках и окружающих тканях.

Однако, во-первых, инфекционное заболевание или переохлаждение могут приводить просто к проявлению уже имеющегося остеохондроза позвоночника. Во-вторых, они могут вызвать местный спазм артерий и нарушение кровоснабжения позвоночника, что приводит к отеку нервных корешков и возникновению болей. В-третьих, хирурги, оперировавшие больных с остеохондрозом позвоночника, не находили инфекционно-воспалительных изменений в межпозвонковых дисках. При остеохондрозе не выявлено воспалительных изменений в крови и спинномозговой жидкости, а также нет повышения температуры тела.

2. Иммуно-аллергическая теория. Вследствие каких-то причин происходит дегенерация (разрушение, «перерождение») межпозвонкового диска. В кровь поступают продукты распада, которые становятся чужеродными организму и на них могут образовываться аутоантитела.

Еще одно объяснение образованию аутоантител - в организме человека клетки некоторых органов (мозг, щитовидная железа, хрусталик глаза, семенники, хрящевая ткань межпозвонковых дисков) формируются изолированно от иммунной системы организма и сохраняют свою чужеродность. Попадание веществ этих клеток в кровь при их травматическом или инфекционном повреждении вызывает образование противотканевых антител и аутоиммунное заболевание. Это подтверждают проведенные исследования.

У подавляющего большинства больных остеохондрозом в крови и спинномозговой жидкости были обнаружены противодисковые антитела.

Однако иммунологические изменения в крови у больных с остеохондрозом позвоночника развиваются, как правило, не в первое, а в последующие обострения. К тому же они имеются не у всех больных. Согласно более поздним данным, иммунологические изменения у больных остеохондрозом позвоночника могут оказывать влияние лишь на формирование клинических проявлений заболевания, а не на его возникновение.

3. Травматическая теория (механическая). В развитии заболевания имеет значение не столько острые травмы и ушибы позвоночника, сколько микротравмы:

- тяжелый физический труд с выполнением рывковых неадаптированных движений, без достаточного отдыха, особенно в неудобной рабочей позе;
- работа, связанная с тряской, вибрацией (шоферы, мотористы),
- сидячим положением (бухгалтеры, школьники),
- длительным сохранением вынужденной позы (машинистки, маляры);
- неправильная осанка, неправильная походка и другие двигательные стереотипы.

При острой травме позвоночника обычно появляется небольшое смещение межпозвонковых суставов, которое может послужить началом возникновения

дегенеративных изменений в позвоночнике. Перегрузки определенных сегментов позвоночника способствуют развитию изменений в межпозвоночных дисках. Однако одних лишь механических нагрузок для формирования остеохондроза позвоночника недостаточно.

4. Наследственная теория. Родители могут передать своему ребенку походку, осанку, при которых нагрузка на позвоночник распределяется неравномерно, в результате чего повреждаются межпозвоночные диски. Получить по наследству можно и особенности строения хрящевой ткани, особенности ее физико-химических свойств, в результате чего межпозвоночный диск будет хуже переносить нагрузку, легче повреждаться.

Обращают на себя внимание следующие факторы:

- остеохондроз позвоночника - по сути, процесс старения позвоночника, а старение заложено на генетическом уровне;
- остеохондроз позвоночника часто сочетается с различными дисплазиями, то есть неправильностями развития костной системы: неправильная форма кистей и стоп, недоразвитие пальцев ног, диспропорциональное развитие рук и туловища, и др.
- остеохондроз позвоночника обычно не зависит от рода занятий и встречается одинаково часто у лиц различных профессиональных групп.

Чаще встречается зависимость от принадлежности к определенной этнической группе. Самое раннее развитие болезни отмечено у африканских негров.

5. Биоэлектрическая теория развития остеохондроза позвоночника предполагает, что травмы, перегрузки, перепады температур создают инверсию векторных сил биоэлектрических полей в тканях межпозвоночного диска. Смена направленности векторов поляризации изменяет активность ферментных систем, что в последующем приводит к дистрофии. Гипотеза нова и интересна, но еще не проверена.

6. Функциональная теория. Ее сторонники большое значение в развитии остеохондроза позвоночника придают изменениям функционирования мышечного аппарата позвоночника. Всех людей можно разделить на «ловких» и «неловких».

У так называемых неловких наблюдаются нарушения подвижности суставов. В результате приобретенных нарушений функционирования мышцы, расположенные в одной плоскости, сокращаются неравномерно. Это способствует возникновению зон повышенного давления. Часто повторяющиеся нагрузки приводят к формированию дистрофических изменений в межпозвоночном диске. Однако и эта теория не может объяснить все случаи заболевания, так как у многих «неловких» остеохондроз не развивается и, наоборот, иногда он возникает у «ловких» пациентов.

7. Мультифакторная теория. Ни одна из выше предложенных теорий не может полностью объяснить развитие заболевания. Поэтому в последнее время выдвинута теория о мультифакториальной (многофакторной) природе остеохондроза позвоночника. Для развития остеохондроза необходима генетическая предрасположенность, а для его проявления — воздействие различных факторов - внешних и внутренних.

К эндогенным относят конституциональные варианты, аномалии развития позвоночника, особенности функционирования двигательной системы, сопутствующие заболевания позвоночника и других органов.

К экзогенным - физические, биохимические и инфекционные. Таким образом, остеохондроз позвоночника развивается при наличии двух условий:

1) явления декомпенсации в трофических (питающих) системах, которые могут быть обусловлены сопутствующими заболеваниями, действием внешних факторов, наследственными причинами и т. д.

2) локальных перегрузок позвоночника, которые возникают под действием нагрузок в быту и на производстве, из-за врожденных особенностей строения опорно-двигательного аппарата, особенностей функционирования мышечного аппарата, сопутствующих или перенесенных заболеваний, которые приводят к нарушениям в цепи «позвоночник - нижние конечности».

В проявлении остеохондроза позвоночника выделяют следующие основные синдромы:

- вертебральный (позвоночный),
- мышечный,
- сосудистый (нейрососудистый),
- невралный.

Мышечный, нейрососудистый, невралный всегда формируются на фоне вертебрального, но проявляются вне позвоночника.

Основным проявлением вертебрального синдрома является боль.

Основное проявление мышечного синдрома - нарушение осанки, вынужденное положение тела при ходе, в положении сидя, которое уменьшает болевой синдром.

Проявлением сосудистого синдрома является нарушение строения стенки сосуда, как следствие ухудшение питания тканей позвоночника и усугубление дегенеративных проявлений в нем.

Невралные синдромы проявляются патологией как центральной нервной системы, так и периферической. Среди поражений центральной нервной системы выделяют патологию головного мозга (энцефалопатия) и патологию спинного мозга (миелопатия), которые развиваются при сдавлении и нарушении кровообращения. Из поражений периферической нервной системы выделяют корешковую патологию (радикулопатии) и поражения ганглиев (узлов симпатического ствола), развивающиеся при действии сдавления, воспаления, нарушений фиксации, нарушений кровообращения.

Литература

1. Епифанов, В.А. Остеохондроз позвоночника. М. : Медпресс-информ. 2008, 272 с.
2. Боренштейн, Д.Г., Визель, С.В., Боден, С.Д. Боли в шейном отделе позвоночника. Диагностика и комплексное лечение. М. : Мед., 2005, 792с.
3. Котешева, И. Остеохондроз позвоночника. Лечение, профилактика. Советы практикующего врача. М. : Мед., 2004, 208 с.
4. Фищенко, В.Я., Мартыненко, Т.Ф., Шаргородский, В.С., Швец, В.А. Консервативное лечение остеохондроза позвоночника. М. : Мед., 1989, 168 с.
5. Курпан, Е.А. Таламбум, Л.Л. Силин "Движения против остеохондроза позвоночника" – М : Физкультура и спорт, 1987.

РАСТВОРИМЫЕ ФОРМЫ АЗОТА В ВОДОЕМАХ Г. МУРМАНСКА

Лебедева А.С. (ФГОВПУ «МГТУ», кафедра биохимии)

Abstract. The nitrogen, the phosphorus and the silicon apply to the nutrients. They take pass separate importance in lives of the rivers and lakes. In this article talk about different form nitrogen content's in to the freshwater lakes and rivers.

Азот, фосфор и кремний относятся к биогенным элементам. Они принимают особое значение в развитии жизни водоемов. (1) Азот и фосфор входят в состав тканей каждого живого организма, а кремний является важным компонентом растительных клеток. Роль этих элементов в природных водах очень велика, без них не могли бы развиваться микроорганизмы, водные растения, а также и животные. И как следствие, концентрации биогенных элементов всецело зависят от жизненных циклов живых организмов, интенсивности биохимических и биологических процессов, происходящих в водоемах. В данной статье рассматривается содержание различных форм азота в пресноводных водоемах.

Азот содержится в природных водах в виде неорганических и органических соединений.

Неорганические вещества в воде представлены аммонийными NH_4^+ , нитритными NO_2^- и нитратными NO_3^- ионами. Эти соединения сходны по происхождению и взаимно переходят одно в другое, поэтому рассматриваются, как правило, в комплексе.

В органических соединениях азот содержится в составе белков в тканях организмов и в продуктах их распада, таких, как сами отмершие организмы и продукты их жизнедеятельности. В водоемах органические азотсодержащие вещества находятся в виде взвесей, коллоидов и в растворенной форме (1), что определяется биологическими и биохимическими процессами распада организмов.

Неорганические соединения азота, образующиеся в процессе распада органических соединений совершенно необходимы растениям. Они усваиваются в процессе фотосинтеза и включаются в состав их тканей, а затем по пищевым цепям входят и в состав тканей животных организмов. Наличие либо отсутствие неорганических соединений азота в воде регулирует процессы роста и развития живых организмов. Отсутствие ионов азотсодержащих неорганических соединений может полностью остановить рост растений в водоеме.

Процесс распада органических азотсодержащих соединений с помощью биохимических реакций до неорганических соединений, называется регенерацией биогенных элементов.

Аммиак является конечным продуктом минерализации органических соединений. Ионы аммония усваиваются растительными организмами в процессе фотосинтеза, а также, в присутствии кислорода, могут быть окислены до нитритов и нитратов с помощью бактерий (р. *Nitrosomonas* и р. *Nitrobacter*). Поскольку эти реакции экзотермические, выделяемая энергия используется бактериями в процессе жизнедеятельности. Бактериальное окисление азотсодержащих неорганических соединений происходит преимущественно у дна водоемов.

Кроме того, процесс перехода ионов аммония в нитрит ионы, а затем в нитраты происходит химическим путем под действием ультрафиолетовых лучей в поверхностных слоях воды. Подобные процессы возможны при ферментативных реакциях.

Таким образом нитрат ионы являются конечным продуктом окисления азотсодержащих органических соединений в водоемах.

Так же соединения азота попадают в водоемы с водой атмосферных осадков, в которой содержится определенное количество нитратов. Для города Мурманска этот путь имеет значение, т.к. осадки, выпадающие над городом, имеют преимущественно кислую реакцию, что косвенно свидетельствует о наличии в их составе таких анионов, как сульфаты и нитраты. Связанный азот, поступает в атмосферу различными путями. Окислы азота образуются в почве и атмосфере при разложении различных азотсодержащих соединений, а также, в результате окисления азота атмосферы при электрических разрядах. Кроме того, следует упомянуть роль азотфиксирующих бактерий, которые также связывают азот.

При недостатке кислорода и наличие в воде безазотистых веществ, могут протекать процессы денитрификации, при которых на окисление данных веществ расходуется кислород нитратов, при этом азот выделяется в свободном состоянии.

Кроме естественных путей поступления азотистых соединений в водоемы существуют антропогенные источники, имеющие большое значение. Это промышленные, бытовые сточные воды и стоки с сельхозугодий. Наличие в водоемах повышенного содержания соединений неорганического азота свидетельствует об ухудшении санитарного состояния водоемов.

В естественных условиях концентрации соединений азота всецело зависят от интенсивности процессов ассимиляции растениями, и скорости регенерации биогенных элементов из остатков организмов и продуктов их жизнедеятельности.

Аммонийный азот в водах находится преимущественно в растворенном состоянии (10) в виде ионов аммония и недиссоциированных молекул NH_4OH , соотношение которых имеет важное экологическое значение и определяется величиной рН и температурой воды. Аммониевая группа, также, может находиться в природных водах в составе сложных органических соединений, образующихся при неполном распаде органических веществ, и, в виде различных комплексных соединений. Некоторая часть аммонийного азота сорбируется на минеральных и органических взвесах.

Сезонные колебания концентрации аммонийного азота в природных, не загрязненных водах всецело зависят от жизненной деятельности растительных организмов. Весной и в начале лета, в период интенсивной фотосинтетической деятельности фитопланктона, наблюдается понижение концентрации ионов аммония. Позже, в период отмирания водных организмов, активизируются процессы бактериального разложения органического вещества, особенно в придонном и поверхностном слоях воды, что вызывает повышение концентраций аммонийного азота. В осеннее-зимний период повышенное содержание ионов аммония связано с продолжающимися процессами минерализации органического вещества при уменьшении потребления его растительными организмами.

Концентрации аммонийного азота в природных водоемах составляют сотые доли миллиграмма в литре. Повышенное содержание аммонийного азота указывает на санитарное неблагополучие водоема. Он является показателем свежего загрязнения. Надо отметить, что аммиак значительно более токсичен по сравнению с ионами аммония, и при увеличении значений рН воды опасность для гидробионтов увеличивается.

Нитриты – химически нестойкие соединения, и соответственно, концентрации их в природных водах очень незначительны. В условиях отсутствия загрязнения, большую часть года нитриты в воде практически не определяются, или обнаруживаются в тысячных долях миллиграмма нитритного азота в литре (9). К

концу лета, при усилении распада органического вещества концентрация нитритного азота несколько увеличивается. Нитриты являются промежуточным звеном в биохимическом окислении аммиака и восстановлении нитратов, поэтому увеличение их концентрации свидетельствует об усиленном процессе распада органического вещества в условиях дефицита кислорода, что свидетельствует о сильном загрязнении водоема.

Нитратные ионы наиболее устойчивы среди других соединений связанного азота. Главным их потребителем являются растения, поэтому в вегетационный период для природных водоемов характерно уменьшение их концентрации, вплоть до исчезновения. Недостаток нитратов нередко полностью останавливает процессы роста растительных организмов в воде. Осенью, начинается минерализация организмов и нитраты начинают накапливаться в воде. Максимальное содержание наблюдается в зимний, подледный период и достигает десятых долей миллиграмма нитратного азота в литре (8).

Среди водоемов города Мурманска ручей Варничный и река Роста являются наиболее загрязненными водными объектами по таким показателям, как аммонийный азот, нитритный и нитратный азоты.

В ручье Варничном в течение всего года наблюдается превышение предельно допустимых концентраций (0,4 мгN/л) по аммонийному азоту (10), причем максимальные значения наблюдались в зимний период, что свидетельствует о наличии иных, кроме поверхностного стока, источников загрязнения. Содержание нитритов было повышенным в большинстве проб в течение года. Максимальные значения наблюдались в зимний и осенний периоды.

В реке Росте значения аммонийного и нитритного азотов в ряде проб в течение года превышали величину предельно допустимых концентраций (0,4 мгN/л по аммонийному азоту и 0,02мгN/л по нитритному азоту). (10,9)

Концентрации нитратного азота во всех пробах не превышают значений предельно допустимых концентраций (9,1 мгN/л). (8) Причем если по аммонийному и нитритному азотам концентрации в ручье Варничном выше, соответствующих значений по р. Росте, то распределение нитратного азота имеет противоположную тенденцию. Это может свидетельствовать о наличии более старого загрязнения в р. Росте, но более интенсивного свежего воздействия на воды ручья Варничного.

Литература

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Гидрометеиздат, Л., 1970.
2. Бурксер Е.С. и др. Атмосферные осадки и их роль в миграции химических элементов через атмосферу. Тр. Геофиз. Киевской обсерв., в. 1, 1952.
3. Ввозная Н.Ф. Химия воды и микробиология. Высшая школа, М., 1976.
4. Состояние окружающей природной среды Мурманской области в 2000 году. Мурманск 2001.
5. Корте Ф. Экологическая химия. М.: Мир, 1997.
6. Рамад Ф. Основы прикладной экологии. Воздействие человека на биосферу. Л.: Гидрометеиздат, 1981.
7. Тинсли И. Поведение химических загрязнителей в окружающей среде. М.: Мир, 1982.
8. Руководящий документ 52.24.381 – 95. ГХИ: Ростов-на-Дону 1995.
9. Руководящий документ 52.24.380 – 95. ГХИ: Ростов-на-Дону 1995.
10. Руководящий документ 52.24.383 – 95. ГХИ: Ростов-на-Дону 1995.

ИЗМЕНЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКОВ ТАЛЛОМОВ ФУКУСОВЫХ ВОДРОСЛЕЙ БАРЕНЦЕВА МОРЯ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОДЫ

Метельский А.А. (МГТУ, кафедра «Биохимии»)

Abstract. Now the big attention is given research of a functional condition of organisms, in particular the seaweed growing in conditions of Far North. It is known, that intensity of a metabolism of seaweed depends on various factors, including from a hydrological mode (intensity of movement of water). The specific surface of various kinds of seaweed serves as a parameter of their physiological condition in the given region. The primary goal of spent research is the estimation of size of a specific surface of seaweed of family Fucales the Barents sea.

В настоящее время большое внимание уделяется исследованию функционального состояния организмов, в частности водорослей, произрастающих в условиях Крайнего Севера. Известно, что интенсивность метаболизма водорослей зависит от различных факторов, в том числе и от гидрологического режима (интенсивности движения воды). Удельная поверхность различных видов водорослей служит показателем их физиологического состояния в данном регионе (Хайлов и др., 1992).

Основной задачей проводимого исследования являлась оценка величины удельной поверхности водорослей семейства Fucales Баренцева моря.

Материал и методика

Исследование проводилось в губе Дальнезеленецкая Баренцева моря. В качестве объекта исследования были взяты характерные для Баренцевоморского побережья виды фукусовых водорослей: *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus*, *F. distichus* и *F. serratus*. Отбор проб водорослей осуществлялся в период отлива из отличающихся по гидрологическому режиму участков губы (Ушаков, 1948; Лоция, 1983): бухты Прибойной, бухты Дальней; бухты Оскара и на участке берега в районе мыса Пробный.

Отобранные водоросли были разделены на три возрастные группы. Возраст *A. nodosum* определялся по числу воздушных пузырей, остальных видов фукусовых по числу дихотомических ветвлений: 1-4 ветвления – 1 группа (ювенильные), 5-8 – вторая (зрелые), 9-12 – третья группа (стареющие). Подобное деление на возрастные группы обусловлено тем, что в возрасте до 2 лет (3-4 ветвления) фукусовые водоросли являются ювенильными и не способны к половому размножению. Фукусам требуется 2 года для достижения фертильности (Кузнецов, Шошина, 2003). Растения в возрасте от 2 до 5 лет являются хорошо развитыми особями. Однако, начиная с возраста 5-6 лет и старше, у макрофитов проявляются признаки старения.

Для каждого вида отбиралось по 30 растений каждой возрастной группы. Для измерения удельной поверхности использовались молодые интенсивно растущие апикальные участки таллома, характеризующиеся наиболее активными метаболическими процессами, и старые участки таллома – ветвления 1-го года жизни.

Измерение площади поверхности проводилось с помощью компьютерной системы анализа изображений. Удельная поверхность определялась как отношение площади исследуемого образца к его массе по формуле:

$$S_{уд.} = S/W \quad (1)$$

где $S_{уд.}$ – удельная поверхность ($см^2/г$), S – площадь поверхности ($см^2$), W – сырая масса (г).

Результаты и обсуждение

Анализ изменения удельной поверхности таллома в процессе онтогенеза показал, что у всех исследованных видов отмечается сходная тенденция: удельная поверхность молодых, апикальных частей таллома выше, чем старой (основания) (рис. 1).

Зависимость $S_{уд.}$ от интенсивности движения воды носит видоспецифичный характер: для *A. nodosum* не отмечается достоверных отличий (рис.1 а), у *F. vesiculosus* выявляется обратная зависимость величины удельной поверхности от интенсивности движения воды (рис.1 б). Это характерно и для апексов и для основания. У молодых растений *F. distichus* и *F. serratus* (1 возрастная группа) удельная поверхность ниже в прибойных местах. В более старших возрастных группах не обнаружено достоверных различий между растениями, произрастающими в местах с различной интенсивностью движения воды (рис. 1в, г).

В апикальных частях таллома фукусовых водорослей идут активные меристематические процессы. Для молодых активно растущих клеток необходим постоянный приток минеральных элементов, например, азота, фосфора. Увеличение удельной поверхности (увеличение площади контакта со средой) позволяет более интенсивно поглощать питательные вещества из окружающей среды для активного роста тканей, что особенно важно в условиях небольшой подвижности воды (Петров, 1974). Известно, что от интенсивности движения воды зависит скорость поступления биогенных элементов и газов к слоевищам, скорость оттока продуктов метаболизма и процессов фотосинтеза и дыхания (Хайлов, Парчевский, 1983). Особенно ярко эта зависимость проявляется у верхнелиторального вида *F. vesiculosus*.

Отсутствие зависимостей $S_{уд.}$ от интенсивности движения воды у *A. nodosum* может быть следствием цилиндрической структуры его таллома. Увеличение поверхности контакта со средой у него достигается увеличением количества отростков, веточек.

В старых участках таллома, которые в основном выполняют опорную функцию, роста практически не наблюдается. В литературе показано, что в данной зоне отсутствует дифференциация клеток на слои: клетки располагаются плотно друг к другу, межклетники не развиты, утолщаются клеточные стенки. Благодаря данным изменениям достигается механическая прочность таллома (Камнев, 1989; Рыжик, 2005). Это подтверждается снижением более низкими значениями величины удельной поверхности ветвлений 1-го года жизни, нежели апикальных участков таллома.

Заключение

В результате проведенного исследования было показано, что с уменьшением интенсивности движения воды происходит увеличение удельной поверхности, что особенно ярко проявилось на видах, произрастающих в верхнем горизонте литорали: у *F. vesiculosus* достоверно отмечается обратная зависимость удельной поверхности от интенсивности движения воды. У *A. nodosum* увеличение площади контакта со средой обеспечивается за счет увеличения количества ветвей. У всех рассмотренных видов водорослей величина удельной поверхности максимальна в апикальной части.

Автор выражает глубокую благодарность сотрудникам лаборатории альгологии ММБИ КНЦ РАН: вед.н.с., к.б.н. Макарову Михаилу Владимировичу и ст.н.с., к.б.н. Рыжик Инне Валериевне за помощь в организации и проведении исследования.

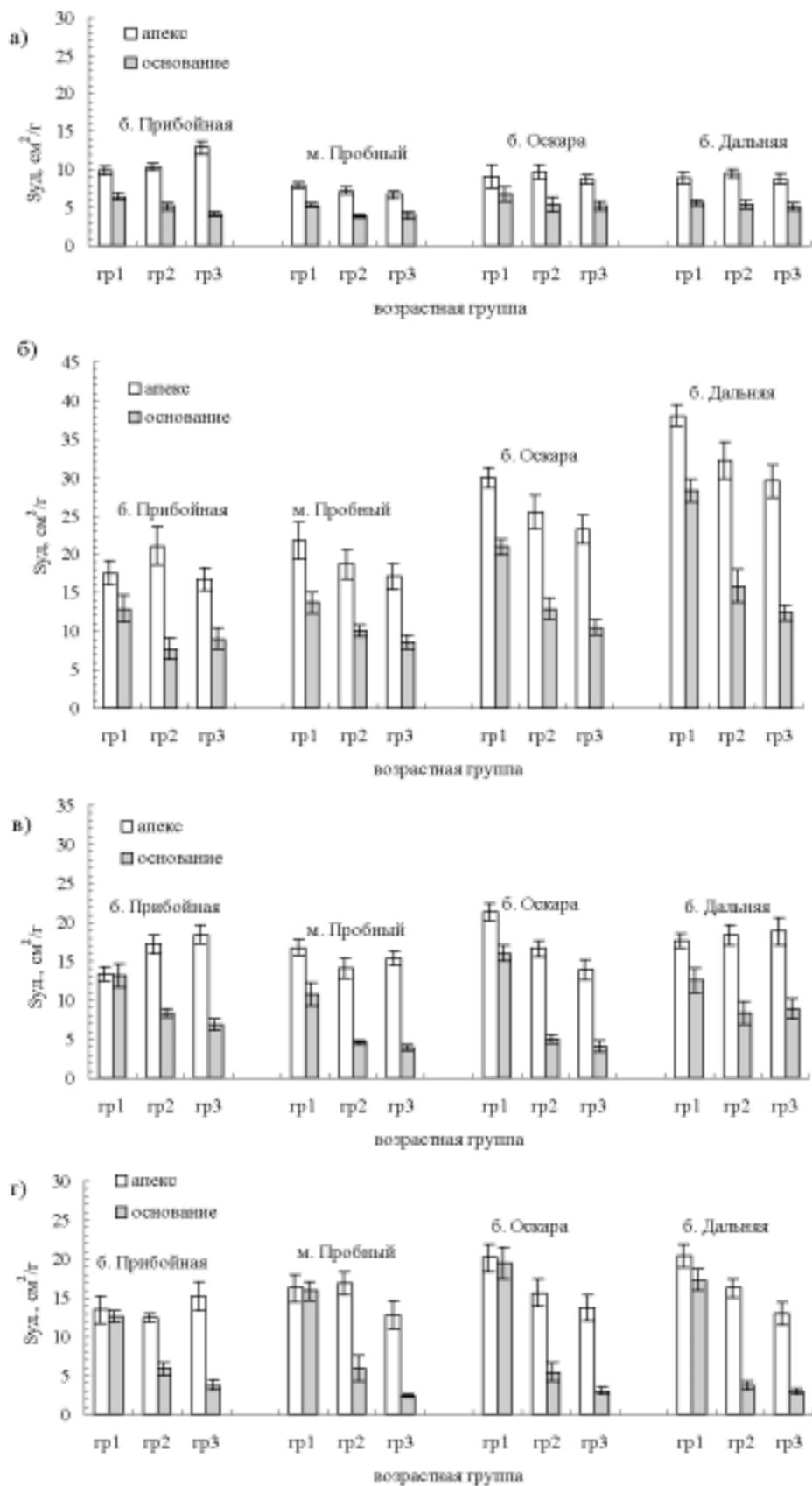


Рис. 1. Изменение величины удельной поверхности ($S_{уд}$) у фукусовых водорослей из различных биотопов губы Дальнезеленецкая: а) *A. nodosum*, б) *F. vesiculosus*, в) *F. distichus*, г) *F. serratus*.

Литература

1. Камнев А.Н. Структура и функции бурых водорослей. М.: МГУ. 1989. 200 с.
2. Лоция Баренцева моря: в 2 ч. Ч. 2. СПб. 1983. С. 179-186.
3. Петров Ю.Е. Распределение морских бентосных водорослей как результат влияния системы факторов // Бот. журн. 1974. Т. 59, № 7. С. 955-961.
4. Рыжик И.В. Морфо-функциональные особенности промысловых водорослей из разных биотопов Баренцева моря. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Мурманск. 2005. 24 с.
5. Ушаков П.В. Мурманская биологическая станция Академии наук СССР в губе Дальнезеленецкой и ее первые научные работы // Тр. МБС. 1948. С. 10-32.
6. Хайлов К.М., Парчевский В.П. Иерархическая регуляция структуры и функции морских растений. Киев: Наукова Думка. 1983. 256 с.
7. Хайлов К.М., Празукин А.В., Ковардаков С.А., Рыгалов. В.Е. Функциональная морфология многоклеточных водорослей. Киев: Наукова Думка. 1992. 280 с.

ИЗУЧЕНИЕ БЕЛКОВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ КУЛЬТИВИРУЕМОЙ ФОРЕЛИ

Михнюк О.В. (МГТУ, кафедра биохимии)

Abstract . Biological value of food stuffs reflects quality of proteins component of the food. Therefore special interest is represented with researches aminoacid structure of fibers of a muscular fabric of a trout.

В связи с развитием искусственного выращивания рыб семейства Лососевых особый интерес представляют биохимические исследования их тканей. Крайне важно решать вопросы диагностики химического состава и качественных показателей мышечной ткани рыб, определять их биологическую, пищевую ценность.

Целью настоящей работы является исследование белков мышечной ткани культивируемой радужной форели.

Экспериментальная часть работы проводится на кафедре биохимии биологического факультета МГТУ, в лаборатории биохимии и технологии гидробионтов ПИНРО. Объектом исследования выбрана культивируемая радужная форель. Для биохимического анализа подготовлены стандартные образцы мышечной ткани.

В ходе экспериментальной работы нами проанализированы количественные соотношения биохимических показателей в мышечной ткани радужной форели разных возрастных групп.

Ценность гидробионтов в целом определяется качественным и количественным составом тканей. Их высокая пищевая ценность обусловлена значительным содержанием в них белков с хорошо сбалансированным аминокислотным составом, жиров, жирных кислот, витаминов, ферментов, биологически активных веществ, играющие в организме человека важную роль в обмене веществ (Сафронова, 1991).

Биологическая ценность продуктов питания отражает качество белкового компонента пищи, связанного со степенью сбалансированности аминокислотного состава. Поэтому особый интерес представляли исследования аминокислотного состава белков мышечной ткани форели.

Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии был проведен аминокислотный анализ мышечной ткани форели. Белки мышечной ткани форели являются сбалансированными по аминокислотному составу. Из всех протеиногенных аминокислот обнаружено 16, в том числе все 8 незаменимых (треонин, валин, метионин, триптофан, лейцин, изолейцин, фенилаланин, лизин).

Аминокислотный спектр мышечных белков однолетней форели близок к таковому двухлетней формы. Доминирующими в количественном соотношении среди заменимых АК у форели младшей и старшей возрастных групп явились глутаминовая и аспарагиновая кислоты, среди незаменимых - лизин. АК таурин содержится в наименьшем количестве.

Для анализа аминокислотного состава используется метод химического сора. На основе данного метода разработана аминокислотная шкала ФАО/ВОЗ – содержание незаменимых аминокислот в 1 г идеального белка (Овчинникова, 2001). Нами проведен сравнительный анализ содержания незаменимых АК в исследуемых объектах с их содержанием в идеальном белке. Экспериментальные данные показали, что в белках рыбы содержание тирозина, фенилаланина и лизина выше, чем в эталонном белке. Для определения лимитирующих АК использовали метод химического сора. Исследования

показали, что главной лимитирующей АК у форели возрастом 1 год является изолейцин, главной лимитирующей АК у двухлетней – валин.

Также нами проанализировано содержание белка в мышечной ткани форели разных возрастных групп. Содержание белков у разновозрастной форели соответствует биологическому развитию и составляет для младшей возрастной группы – 18,7 %, старшей – 20 % .

Таким образом, в ходе экспериментальной работы проведен анализ белков мышечной ткани культивируемой радужной форели.

Литература

1. Сафронова, Т.М. Сырье и материалы рыбной промышленности / Т.М. Сафронова. – М.: Агропромиздат, 1991. – 191 с.
2. Овчинникова С.И. Практикум по биологической химии. Ч.1: Качественный и количественный анализ аминокислот, белков, ферментов. Учеб. пособие УМО университетов России. Мурманск: Изд-во МГТУ, 149 с., 2001.

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ И БИОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РЫБ СЕМЕЙСТВА КАМБАЛОВЫХ

Овчинникова С.И., Серебрякова Л.В., Игумнов Р.О. (МГТУ, кафедра биохимии)

Abstract. The aim of our work is the complex systematic analysis of dynamics of chemical content of tissues of flounder family during the storage under low temperatures (-28°C) and on different stages of vital cycle. The dependence of the main biochemical parameters of chemical content characterizing the muscle tissues' state on the fish species has been showed as well.

В работе было проведено исследование изменения химического состава и биохимических свойств мышечной ткани морской камбалы и камбалы-ерша в процессе хранения при низкой температуре (-28°C) в течение 6 месяцев. Выбор температуры был обусловлен тем, что при данной температуре инактивируется деятельность ферментов, вызывающих порчу рыбы, в особенности липолитических ферментов и липооксидаз. Был проанализирован химический состав мышечной ткани морской камбалы возраста около 9-10 лет, выловленной в ноябре 2005 года. Для анализа было взято 10 экземпляров средней массой 700 г. Подготовлены образцы мышечной ткани. Данный период жизненного цикла является периодом нагула. Для этой стадии нами проанализировано влагосодержание мышечной ткани морской камбалы. По литературным данным пределы содержания (в %) воды в мышечной ткани камбал – 73,2-84,2%. Количественное содержание воды в различных тканях гидробионтов предопределяется содержанием в них протоплазмы. Например, у рыб наиболее высокое содержание влаги (89-99%) имеют биологические жидкости (кровь, слизь, лимфа), а наименьшее (2-25%) соединительно-жировая ткань. Как установлено, влагосодержание зависит от стадии жизненного цикла, и динамика влагосодержания носит сезонный характер. Содержание влаги для периода нагула меньше по сравнению с преднерестовым периодом и посленерестовым периодом. Как видно из представленных данных для периода нагула содержание влаги в мышечной ткани морской камбалы составляет $79,74 \pm 0,15\%$, для последующих периодов содержание влаги должно возрасти, что подтверждается данными кафедры биохимии по другим промысловым рыбам. Обводненность белков мяса морской камбалы высокая (выше, чем у трески). Этим объясняется нежность консистенции и легкая развариваемость мяса морской камбалы. Нами было проанализировано содержание липидов в мышечной ткани морской камбалы для периода нагула. Для данного периода характерно то, что в результате деятельности хондриозом образуются и накапливаются в организме липиды, а нарастающая масса липидов сосредоточивается в соединительной ткани, сдавливая ядро и оттесняя протоплазму к стенкам. Такая картина наблюдается в период нагула организма, когда образуется жировая ткань, подкожная клетчатка, внутреннее сало и др. При голодании организма отложенные липиды используются для эндогенного питания. При этом жировая клетка превращается в обычную с появлением хондриозомы и увеличением объема плазмы. Динамика содержания липидов мышечной ткани морской камбалы также носит сезонный характер, то есть существует зависимость содержания липидов от периода годового цикла. Анализ химического состава мышечной ткани показывает, что для периода нагула содержание липидов в мышечной ткани морской камбалы составляет $7,4 \pm 0,10\%$. Данная цифра соответствует максимальному содержанию липидов, так как для периода нагула характерно наиболее

высокое содержание этого показателя в мышечной ткани. Было проанализировано содержание белка в мышечной ткани морской камбалы для периода нагула. Во всех тканях животного и растительного происхождения обязательно присутствует то или иное количество белков; содержание их зависит от биологических особенностей вида, а также от назначения тканей. В мышцах гидробионтов содержание белковых веществ изменяется в пределах 0,2-28,8%. Существенно изменяется содержание белков в зависимости от назначения тканей, причем у рыб и морских млекопитающих по сравнению с наземными животными содержание белков заметно отличается и варьируется в более значительных пределах. Динамика содержания белков в мышечной ткани морской камбалы также носит сезонный характер, что подтверждается литературными данными, в том числе данными кафедры биохимии. Нами установлено, что для периода нагула массовая доля белка в мышечной ткани морской камбалы составляет $12,98 \pm 0,08\%$. Для последующих периодов (зимовка и преднерестовый период) содержание белка должно возрасти, а в посленерестовый период обычно наблюдается уменьшение содержания белка в мышечной ткани промысловых рыб. Динамика содержания исходного аминного азота в мышечной ткани промысловых рыб зависит от периода годового цикла, что также подтверждается данными кафедры биохимии. Установлено, что для периода нагула характерно наиболее высокое содержание исходного аминного азота и наиболее высокая активность тканевых протеолитических ферментов. Нами получено, что для периода нагула массовая доля исходного аминного азота мышечной ткани морской камбалы составляет $15,92 \pm 0,13 \text{ мг}\%$, что соответствует максимальному значению по сравнению с другими периодами жизненного цикла. По данным ПИНРО в мясе, икре и молоках морской камбалы содержится витамин С в количестве значительно большем, чем у других традиционных морских рыб. Нами установлено, что массовая доля витамина С в мясе морской камбалы для периода нагула составляет $10,16 \pm 0,05 \text{ мг}\%$ (по данным ПИНРО – $12,0 \text{ мг}\%$). Был проанализирован химический состав мышечной ткани камбалы-ерша возраста около 9-10 лет, выловленной в ноябре 2005 года. Возраст определялся по справочной литературе, исходя из массы особей. Данный период жизненного цикла также является периодом нагула. Как установлено, влагосодержание зависит от стадии жизненного цикла, и динамика влагосодержания носит сезонный характер. Содержание влаги для периода нагула меньше по сравнению с преднерестовым периодом и посленерестовым периодом. Анализ химического состава мышечной ткани показывает, что для периода нагула массовая доля влаги в мышечной ткани камбалы-ерша составляет $79,98 \pm 0,08\%$, для последующих периодов содержание влаги должно возрасти, что подтверждается данными кафедры биохимии по другим промысловым рыбам и данными ПИНРО. Динамика содержания липидов мышечной ткани камбалы-ерша также носит сезонный характер, то есть существует зависимость содержания липидов от периода жизненного цикла. Анализ химического состава мышечной ткани показывает, что для периода нагула содержание липидов в мышечной ткани камбалы составляет $6,98 \pm 0,08\%$. Данная цифра соответствует максимальному содержанию липидов, так как для периода нагула характерно наиболее высокое содержание данного показателя в мышечной ткани. Динамика содержания белков в мышечной ткани камбалы-ерша также зависит от сезона, что подтверждается литературными данными, в том числе данными кафедры биохимии. Как видно из представленных данных для периода нагула содержание белка в мышечной ткани камбалы-ерша составляет $12,78 \pm 0,11\%$. Для последующих периодов (зимовка и преднерестовый период) содержание белка должно возрасти, а в посленерестовый период обычно наблюдается уменьшение массовой доли белка в мышечной ткани промысловых рыб. Динамика содержания исходного аминного азота в мышечной ткани промысловых рыб зависит от

периода годового цикла, что подтверждается данными кафедры биохимии. Установлено, что для периода нагула характерно наиболее высокое количество исходного аминного азота и наиболее высокая активность тканевых протеолитических ферментов. Как видно из полученных данных для периода нагула массовая доля исходного аминного азота мышечной ткани камбалы-ерша составляет $28,16 \pm 0,11$ мг%, что соответствует максимальному значению по сравнению с другими периодами жизненного цикла. Нами установлено, что массовая доля витамина С в мясе камбалы-ерша для периода нагула составляет $10,02 \pm 0,08$ мг%. Была изучена динамика химического состава и биохимических свойств мышечной ткани морской камбалы и камбалы-ерша в процессе хранения при низкой температуре (-28 °С) в течение 6 месяцев. Выбор температуры был обусловлен тем, что при данной температуре инактивируется деятельность ферментов, вызывающих порчу рыбы, в особенности липолитических ферментов и липооксидаз. Являясь незаменимой средой обитания гидробионтов, вода, в то же время входит неперменной и наиболее значительной составной частью во все виды тканей организма животных и растений: нормальные функции живой протоплазмы могут осуществляться только при достаточном содержании в тканях воды. Вода имеет большое значение и как вещество, участвующее во многих биохимических реакциях. Огромное значение имеет тканевая вода для развития биохимических посмертных процессов, а также для химических и коллоидных процессов, которые протекают в тканях сырья во время его обработки. Гидробионты по сравнению с наземными животными и растениями имеют более гидратированные ткани. Вода – наиболее подвижный компонент состава тканей, поэтому содержание воды в однотипных тканях изменяется в довольно значительных пределах, что вызывается рядом причин биологического характера (вид, пол, возраст, упитанность, стадия развития половых желез, сезон лова и др.). У рыб, например, содержание воды уменьшается с увеличением возраста и упитанности организма; недостаток пищи и голодовка во время зимовки, развитие половых желез и нерест - причины, вызывающие увеличение содержания воды в мясе. Установлено, что при охлаждении тканей ниже криоскопической температуры основная часть (80-83%) содержащейся в тканях воды превращается в лед при температуре минус 4-5 °С. При дальнейшем охлаждении количество вымерзающей воды возрастает незначительно, но при минус 28 °С в кристаллическую фазу переходит 95 % общего содержания воды. В результате исследований мышечной ткани морской камбалы в процессе хранения при температуре (-28 °С) в течение 6 месяцев, наблюдаются следующие изменения: массовая воды: по истечении первого месяца хранения понижается от 79,74% до 79,62%; через два месяца – до 79,18%; к концу третьего месяца - до 79,06%; по истечении четвертого месяца - до 78,78%; через пять месяцев – до 78,64%; по истечении шестого месяца – до 78,22%. Общая потеря влаги за шесть месяцев составила 1,52%.

В результате исследований мышечной ткани камбалы-ерша в процессе хранения при температуре (-28 °С) в течение 6 месяцев, наблюдаются следующие изменения: содержание воды: по истечении первого месяца хранения понижается от 79,98% до 79,78%; через два месяца – до 79,72%; к концу третьего месяца - до 79,56%; по истечении четвертого месяца - до 79,40%; через пять месяцев – до 79,26%; по истечении шестого месяца – до 79,0%. Общая потеря влаги за шесть месяцев составила 0,98%. Содержание влаги уменьшается у морской камбалы на 1,52%, у камбалы-ерша – на 0,98%, то есть водоудерживающая способность мышечной ткани камбалы-ерша выше, чем морской камбалы. В составе тканей растений и животных присутствуют органические гидрофобные жировые вещества, или липиды, нерастворимые в воде, но легко растворимые в аполярных растворителях (метанол, этанол, ацетон, эфир, бензол,

хлороформ, бензин и др.). В живом организме непрерывно происходят процессы распада (в митохондриях клеток) и синтеза (в цитоплазме) липидов. Основная масса синтезируемых в организме липидов используется в качестве запасных (депозитных) веществ, которые сосредоточиваются в специализированных тканях (подкожная клетчатка, внутреннее сало, печень, кости и др.). Кроме депозитных липидов в тканях содержатся плазматические или структурные липиды, которые входят в состав клеточных оболочек и протоплазмы, образуя комплексы с белками. Депозитные липиды являются лабильной составной частью тканей, и уровень их накопления находится в прямой зависимости от упитанности организма. Содержание плазматических липидов отличается значительным постоянством и практически не зависит от упитанности или истощенности организма. В организме липиды накапливаются избирательно, поэтому содержание их зависит от рода тканей. В одноименных тканях содержание липидов зависит от вида, возраста и пола животного, от количества и состава пищи, а также от ряда других причин биологического характера. В результате исследований мышечной ткани морской камбалы в процессе хранения при температуре (-28 °С) в течение 6 месяцев, наблюдаются следующие изменения: отмечено незначительное увеличение процентного содержания жира: по истечении первого месяца хранения от 7,40% до 7,52%; через два месяца - до 7,60%; к концу третьего месяца - до 7,70%; в конце четвертого месяца - до 7,74%; по истечении пяти месяцев - до 7,78%; в конце шестого месяца - до 7,80%. Общее увеличение массовой доли жира составило 0,4%. Причиной незначительного увеличения процентного содержания жира является снижение массовой доли воды в мышечной ткани. В результате исследований мышечной ткани камбалы-ерша в процессе хранения при температуре (-28 °С) в течение 6 месяцев, наблюдаются следующие изменения: отмечено общее увеличение процентного содержания жира: по истечении первого месяца хранения содержание жира увеличивается от 6,98% до 7,10%; через два месяца - до 7,20%; по истечении третьего месяца - до 7,32%; к концу четвертого месяца - до 7,40%; по истечении пяти месяцев - до 7,44%; в конце шестого месяца - до 7,50%. Общее увеличение массовой доли жира составило 0,52%. Причиной незначительного увеличения процентного содержания жира является снижение массовой доли воды в мышечной ткани, так как между содержанием воды и липидов в мясе различных видов рыб существует обратная зависимость. В течение 6 месяцев хранения при низкой температуре незначительно увеличивается содержание жира: в мышечной ткани морской камбалы на 0,40%, в мышечной ткани камбалы-ерша - на 0,52%. Увеличение процентного содержания жира объясняется уменьшением содержания воды. Обособленный класс азотсодержащих органических соединений - белки являются основной составной частью протоплазмы и главнейшим жизненным субстратом: все жизненные процессы совершаются либо самими белками, либо при непосредственном участии белков. Довольно постоянное содержание азота в белках, полученных из тканей различных животных и растений, позволило по содержанию азота в веществе вычислять содержание в нем белков, применяя обратный коэффициент приведения. В организме белки присутствуют либо в виде коллоидальных растворов (слизь, кровь, лимфа), либо в форме эластичных гелей; часть белков входит в состав твердых тканей (чешуя, кости, шерсть, рога), которые не растворяются и не набухают в холодной воде, но проявляют эти свойства при нагреве до 60-80 °С. Содержание белков в тканях тела гидробионтов находится в обратной зависимости от суммы содержания влаги и липидов: чем больше отношение содержания влаги к белку и также жира к белку, тем меньше относительное содержание белковых веществ в тканях. Белки мышц различных видов рыб имеют различную степень нативного обводнения. В мясе рыб различных семейств величина отношения содержания воды (В) к содержанию белка (Б)

изменяется в пределах от 2,5 до 18,4, причем наибольшую обводненность имеют белки мяса некоторых видов донных рыб (3,8-18,4). У отдельных видов рыб величина В:Б зависит от ряда биологических причин (возраста, пола, стадии развития половых желез, упитанности). В результате исследований мышечной ткани морской камбалы в процессе хранения при температуре (-28 °С) в течение 6 месяцев, наблюдаются следующие изменения: отмечено уменьшение содержания белка: по истечении первого месяца хранения от 12,98% до 12,84%; через два месяца - до 12,74%; по истечении третьего месяца - до 12,72%; в конце четвертого месяца - до 12,48%; по истечении пяти месяцев - до 12,38%; к концу шестого месяца - до 12,22%. Общее уменьшение массовой доли белка составило 0,76%. Причиной является автолиз белков мышечной ткани под действием тканевых протеолитических ферментов (катепсинов). В результате исследований мышечной ткани камбалы-ерша в процессе хранения при температуре (-28 °С) в течение 6 месяцев, нами получены следующие результаты: наблюдается уменьшение содержания белка, как видно из представленных данных: по истечении первого месяца хранения от 12,78% до 12,68%; через два месяца - до 12,44%; по истечении третьего месяца - до 12,32%; в конце четвертого месяца - до 12,20%; по истечении пяти месяцев - до 12,08%; в конце шестого - до 11,80%. В результате автолитического распада тканевых белков под действием катепсинов общее уменьшение массовой доли белка составило 0,98%. Уменьшение содержания белка в мышечной ткани морской камбалы на 0,76%, камбалы-ерша - на 0,98% происходит за счет гидролиза под действием протеолитических ферментов. Активность катепсинов выше в мышечной ткани камбалы-ерша, чем в морской камбале. При жизни количественное содержание и состав свободных аминокислот непрерывно изменяются, отражая биохимическую специфику белкового обмена вида. После прекращения жизненных процессов количественное содержание и состав САК начинает изменяться под воздействием тканевых ферментов. В результате исследований мышечной ткани морской камбалы в процессе хранения при температуре (-28 °С) в течение 6 месяцев, получены следующие данные: в результате автолиза тканевых белков возрастает содержание аминного азота: в первый месяц хранения от 15,92% до 16,02%; по истечении второго месяца - до 16,12 мг%; в конце третьего месяца - до 16,20 мг%; по истечении четырех месяцев - до 16,34 мг%; за пятый месяц - до 16,52 мг%; к концу шестого месяца - до 16,80 мг%. Общее увеличение содержания аминного азота за 6 месяцев составило 0,88 мг%. В результате исследований мышечной ткани камбалы-ерша в процессе хранения при температуре (-28 °С) в течение 6 месяцев, получено, что: в результате автолиза тканевых белков возрастает содержание аминного азота: по истечении первого месяца - от 28,16 до 28,58 мг%; в конце второго месяца - до 28,80 мг%; по истечении трех месяцев - до 28,86 мг%; в конце четвертого месяца - до 29,0 мг%; по истечении пяти месяцев - до 29,10 мг%; в конце шести месяцев - до 29,32 мг%. Общее увеличение содержания аминного азота за 6 месяцев составило 1,16 мг%, что подтверждает большую активность тканевых ферментов и более высокую интенсивность автолиза по сравнению с мышечной тканью морской камбалы. Увеличение содержания аминного азота: в мышечной ткани морской камбалы на 0,88 мг%, у камбалы-ерша - на 1,16 мг% также подтверждает более высокую активность катепсинов мышечной ткани камбалы-ерша. Витамин С (аскорбиновая кислота, антицинготный витамин, противоскорбутный фактор). Известны две формы биологически активной аскорбиновой кислоты: восстановленная и окисленная. Последняя легко окисляется далее, образуя при этом щавелевую и треоновую кислоты. Аскорбиновая кислота содержит в молекуле энольную группу и поэтому является энергичным восстановителем. Она участвует во многих окислительно-восстановительных реакциях организма: в окислительном преобразовании гемоглобина

в желчные пигменты; в ферментативном окислении тирозина и фенилаланина; в процессах синтеза коллагенов и гормонов стероидной природы; ускоряет регенерацию тканей; способствует свертыванию крови и т.д. Витамин С наиболее активно синтезируется и накапливается только в растениях, у наземных животных содержание витамина С обнаружено в тканях надпочечников, а у рыб – в икре. В результате исследований мышечной ткани морской камбалы в процессе хранения при температуре (-28 °С) в течение 6 месяцев, наблюдаются следующие изменения: содержание аскорбиновой кислоты в мг/100г: уменьшается от 10,16 мг/100г до 9,82 мг/100г в течение первого месяца; возрастает до 10,04 мг/100г по истечении второго месяца; уменьшается до 9,8 мг/100г в конце третьего месяца; уменьшается до 9,7 мг/100г в течение четвертого месяца; снова возрастает до 9,92 мг/100г в конце пятого месяца и к концу шестого месяца уменьшается до 9,62 мг/100г. В результате содержание витамина С в течение шести месяцев уменьшилось на 0,54 мг/100г, но при этом наблюдалось скачкообразное изменение содержания витамина С в указанном диапазоне, что объясняется образованием аскорбатных белковых комплексов и их. В результате исследований мышечной ткани камбалы-ерша в процессе хранения при температуре (-28 °С) в течение 6 месяцев, наблюдаются следующие изменения: содержание аскорбиновой кислоты в мг/100г: уменьшается от 10,02 до 9,80 мг/100г в течение первого месяца; по истечении второго месяца – до 9,74 мг/100г; увеличивается до 10,12 мг/100г в конце третьего месяца; уменьшается до 9,76 в течение четвертого месяца; снова возрастает до 9,98 мг/100г в конце пятого месяца и к концу шестого месяца уменьшается до 9,6 мг/100г. В результате содержание витамина С в течение шести месяцев уменьшилось на 0,42 мг/100г, но при этом наблюдалось скачкообразное изменение содержания витамина С в указанном диапазоне, что объясняется образованием аскорбатных белковых комплексов и их распадом. Содержание витамина С уменьшается у морской камбалы на 0,54 мг%, у камбалы-ерша – на 0,42 мг%. Охлаждение и замораживание снижает активность липазы, однако и при температурах минус 10-15 °С продолжается ферментативный гидролиз липидов. Поэтому при длительном хранении мороженой рыбы в липидах заметно увеличивается содержание свободных жирных кислот. Нами была изучена динамика кислотного числа как показателя гидролитической порчи, при этом получены следующие результаты для морской камбалы: возрастание величины кислотного числа от 1,32 мгКОН/1г до 1,47 мгКОН/1г в течение первого месяца; до 1,50 мгКОН/1г по истечении второго месяца; до 1,53 мгКОН/1г в конце третьего месяца; до 1,54 мг КОН/1г в течение четвертого месяца; до 1,58 мгКОН/1г в конце пятого месяца и к концу шестого месяца - до 1,60 мгКОН/1г. Итоговое возрастание составило 0,28 мгКОН/1г, что объясняется процессами гидролиза тканевых жиров мяса морской камбалы. В результате исследований мышечной ткани камбалы-ерша в процессе хранения при температуре (-28 °С) в течение 6 месяцев, наблюдаются следующие изменения: возрастание величины кислотного числа от 0,67 до 0,71 мгКОН/1г в течение первого месяца; до 0,77 мгКОН/1г по истечении второго месяца; до 0,90 мгКОН/1г в конце третьего месяца; до 0,99 мгКОН/1г в течение четвертого месяца; до 1,10 мгКОН/1г в конце пятого месяца и к концу шестого месяца - до 1,12 мгКОН/1г (рис. 12). Итоговое возрастание за 6 месяцев составило 0,45 мгКОН/1г, что объясняется процессами гидролиза тканевых жиров мяса камбалы-ерша. Кислотное число у морской камбалы увеличивается на 0,28 мгКОН/1г, у камбалы-ерша – на 0,45 мгКОН/1г. У камбалы-ерша возрастание кислотного числа больше, по сравнению с морской камбалой, что свидетельствует о более интенсивном гидролизе тканевых жиров камбалы-ерша. Была проанализирована динамика значений пероксидного числа мышечной ткани морской камбалы и камбалы-ерша. Возрастание величины пероксидного числа в мясе морской

камбалы от 0,00 %J² до 0,002 %J² в течение шести месяцев хранения объясняется процессами окисления тканевых жиров (первый этап окисления). Возрастание величины пероксидного числа в мясе камбалы-ерша от 0,00 %J² до 0,004 %J² в течение шести месяцев также объясняется процессами окисления тканевых жиров (первый этап окисления). Пероксидное число возрастает у морской камбалы за 6 месяцев хранения при низкой температуре (-28 °С) на 0,002 %J², у камбалы-ерша – на 0,004 %J², что объясняется процессами окисления тканевых жиров. У камбалы-ерша возрастание пероксидного числа больше в 2 раза, чем у морской камбалы, что свидетельствует о более интенсивном окислении тканевых жиров камбалы-ерша. Одним из основных условий получения высококачественной рыбной продукции является выполнение всех правил хранения рыбы до обработки. В результате проведенных анализов химического состава мышечной ткани морской камбалы и камбалы-ерша в процессе их хранения при низких температурах (-28 °С) установлено, что при данной температуре морская камбала и камбала-ерш могут храниться в течение 6 месяцев до доставки их на береговые рыбоперерабатывающие предприятия без существенного изменения химического состава, характерного для порчи. При этом биохимические процессы (автолиз, гидролитическая порча, окисление тканевых жиров) у камбалы-ерша идут быстрее, чем у морской камбалы, что также следует учитывать при хранении рыбы.

ИЗУЧЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МОЛОДИ АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Овчинникова С.И., Анохина В.С., Похольченко Л.А. (МГТУ, кафедра биохимии)

Атлантический лосось, семга (Salmo salar L.) - наиболее ценный представитель ихтиофауны Кольского полуострова. Во всем мире рассматривается как часть национального достояния. Мировые запасы лосося испытывают глубокую депрессию (Анон., 2005). В реках Кольского полуострова численность этого вида сохраняется на достаточно стабильном уровне. С 1988 года при управлении запасами атлантического лосося рек Кольского полуострова используется принцип «осторожного подхода», снижается промысловая нагрузка на популяции атлантического лосося благодаря развитию рекреационного рыболовства (Зубченко, 2006). Коммерческие уловы атлантического лосося в реках и прибрежных морских районах Кольского полуострова в конце прошлого столетия составляли около 100 т, в 2005 г. объём промышленного вылова сёмги на прибрежных тонях Белого моря едва превысил 42 т, промышленный лов атлантического лосося в реках Мурманской области в последние годы не осуществляется. Репродуктивный потенциал лососевых рек региона позволяет при определенных условиях довести промысловый вылов сёмги до 1-1,5 тыс. т (Зубченко, 2005).

В настоящее время на 3 рыбодобывающих заводах Мурманской области ведётся деятельность по воспроизводству атлантического лосося. Культивируемый лосось имеет все характерные признаки вида *Salmo salar L.*, однако отличается от «дикого» лосося рядом параметров и свойств, приобретенных в процессе отбора. При разведении лосося необходимо стремиться к сохранению всего присущего виду генетического и экологического разнообразия, поскольку культивируемый атлантический лосось оказывает заметное влияние на генофонды его «диких» популяций (Алтухов, 1981). Например, у «диких» и заводских производителей лосося установлены различия по характеру миграций, соотношению самок и самцов, возрастной структуре, размерам и массе рыб (Зубченко, 2003).

Отслеживание тенденций в изменении количественных и качественных характеристик атлантического лосося из разных рек, в том числе биохимических, является важной частью мониторинга и необходимым условием сохранения генофонда популяции, её субпопуляционной структуры.

Многолетние исследования отечественных авторов позволили описать популяционные морфометрические параметры и биологические свойства, характерные для сёмги крупнейших рек Кольского полуострова (Зубченко, 2006). Вместе с тем, чрезвычайно скудны сведения о химическом составе частей тела сёмги, практически не освещены в отечественной литературе вопросы биохимического статуса сёмги разных популяций. В конце 90-х годов исследования в этом направлении проводили в ПИПРО (Лебская и др., 1998), однако комплексные исследования химического состава и биохимических свойств «дикой» и культивируемой молоди атлантического лосося, в частности биохимические особенности вида в зависимости от популяционной принадлежности, происхождения, экологического статуса, далеки от завершения.

Важнейшие из приобретенных свойств обусловлены изменениями на генетическом уровне, подконтрольными, в свою очередь, пространственно-временному развитию метаболических процессов. Необходимым шагом на пути углублённого

исследования метаболических путей у гидробионтов, подверженных экологическому воздействию, является изучение особенностей их биохимического состава.

В 2004-2007 г.г. на кафедре МГТУ и в лаборатории биохимии ПИНРО выполнили серию экспериментов с целью сравнительного изучения химического состава молоди сёмги рек Йоканьга, Западной Лицы, Печи, Пака Кольского полуострова и заводской молоди, выращенной на двух рыбоводных заводах Мурманской области.

Образцы мышечной ткани исследовали на содержание белковых фракций, аминокислотного состава, липидов, каротиноидов, макроэргов. Изучали аминокислотный состав мышечной ткани заводской молоди лосося.

Выявлены существенные различия количественных показателей химического состава молоди сёмги разного происхождения. Полученные результаты обсуждаются. В дальнейшем планируется сформировать картографическую схему распределения молоди атлантического лосося разного происхождения на Кольском полуострове с комментариями и таблицами биохимического состава.

В дальнейшем предлагаем применить результаты наших работ по исследованию биохимического состава атлантического лосося из рек Кольского полуострова для улучшения маточных стад, используемых в аквакультуре, и проведения селективных работ.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕМОМРАГИЧЕСКИХ ДИАТЕЗОВ

Похольченко Л.А., Бухтоярова А.Ю. (ФГОУ ВПО «МТГУ», кафедра биохимии, ludapoh@yandex.ru)

Abstract. The system of a hemostasis is one of the important systems of organism, and pathologies in parts conduct to such serious diseases as gemmoragical diathesises. Biochemical researches gemmoragical diathesises, in particular researches of system of a hemostasis of pregnant women are and patients with oncological diseases.

Система гемостаза является одной из важных систем организма, и патологии в ее звеньях ведут к таким серьезным заболеваниям как геморрагические диатезы. Геморрагические диатезы – группа болезней и патологических состояний, общим проявлением которых является геморрагический синдром (склонность к рецидивирующим интенсивным длительным, чаще всего множественным, кровотечениям и кровоизлияниям). Различают наследственные (семейные) формы с многолетней, начинающейся с детского возраста кровоточивостью и приобретенные формы в большинстве своем вторичные (симптоматические).

Проведены биохимические исследования геморрагических диатезов, в частности исследования системы гемостаза беременных на протяжении всего срока беременности и больных онкологическими заболеваниями.

Среди тестов системы гемостаза, позволяющими поставить диагноз одного из геморрагических диатезов, являются: протромбиновый индекс (ПТИ), активированное время рекальцификации (АВР), активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ), концентрации фибрина и фибриногена, фибринолитическая активность, тромботест и толерантность плазмы к гепарину, время свертывания крови, количество тромбоцитов, длительность кровотечения, тест агрегации тромбоцитов.

При постановке точного диагноза необходимо учитывать все биохимические показатели системы гемостаза, общее состояние больного, пол, наличие генетической предрасположенности к различным заболеваниям, прием различных препаратов, в том числе антикоагулянтов, которые могут искажать результаты проводимых исследований.

Во время физиологической беременности система гемостаза подвергается физиологическим изменениям: ПТИ увеличивается на 22%, концентрация фибрина и фибриногена на 54% и 40% соответственно, понижаются АЧТВ, АВР и фибринолитическая активность на 2%, 14% и 15% соответственно. Эти изменения представляют собой приспособительную реакцию организма беременной на компенсацию затрат в связи с развитием плода и возможной кровопотерей при родах.

У больных онкологическими заболеваниями имеется постоянная наклонность к повышению свертывания крови: происходит увеличение концентрации фибриногена на 43%, ПТИ – на 32%, агрегации тромбоцитов на 39% и понижение фибринолитической активности на 55%. Все эти изменения могут выражаться в формировании локальных тромбов.

Полученные результаты при исследовании изменений системы гемостаза у беременных свидетельствуют, что система гемостаза подвергается масштабным изменениям. Но в то же время эти изменения не ведут к нарушению функционирования всего организма. Это достигается благодаря сбалансированной работе всех звеньев системы гемостаза.

При исследовании онкологических больных было выявлено, что система гемостаза онкобольных также подвержена значительным изменениям. Эти изменения имеют патологический характер. Практически все онкобольные подвержены развитию синдрома диссеминированного внутрисосудистого свертывания.

Используя современные методы исследования системы гемостаза, можно грамотно и квалифицированно поставить точный диагноз (симптом, синдром), что дает врачу-лечебнику «ключ» к правильному и своевременному лечению пациента, зачастую проведению срочной интенсивной терапии.

Таким образом, патология системы гемостаза в целом и геморрагические диатезы в частности являются актуальной проблемой на сегодняшний день, и их изучение и предупреждение являются важнейшей задачей, решение которой способствует устранению этой проблемы.

Литература

1. Справочник по дифференциальной диагностике внутренних болезней / Г.П. Матвейков, Г.В. Вечерский. – Мн. : Беларусь, 1990. – 607 с.
2. Чиркин, А.А. Диагностический справочник терапевта : Клинические симптомы. – 2- изд., стереотип. – Мн. : Беларусь, 1993. – 688 с.

ЛИПИДНЫЙ СОСТАВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ И ПЕЧЕНИ МОЛОДИ АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ

Похольченко Л.А. (МГТУ, кафедра биохимии)

Abstract. The aim of this work is study and investigation biochemical constitution of wild young generation of *Salmo salar* of different rivers of Kola Peninsula, the study of lipids spectrum of its muscular tissue and liver. The study of lipids spectrum of different tissues of animals allows to estimate the particularities of lipids metabolism and physiological state of organism.

Из всех групп веществ, входящих в состав животных организмов, липиды наиболее быстро реагируют на изменения многих экологических факторов. В течение первых лет жизненного цикла липидный обмен существенно меняется, обеспечивая адаптацию рыб к изменениям окружающей среды. К настоящему времени изучению липидов рыб посвящено много работ, но закономерности и амплитуда изменчивости их состава на ранних этапах развития под влиянием внешних факторов изучены недостаточно.

Нами были проведены исследования липидного состава мышечной ткани и печени речной молоди атлантического лосося разного возраста (из рек Западная Лица, Печа и Пак). Результаты исследований показали, что идентичные ткани молоди атлантического лосося по общему содержанию липидов мало отличаются друг от друга.

Были исследованы и липидные фракции такие, как диацилглицерины, триацилглицерины, свободные жирные кислоты, фосфолипиды, стеринны и эфиры стериннов, но в количественном отношении большинство составили триацилглицерины, фосфолипиды и стеринны.

Анализ липидного состава мышечной ткани и печени молоди атлантического лосося показал, что содержание фосфолипидов превалирует над содержанием триацилглицеринов. Тенденция, ведущая к преобладанию доли фосфолипидов над триацилглицеринами, прослеживается отчетливо в мышечной ткани и печени рыб, более эволюционно совершенных.

1. Триацилглицерины. Отмечено, что с возрастом количество триацилглицеринов увеличивается как в мышечной ткани, так и в печени (с 9,0 до 33,8 % от общего содержания липидов и с 18,0 до 63,0 % соответственно). Это связано с тем, что триацилглицерины - одна из универсальных запасных форм липидов, потребность в которых с возрастом повышается в связи со многими энергетическими затратами.

2. Фосфолипиды. Общее содержание фосфолипидов в мышечной ткани молоди рек Западная Лица, Печа и Пак и печени молоди реки Печа и Западная Лица с возрастом уменьшается (с 70,0 до 35,0 % от общего содержания липидов и с 43,0 до 29,0 % соответственно), а реки Пак – увеличивается (с 26,0 до 61,0 %). Такие показатели фосфолипидов могут быть связаны с влиянием многих экологических факторов, возможно, с различным составом пищи молоди в данных реках. Основным компонентом фосфолипидов мышечной ткани молоди являются лецитин (до 36 % от общего количества липидов). В наименьшем количестве фосфолипидов составляет кефалин (до 19,1 %). Лецитин и кефалин - наиболее лабильные и быстро обменивающиеся фосфолипиды, способные выполнять, кроме запасной, и энергетическую функцию в клетке.

3. Исследованиями установлено, что с возрастом в мышечной ткани количество стерина (в частности, холестерина) уменьшается (с 20,0 до 15,0 % от общего содержания липидов), а в печени увеличивается (с 7,4 до 15,0 %). Как известно, холестерин является запасным липидом и накапливается в печени, так как он необходим для построения клеточных мембран и для синтеза веществ стероидной природы и желчных кислот.

Таким образом, установлены различия в липидном составе тканей исследованных рыб. В частности, триацилглицерины наиболее быстро количественно реагируют на физиологические и экологические факторы, в то время как фосфолипиды накапливались с возрастом.

Литература

1. Анисимов, А.А., Леонтьева, И.Ф. Основы биохимии : учебник для студ. биол. спец. ун-тов. – М. : Высш. шк., 1986. – 551 с.
2. Чечеткин, А.В., Головацкий, И.Д. Биохимия животных. – М. : Высш. шк., 1982. – 511 с.
3. Добрынина, В.И. Учебник биологической химии. – М. : Гос. из-во мед. лит-ры, 1963. - 448 с.

ИЗУЧЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА ИЗ ГЕПАТОПАНКРЕАСА КАМЧАТСКОГО КРАБА *PARALITHODES CAMTSCHATICUS* МЕТОДОМ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ

Рысакова К.С., Новиков В.Ю. (г. Мурманск, Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО), г. Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии, E-mail: Rysakova_Kira@mail.ru)

Abstract. This article is devoted to research of fractional composition of the enzyme allocated from hepatopancreas of King red crab *Paralithodes camtschaticus*. Revealing of fractions of fiber of the certain molecular weight possessing the maximal proteolytic and exochitinase activities was carried out by a method of a ultrafiltration. The further chromatographic analysis of the received fractions. Results of our researches will help to optimize conditions of reception of products of chitin hydrolysis. And also to achieve maximal use of all components of trade kinds sea hydroinvertebrates.

Мембранная фильтрация, или ультрафильтрация, или молекулярная фильтрация, представляет собой процесс разделения веществ с помощью мембран, имеющих определенную величину пор.

Мембранная фильтрация используется как быстрый и мягкий способ удаления растворителя из раствора макромолекул или же замены одного растворителя другим. Чаще всего с задачами такого рода сталкиваются при обессоливании раствора макромолекул или же при его концентрировании. Другой важной задачей, которую можно решить с помощью мембранной фильтрации, является разделение двух или большего числа компонентов, отличающихся размерами своих молекул. Наконец, молекулярная фильтрация позволяет изучать связывание макромолекулами низкомолекулярных соединений (Дэвени Т., 1976).

Цель нашей работы заключалась в разделении белков ферментного препарата (ФП) на фракции с разными молекулярными массами (ММ) и определении фракций белков, обладающих максимальной протеолитической и экзохитиназной активностью.

Объекты исследования и экспериментальные методики

В данной работе анализировался ФП, полученный из гепатопанкреаса камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* одним из общепринятых и наиболее доступных способов получения комплексных ферментных препаратов (Сахаров И. Ю., 1988).

Ультрафильтрацию ФП проводили с использованием ультрафильтрационной половолоконной установки УП-1 (НПП «Биоспектр», Санкт-Петербург) с набором половолоконных модулей с разными молекулярно-массовыми пределами задержания: УВА-2-5 (5 кД), УВА-200 (15 кД), УВА-50 (50 кД) и УВА-100 (100 кД).

Для хроматографического анализа белковых фракций использовали метод эксклюзионной высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием системы LC-10A_{VP} (Shimadzu Corp., Япония) и колонки TSK-gel Alpha-4000 (30 × 0,78 см) с предколонкой TSK-gel guardcolumn Alpha (6 × 0,4 см) (TOSOH, Япония). Элюент – 0,3 М NaCl, скорость элюента – 1 мл/мин.

Протеолитическую активность ФП и его фракций оценивали методом Ансона (Алексеев Л. П., 1968) по гидролизу 1 %-ного раствора казеината натрия.

Экзохитиназную активность рассчитывали по выходу образующегося при гидролизе хитина N-ацетилглюкозамина (GlcNAc). Содержание GlcNAc определяли в растворе гидролизата после центрифугирования по реакции с 4-диметиламинобензальдегидом. (Decleire M., 1996; Reissig J. L., 1955).

Результаты исследования

Раствор ФП с начальной массовой концентрацией 1 % фракционировали с помощью ультрафильтрации на мембранах с пределами задержания молекулярных масс 100, 50, 15 и 5 кД. В результате разделения, из анализируемого раствора ФП были получены 4 фракции, содержащие белки с ожидаемыми молекулярными массами: >100 кД; 50-100 кД; 15-50 кД; 5-15кД. В каждой фракции определяли протеолитическую и экзохитиназную активности, а также молекулярно-массовое распределение (ММР) белков

Из данных, приведенных на рис. 1, видно, что максимальную протеолитическую активность имеют белки с ММ 50-100 кД. Экзохитиназная активность распределена между фракциями с ММ 50-100 и более 100 кД, причем наибольшая активность наблюдалась во фракции с ММ больше 100 кД. Большинство выделенных исследователями хроматографически чистых протеолитических ферментов из гепатопанкреаса камчатского краба имеют ММ в диапазоне 22-66 кД (*Способ безотходной...*, 1998; *Galgani, Nagayama, 1988; Chen, Lu, Tsai, 1991; Purification and ...*, 1993; *Литвин, 1993; Кислая протеиназа...*, 1999; *Выделение и свойства...*, 1995). В то время как, хитиназы членистоногих имеют молекулярную массу 40-90 kDa и 120 kDa (*Журавлева, Лукьянов, 2004*).

Полученное распределение активностей по фракциям позволило утверждать, что за протеолитическую и экзохитиназную активность ответственны ферменты с разными ММ.

Каждая фракция, полученная после ультрафильтрации была охарактеризована с помощью эксклюзионной ВЭЖХ.

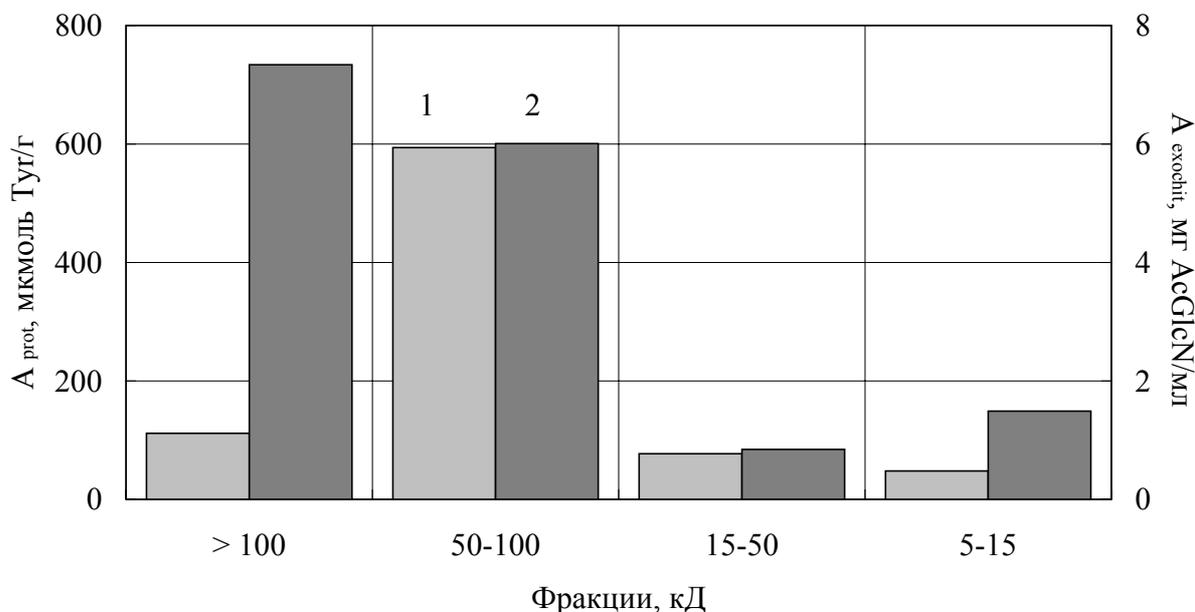


Рис. 1. Распределение экзохитиназной и протеолитической активности в зависимости от молекулярной массы белка. 1 – протеолитическая активность; 2 – экзохитиназная активность.

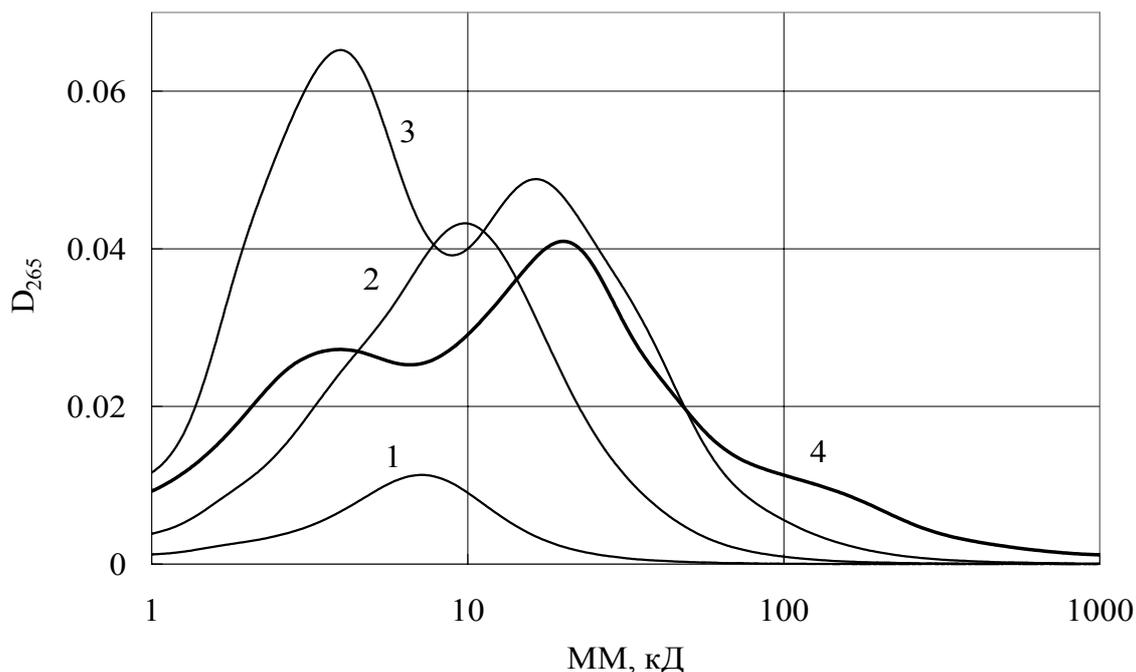


Рис. 2. Молекулярно-массовое распределение белков в разных фракциях после ультрафильтрации на мембранах с порогам: 1 – 5-15 кД; 2 – 15-50 кД; 3 – 50-100 кД; 4 – больше 100 кД.

Как видно из полученных хроматограмм (рис. 2) ультрафильтрация не дала четкого разделения белков по молекулярным массам. Хроматограммы каждой фракции перекрываются. Наблюдается смещение максимума молекулярных масс в каждой фракции при сохранении широкой полосы белков с ММ в широком диапазоне (от 0 до 100 кД). Тем не менее, полученное обогащение каждой фракции белками с разными ММ позволило заметить преобладание протеолитической и экзохитиназной активности в разных фракциях.

Более четкое разделение по ММ может обеспечить препаративная ВЭЖХ.

Выводы

1. Выявлены фракции фермента, обладающие максимальной протеолитической и экзохитиназной активностью.
2. Определены диапазоны молекулярных масс белков, ответственных за протеолитическую и экзохитиназную активность.
3. Подтвержден тот факт, что за экзохитиназную и протеолитическую активность ответственны ферменты с разной молекулярной массой.

Литература

1. Алексеенко, Л. П. Современные методы в биохимии. М.: Медицина, 1968. Т. 2. 112 с.
2. Выделение и свойства карбоксипептидазы камчатского краба *Paralithodes camtschatica* / Руденская Г.Н., Купенко О.Г., Исаев В.А., Степанов В.М., Дунаевский Я.Е. // Биоорганическая химия.- 1995.- Т. 21, № 4.- С. 249-255.
3. Дэвени, Т. Аминокислоты, пептиды и белки / Т. Дэвени, Я. Гергей / Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 366 с. (С. 27-30).

4. Журавлева Н.В. Хитинолитические ферменты: источники, характеристика и применение в биотехнологии/ Журавлева Н.В, Лукьянов П.А.//Вестник ДВО РАН.- 2004.-№3.-С.76-86.
5. Кислая протеиназа из гепатопанкреаса камчатского краба *Paralithodes camtschatica* / Мухин В.А., Немова Н.Н., Крупнова М.Ю., Кяйвярйянен Е.И. // Прикладная биохимия и микробиология.- 1999.- Т. 35, № 4.- С. 409-412.
6. Сахаров, И. Ю. Очистка и характеристика коллагенолитической протеазы из гепатопанкреаса *Paralithodes camtschatica* / И. Ю. Сахаров, Ф. Е. Литвин, А. А. Артюков, Н. Н. Кофанова // Биохимия. – 1988. – Т. 53. – С. 1844-1849.
7. Способ безотходной комплексной переработки хитинсодержащего сырья / Леваньков С.В., Купина Н.М., Блинов Ю.Г.: Пат. 2123269 РФ, МКИ⁶ А 23 L 1/33, А 23 J 1/04, С 08 В 37/08.- Заявл. 24.09.97; № 97 115965/13; Опубликовано. 20.12.98.- Бюл. № 35.
8. Литвин Ф.Е. Коллагенолитические протеазы из гепатопанкреаса камчатского краба: выделение и свойства: Автореф. дисс.... канд. биол. наук.- М., 1993.- 20 с.
9. Chen Y.L., Lu P.J., Tsai I. Collagenolytic activity of crustacean midgut serine proteases: Comparison with the bacterial and mammalian enzymes // Comp. Biochem. Physiol.- 1991.- Vol. 100 B, No. 4.- P. 763-768.
10. Declaire, M. Determination of endo- and exochitinase activities of *Serratia marcescens* in relation to the culture media composition and comparison of their antifungal properties / M. Declaire, W. De Cat, V. H. Tang et al // Chitin Enzymology. Vol. 2: Proc. of the 2nd Int. Symp. on Chitin Enzymology. May 8-11, 1996, Senigallia (Ancona), Italy / Ed. by R. A. A. Muzzarelli. – Grottammare, Italy: Atec Edizioni, 1996. – P. 165-169.
11. Galgani F., Nagayama F. Digestive proteolysis and digestive proteinases in deep sea crabs *Geryon affinis* and *Chionoecetes japonicus* // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.- 1988.- Vol. 54, No. 6.- P. 983-987.
12. Purification and some properties of elastase from hepatopancreas of king crab *Paralithodes camtschatica* / Sacharov I.Yu., Dzunkovskaya A.V., Artyukov A.A., Zakharova N.N. // Comp. Biochem. Physiol.- 1993.- Vol. 106 B, No. 3.- P. 681-684.
13. Reissig, J. L. A modified colorimetric method for the estimation of N-acetylamino sugars / J. L. Reissig, J. L. Strominger, L. F. Leloir // The Journal of Biological Chemistry. – 1955. – Vol. 217, No. 2. – P. 959-966.

ЗАВИСИМОСТЬ ОБЩЕЙ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ИЗ ГЕПАТОПАНКРЕАСА БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ОТ pH

Смирнова Е.Б. (ФГОУ ВПО "МГТУ", кафедра биохимии),

Мухин В.А. (Полярный НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича)

Abstract. There is comparative characteristic of dependence of the common proteolizis activity of fermental preparations from gepatopancreas of some kinds sea unvertebrates from pH, and there is also the estimation of efficiency proteoliz with various values pH and peaks of activity.

Аннотация. В данной работе представлена сравнительная характеристика зависимости общей протеолитической активности ферментных препаратов из гепатопанкреаса некоторых видов морских беспозвоночных от pH, а также дана оценка эффективности протеолиза при различных значениях pH и выявлены пики активности. Присутствие протеолитической активности при всех значениях pH и наличие двух пиков активности, в кислой (pH 2,5-3,5) и слабощелочной зоне (pH 7,5-8,5), в той или иной степени, было обнаружено в пищеварительных органах всех изучаемых организмов. Было также выявлено, что значения протеолитической активности в гепатопанкреасе краба и морской звезды на порядок выше, чем у других объектов исследования и значительно выше, чем в пищеварительных органах позвоночных.

Введение

Успехи, достигнутые, в исследованиях протеиназ высших животных, микроорганизмов в меньшей степени относятся к гидробионтам и практически не коснулись изучения морских беспозвоночных.

Ферментативная система морских беспозвоночных, обеспечивающая протеолиз, напоминает таковую высших позвоночных животных, но вместе с тем имеет ряд особенностей:

- протеиназы внутренних органов беспозвоночных холодных морей сохраняют высокую активность при низкой температуре;
- общая протеолитическая активность пищеварительных ферментов беспозвоночных значительно выше, чем у позвоночных;
- протеолитические ферменты беспозвоночных обладают более широкой субстратной специфичностью и являются эволюционными предшественниками протеиназ высших животных (Мухин, Новиков, 2002).

Говоря о пищеварительных ферментах беспозвоночных, необходимо учитывать особенности их пищеварительной системы, отличающейся по ряду позиций от пищеварительной системы позвоночных. Для морских беспозвоночных характерно отсутствие настоящего желудка с кислой реакцией; наличие слабо дифференцированного кишечника и такого образования как гепатопанкреас (характерен для моллюсков и ракообразных), выполняющего функции печени и панкреатической железы.

Актуальность изучения протеиназ морских беспозвоночных определяется несколькими факторами: во-первых, функциями, которые выполняют эти ферменты в организме; во-вторых, изучение биохимических принципов, обеспечивающих жизнедеятельность данных организмов, облегчает понимание биохимических процессов у организмов высших таксонов (Сидоров, 1986); в-третьих, имеет значение

для понимания процессов их жизнедеятельности; и в-четвертых, позволяет более рационально использовать добываемое сырье для получения ферментных препаратов и применение их в медицине, микробиологии, пищевой и легкой промышленности.

Пищеварительные органы морских беспозвоночных, как известно, являются достаточно дешевым с экономической точки зрения сырьем (Мухин, Новиков, 2002). Но основная причина, по которой целесообразно использовать внутренние органы беспозвоночных для получения препаратов протеиназ, состоит в том, что они обладают сравнительно высокой активностью и имеют большой выход при их выделении. Таким образом, одним из наиболее оптимальных способов рационального использования пищеварительных органов беспозвоночных является получение ферментных препаратов из добываемого сырья.

Принимая во внимание недостаточную изученность пищеварительных ферментов морских беспозвоночных и их, в ходе данной работе исследовались ферментные препараты из гепатопанкреаса этих организмов.

Целью данной работы было изучение влияния температуры и рН на активность пищеварительных протеиназ морских беспозвоночных. В связи с этим в ходе исследований решались следующие задачи:

- определить общую протеолитическую активность пищеварительных протеиназ некоторых морских беспозвоночных при различных значениях рН;
- выявить пики активности пищеварительных протеиназ данных организмов;
- оценить эффективность протеолиза при различных значениях рН;

Материалы и методы исследований

Объектами исследования служили представители различных таксонов беспозвоночных Баренцева моря: ракообразные – акклиматизированный в Баренцевом море камчатский краб *Paralithodes camtschaticus*, северная креветка *Pandalus borealis*; моллюски – трубач *Buccinum undatum*, серрипес *Serripes groenlandicus*; иглокожие – морские звезды *Asterias rubens*, *Crossaster papposus*, кукумария *Cucumaria frondosa*.

В качестве материала были использованы пищеварительные органы (гепатопанкреас) вышеуказанных организмов.

Порошкообразные ферментные препараты для дальнейших анализов получали из гепатопанкреаса морских беспозвоночных путем осаждения белковых веществ ацетоном. Для этого к гомогенату тканей приливали чистый холодный ацетон в соотношении 1:10 (троекратно).

В исследуемом материале определяли общую протеолитическую активность, используя метод Ансона (Мухин, Новиков, 2002) с некоторыми модификациями. При определении общей протеолитической активности последовательно изменяли рН (в диапазоне от 2,5 до 8,5), определяя активность по расщеплению 1 % -ного раствора гемоглобина.

Активность всех ферментов выражали в единицах изменения оптической плотности растворов, содержащих продукты гидролиза различных субстратов при температуре 37° С за 1 мин на 1 г сырой массы.

Результаты и обсуждения

В ходе проделанной работы в пищеварительных органах исследуемых организмов было обнаружено присутствие протеолитической активности при всех значениях рН.

Для всех морских беспозвоночных рН пищеварительного тракта (включая примитивный желудок) составляет 6,0-8,0. Слабощелочной гидролиз белка и механическая обработка пищи происходят преимущественно в пищеварительных полостях беспозвоночных, а кислотный гидролиз связан с лизосомальными

структурами клеток эпителия пищеварительного тракта и лизосомами блуждающих амебоцитов. В нейтральной среде кислые протеиназы не проявляют активности и могут денатурироваться (Gildberg, 1988). Активность при щелочном и нейтральном pH обусловлена присутствием трипсина, коллагеназы и эластазы (у ракообразных). Вклад в кислотный протеолиз вносят лизосомальные катепсины.

Общей чертой для всех изученных объектов является наличие двух пиков протеолитической активности: pH 2,5-3,5 и pH 7,5-8,5. Было обнаружено, что максимум протеолитической активности ферментов гепатопанкреаса камчатского краба и морских звезд *Asterias rubens* и *Crossaster papposus* лежит в слабощелочной зоне pH 7,5-9,5 (рис.1-2), при этом небольшой пик активности был отмечен при pH 3,0-3,5. Характерно, что в гепатопанкреасе краба и трубача пик активности при слабощелочных значениях pH выше, чем при низком значении pH. Для иглокожих (кукумария и морской еж) наблюдается обратная картина: доля кислых протеиназ в общей активности их пищеварительного тракта больше, чем щелочных.

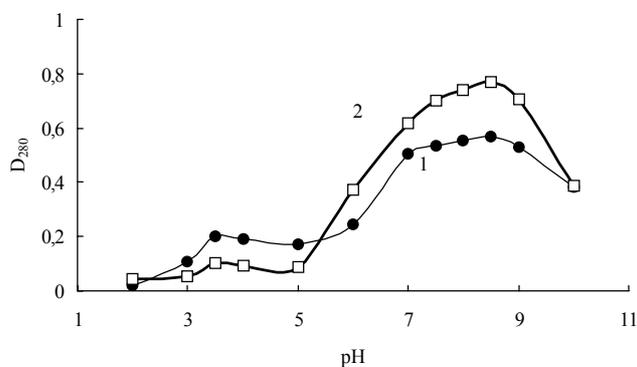


Рис. 1. Зависимость протеолитической активности ферментов гепатопанкреаса камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* от pH инкубационной среды. Субстраты: 1 %-ный раствор гемоглобина (1); 1,5 %-ный раствор казеината натрия (2). Сухой ферментный препарат разбавлен в 500 раз. Инкубация при 50 °С, 30 мин.

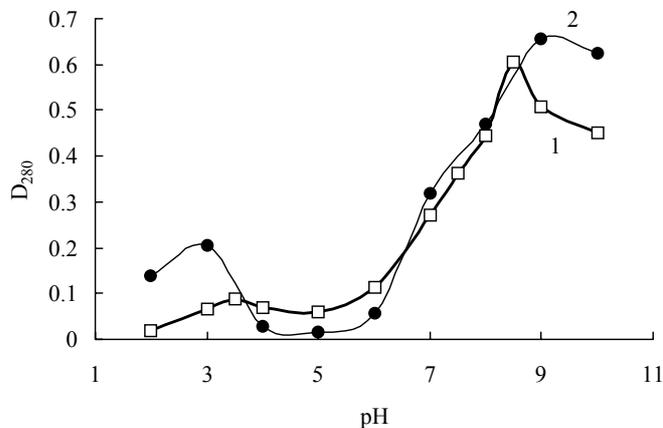


Рис. 2. Зависимость протеолитической активности ферментов гепатопанкреаса морской звезды *Asterias rubens* (1) и *Crossaster papposus* (2) от pH инкубационной среды. Субстрат: 1 %-ный раствор гемоглобина. Сухие ферментные препараты разбавлены в 50 раз. Инкубация при 50 °С, 30 мин.

Эффективность протеолиза при значениях pH 7,5 значительно превосходит таковую при pH 3,5, что говорит о превалировании сериновых протеиназ в пищеварительных органах этих организмов (Мухин, 1996).

Доля кислых протеиназ в общей активности пищеварительного тракта представителей иглокожих (кукумария *Cucumaria frondosa*) больше, чем щелочных. При исследовании протеолитической активности ферментов гепатопанкреаса северной креветки *Pandalus borealis* было отмечено преобладание активных протеиназ в кислой зоне pH (рис. 3).

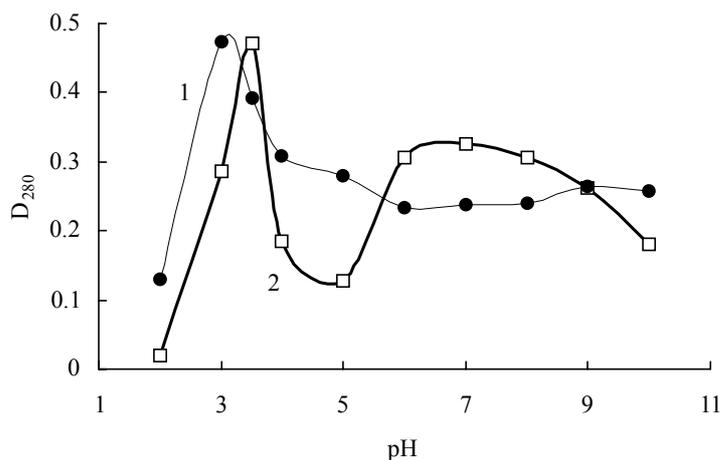


Рис. 3. Зависимость протеолитической активности ферментов гепатопанкреаса северной креветки *Pandalus borealis* от pH инкубационной среды. Субстраты: 1 %-ный раствор гемоглобина (1); 1,5 %-ный раствор казеината натрия (2). Сухой ферментный препарат разбавлен в 50 раз. Инкубация при 50 °С, 30 мин.

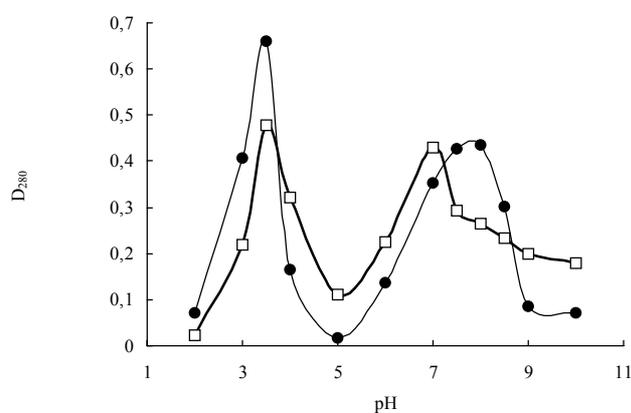


Рис. 4. Зависимость протеолитической активности ферментов гепатопанкреаса трубача *Vissinum undatum* от pH инкубационной среды. Субстраты: 1%-раствор гемоглобина (1); 1%-ный раствор казеината натрия (2). Сухой ферментный препарат разбавлен в 25 раз. Инкубация при 50 °С, 30 мин.

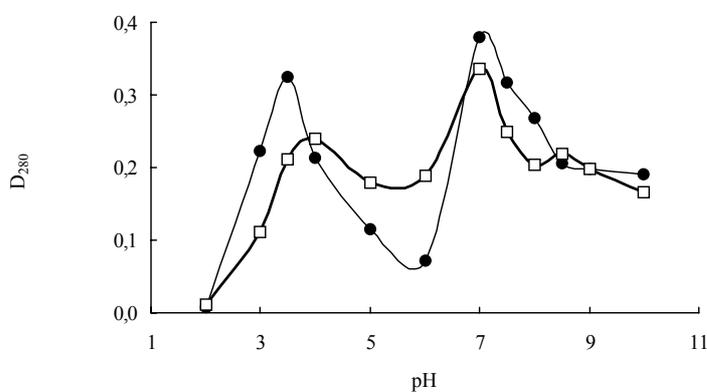


Рис. 5. Зависимость протеолитической активности ферментов гепатопанкреаса серрипеса *Serripes groenlandicus* от pH инкубационной среды. Субстраты: 1%-ный раствор гемоглобина (1); 1%-ный раствор казеината натрия (2). Сухой ферментный препарат разбавлен в 20 раз. Инкубация при 50 °С, 30 мин.

Трубач *Vissinum undatum* занимает промежуточное положение – ферменты его пищеварительной системы способны гидролизовать белки с равной интенсивностью при кислых и слабощелочных условиях. Ферменты, полученные из пищеварительных органов моллюсков, серрипеса и трубача, обнаруживают два примерно одинаковых пика активности при кислых и слабощелочных значениях pH (Мухин, 2003) (рис. 4 и 5).

Последовательный ферментативный гидролиз в щелочной и кислотной среде дает более глубокое расщепление белков, чем двукратный гидролиз при одинаковых условиях. Это косвенно доказывает существование в гепатопанкреасе исследуемых объектов ферментов, проявляющих свою субстратную специфичность только при кислых или только при щелочных условиях среды. На каждой из стадий гидролиза работают протеиназы, активные при данном значении pH, гидролизуя различные группы белков.

Подводя итог выше сказанному, следует отметить, что низкая субстратная специфичность, высокая активность и функционирование протеиназ при всех значениях рН является компенсацией за слабую дифференциацию пищеварительной системы и низкие значения температур среды обитания беспозвоночных Баренцева моря, т. к. температура воды далека от оптимума проявления активности данных ферментов. Подобные адаптации пищеварительной системы беспозвоночных позволяют обеспечить эффективный, как и у позвоночных, гидролиз белков.

Литература

1. Уголев А. М. Пищеварение и его приспособительная эволюция. М., 1961.
2. Барнард Е. Сравнительная биохимия и физиология пищеварения // под ред. Проссера Л. Сравнительная физиология животных в 3-х т. М.: Мир, 1977.
3. Мухин В. А., Новиков В. Ю. Протеолиз и протеолитические ферменты в тканях морских беспозвоночных. Мурманск, 2002.
4. Мосолов В. В. Протеолитические ферменты. М., 1971.
5. Zendzian E., Barnard E. A. Proteases and ribonuclease in vertebrate pancreas // Arch. Biochem. Biophys. 1967. V. 122. 699 p.
6. Ryle A. P., Hamilton M. P. Pepsinogen. // Biochem. J. 1966. V. 101. P. 176-183.
7. Seijfers M. J., Segal H. L., Miller L. L. Human pepsins // Amer. J. Physiol. 1963. V. 205. P. 1099-1105.
8. Gildberg A. Aspartic proteinases in fishes and aquatic invertebrates // Comp. Biochem. Physiol. 1988. V. 91B. N. 3. P. 425-435.
9. Smine A., Guerard F., Le Gal Y. Purification and characterization of pancreatic elastase from tuna (*Thunnus albacora*) // J. of Marine Biotechnology. 1993. V. 1. N. 1. P. 41-46.
10. Bassompierre M., Nielsen H. H., Boerresen T. Purification and Characterization of elastase from the pyloric caeca of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // Comp. Biochem. Physiol. 1993. V. 106B. N. 2. P. 331-336.
11. Bjarnason J. B., Asgeirsson B. Psychrophilic proteolytic enzymes from Atlantic cod: their characteristics and applications // Genetic Engineer and Biotechnologist. 1993. V. 13. N. 1. P. 31-39.
12. Martinez A., Serra J. L. Proteolytic activities in the digestive tract of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) // Comp. Biochem. Physiol. 1989. V. 93 B. N. 1. P. 61-66.
13. Raa A. J., Walther B. T. Purification and Characterization of chymotrypsin, trypsin and elastase like proteinases from cod *Gadus morhua* (L.) // Comp. Biochem. Physiol. 1989. V. 93B. N.2. P. 317-324.
14. Gildberg A., Olsen R. L., Bjarnason J. B. Catalytic properties and chemical composition of pepsins from Atlantic cod (*Gadus morhua*) // Comp. Biochem. Physiol. 1990. V. 96 B. N. 2. P. 323-330.
15. Lida Y., Nakagawa T., Nagayama F. Properties of collagenolytic protenase in Japanese spiny lobster and horsehair crab hepatopancreas // Comp. Biochem. Physiol. 1991. V. 98. N. 2-3. P. 403-410.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДЕНИЛАТНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЗАРЯДА КЛЕТОК МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ РЫБ ДЛЯ БИОИДЕНТИФИКАЦИИ ЗАГРЯЗЕНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ КОЛЬСКОГО СЕВЕРА

Тимакова Л.И., Овчинникова С.И. (МГТУ, кафедра биохимии,
e-mail: tima-liliya@yandex.ru)

Abstract. In this article we consider the possibility to use the energy charge of the adenilate pool as an effective molecular bioindicator for determination of negative action on hydrobionts and the whole water ecosystem. We study energy metabolism in muscle of *Gadus morhua morhua*. Our results show that the quantity of macroergic compounds depends on life's stage and the sex (male or female). The dynamics of content of macroergic substances (АТР) also depends on the degree of the environmental pollution.

Для водных экосистем состояние ихтиофауны является отражением многофакторного воздействия и может служить показателем (или мерой) внешнефункционального и внутрифункционального риска. Организмы способны очень быстро отвечать на изменения факторов окружающей среды перестройкой химического состава и биохимических механизмов. Это и позволяет использовать показатели функционального состояния организмов для оценки биологического отклика на изменение среды, или биологического эффекта загрязнения

Рыба как объект исследования может выступать в качестве критерия риска, отражающего негативные изменения в местообитаниях и нарушения в функционировании водной экосистемы (Агатова, 2001).

Отрицательные эффекты загрязнения могут проявляться на различных уровнях биологической организации – от субклеточного до популяционного и сообществ. Ответные реакции разных организмов, относящихся к одному семейству или роду, при действии токсических веществ на молекулярном уровне не будут сильно различаться. Это в свою очередь дает возможность экстраполировать результаты, полученные в опытах с одними организмами на тканевом или организменном уровне. В настоящее время имеется большой выбор переменных, используемых в биохимии и молекулярной биологии, которые могут быть включены в программы мониторинга, осуществляемого для молекулярного уровня. К молекулярному уровню отнесены следующие биологические переменные: отношение концентраций таурин/глицин, концентрация металлотioneинов, содержание стероидов, содержание оксигеназы со смешанной функцией, энергетический заряд, хромосомные нарушения. Перечисленные биологические переменные можно разделить, на две группы: специфические, реагирующие на определенные вещества, и неспецифические, реагирующие на любые воздействия, включая загрязняющие и биогенные вещества (Экологический мониторинг, 2003).

Аденилатный энергетический заряд (АЭЗ) – показатель энергетического состояния организма, позволяет оценивать количество химически связанной энергии, запасенной в пуле адениловых нуклеотидов и доступной в данный момент для метаболических процессов в организме. АЭЗ, или энергетический потенциал определяется по формуле $АЭЗ = (АТФ + 1/2АДФ) / (АТФ + АДФ + АМФ)$.

Установлено, что активность одних ферментов зависит от концентрации АТФ, активность других определяется концентрациями АДФ, АМФ или соотношениями АТФ/АМФ; АТФ/АДФ. Энергетический потенциал, являясь показателем

энергетического состояния клетки, отражает общее регуляторное воздействие адениловых нуклеотидов на уровень клеточного метаболизма. Энергетический потенциал может измениться под действием внешних факторов. Снижение его значения до 0,5-0,75 означает, что процессы потребления и аккумуляции энергии разбалансированы под влиянием неблагоприятных факторов. При стрессовых условиях значения энергетического потенциала ниже 0,5 (Хлебосалов, 2000).

Основные достоинства метода с использованием энергетического потенциала в качестве показателя воздействия загрязняющих веществ на биоту заключаются в следующем:

1. разность между значениями энергетического потенциала в нормальных и стрессовых условиях есть величина постоянная для данного организма;
2. внутривидовые различия значений энергетического потенциала очень малы, что позволяет работать с выборкой небольшого объема;
3. ответ на стрессовое воздействие может быть зарегистрирован быстрее, чем при использовании других показателей (Дьяченко, 2003).

На кафедре биохимии проводится экспериментальная работа по определению содержания адениловых нуклеотидов в белых мышцах промысловых рыб Северного бассейна, изучение аденилатной системы осуществляется на протяжении всего годового жизненного цикла рыб. В качестве одного из объектов исследования была выбрана треска, популяция которой имеет большое промысловое значение и играет ключевую роль в экосистеме Баренцева моря и сопредельных вод.

Известно, что рыбы, как представители низших позвоночных, отличаются очень высокой пластичностью обмена веществ. Сезонные изменения физиологического состояния у половозрелых рыб заключаются в глубоких сдвигах в обмене веществ и поведении под сложным интегративным влиянием изменений в характере созревания гонад, в питании, температуре, освещенности. Зависимость химического состава тканей и общего уровня обмена веществ от периода годового жизненного цикла в разное время были рассмотрены многими авторами на примере белкового, углеводного, жирового обмена. Обмен адениловых нуклеотидов как связующее звено метаболических процессов энергетического обмена в такой же степени подтверждает эту зависимость.

Определения содержания АТФ, АДФ, АМФ, и расчет АЭЗ осуществлялись нами последовательно в различные периоды годового жизненного цикла, соответствующие разным физиологическим состояниям рыб, возраст которых составлял 7–9 лет.

Установлены следующие значения АЭЗ для самцов и самок трески: в преднерестовый период – соответственно 0,67 и 0,65, в период нереста – 0,88 и 0,79, в посленерестовый период - 0,70 и 0,66, в период нагула – 0,95 для обоих полов, в период зимовки значение энергетического потенциала у самцов и самок также в среднем одинаково и составляет 0,87.

Таким образом, обнаружено наименьшее содержание макроэргических соединений в преднерестовый период при истощении после зимовки и недостаточной обеспеченности пищей; повышение интенсивности энергетического обмена ближе к нересту, когда все биологические и физиологические ресурсы организма мобилизуются для осуществления эффективного процесса воспроизводства, и последующий его спад в восстановительный период вследствие сильного истощения; усиление фосфорилирования во время нагула обеспечивает в этот период максимальную для всего годового цикла заряженность энергетической системы высокоэнергетическими фосфатными связями.

Энергообеспечение мышечной ткани у рыб как пойкилотермных животных в значительной степени зависит от условий внешней среды, прежде всего температуры и

обеспеченности пищей. Но не меньшую роль играют и физиологические ритмы размножения, которые вызывают гораздо большие сдвиги в энергетическом метаболизме мышечной ткани, чем колебания температуры воды в зависимости от времени года. Выявленные отличия энергетического обмена у самцов и самок связаны с их разной ролью в осуществлении репродуктивной функции.

Установление значений АЭЗ мышечной ткани рыб в нормальных условиях важно для выявления отклонения этого параметра от нормы как ответа на стрессовое воздействие в условиях загрязнения.

Планируется продолжение исследования энергетического метаболизма гидробионтов Северного бассейна с целью разработки системы оценки функционирования водных экосистем, основанной на использовании аденилатного энергетического заряда в качестве биохимического индикатора состояния популяций на разных стадиях годового жизненного цикла.

Литература

1. Агатова, А.И. Биогидрохимический мониторинг шельфовых вод арктических и южных морей / А.И. Агатова, Н.М. Лапина, Н.И. Торгунова // Тез. докл. международной конференции «Биологические основы устойчивого развития прибрежных морских экосистем» 25-28 апреля 2001 г., Мурманск. – Апатиты, 2001.
2. Дьяченко, Г. И. Мониторинг окружающей среды (Экологический мониторинг) / Г.И. Дьяченко. – Новосибирск, 2003.
3. Хлебосалов, Е.И. Методы системного экологического мониторинга / Е.И. Хлебосалов. - Рязань, 2000.
4. Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга : учеб. пособие, Ч.5. – Н.Новгород : Издательство Нижегородского университета, 2003.

ПРОИЗВОДНЫЕ БЕНЗАМИДА С ВЫРАЖЕННЫМИ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ И НИЗКИМ УРОВНЕМ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Хайруллина В.Р., Герчиков А.Я., Кирлан С.А., Тарасов Г.П., Мухаметов А.Д., Гарифуллина Г.Г., Тюрина Л.А., Зарудий Ф.С.
(г. Уфа, БашГУ, кафедра физической химии и химической экологии;
e-mail: Veronika1979@yandex.ru)

Abstract. Structure- Antiinflammatory Activity» and «Structure- Toxicity» relationships at the row of non-steroid antiinflammatory drugs (NSAIDs) are investigated. By using the none-toxical structural signs, that are the characteristic of effective NSAIDs, the molecular design of 4-hydroxy-2-methyl-N-(5-methyl-1, 3- thiosoly)-2H- 1, 2- benzothiozine- 3- carboxamide- 1, 1- dioxide (meloxicam) is executed. It is resulted in 11 of low-toxic structures that have an expressed antiinflammatory action.

Селективное нестероидное противовоспалительное лекарственное средство (НПВЛС) «Мелоксикам», широко применяется в медицинской практике для облегчения болей различного генеза. Препарат преимущественно блокирует активность фермента циклооксигеназы-2 (ЦОГ-2) и в терапевтических дозах не влияет на ЦОГ-1, вследствие чего обладает благоприятным профилем гастротоксичности (1). Однако, при назначении в высоких дозах, длительном применении и индивидуальных особенностях организма селективность данного НПВЛС может снижаться. Кроме того, обнаружен кардиотоксический эффект при длительном его применении у пациентов с патологией сердечно-сосудистой системы, что характерно для всех НПВЛС, селективно угнетающих активность ЦОГ-2 (1). Согласно данным лабораторных исследований мелоксикам является высокотоксичным препаратом. Летальная доза, приводящая к гибели 50 % подопытных животных (ЛД₅₀) составляет (орально) 84 мг/кг для крыс (2). В связи с этим, поиск низкотоксичных соединений с выраженным противовоспалительным действием остается важной практической задачей.

Целью настоящей работы было теоретическое изучение структурных закономерностей эффективности противовоспалительного и токсического действия широко круга НПВЛС, а также приложение установленных закономерностей для модификации 4-гидрокси-2-метил-N-(5-метил-1,3-тиазол-ил)-2H-1,2-бензотиазин-3-карбоксамид 1,1-диоксида (мелоксикама) и поиска новых соединений с выраженным противовоспалительным действием и низким уровнем токсичности.

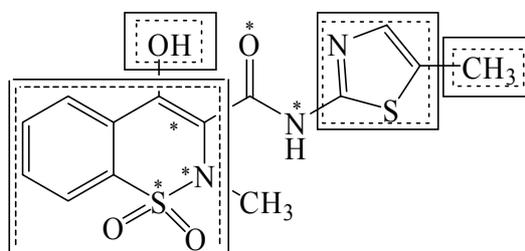


Рис. 1. Структурные фрагменты 4-гидрокси-2-метил-N-(5-метил-1,3-тиазол-ил)-2H-1,2-бензотиазин-3-карбоксамид 1,1-диоксида, оцененные по ПВА и токсичности; непрерывной чертой выделены фрагменты, вносящие отрицательный вклад в ПВА базовой структуры, пунктиром – усиливающие его токсичность (токсофоры), звездочкой обозначены антитоксофорные фрагменты.

Исследования взаимосвязи «структура – ПВА» проводили в рамках основных процедур компьютерной системы SARD-21 (System of analysis and active structures design) (3). Характер влияния структурных признаков на противовоспалительную активность (ПВА) и токсичность оценивали по коэффициенту информативности r ($-1 < r < 1$). Чем выше положительное значение коэффициента информативности, тем больше вероятность влияния данного признака на проявление эффективности противовоспалительного и токсического действия (4).

Модель распознавания и прогноза ПВА (M1) формировали в результате сочетания решающего набора структурных параметров и правил классификации в виде логических уравнений типа $C=F(S)$, где C – свойство, F – правила распознавания (алгоритм распознавания: геометрический или метод «голосования»), S – решающий набор признаков (РНП). Детальное описание методики их формирования представлено в работе (4). Теоретические исследования токсичности НПВЛС выполнены с использованием системы прогнозирования острой токсичности LD_{50} оксипроизводных ароматических гетероциклических карбоновых кислот (M2) (3). С целью выявления функциональных групп, характерных для эффективных малотоксичных соединений, проведен комплексный анализ структурных признаков двух моделей (рис.2).

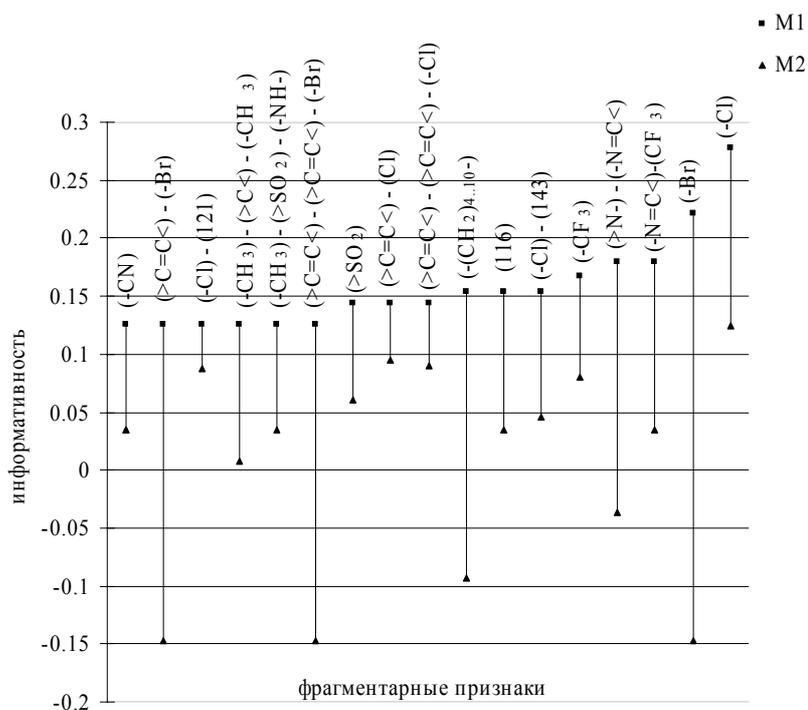
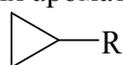
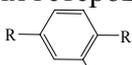


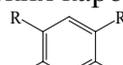
Рис. 2. Влияние структурных признаков на ПВА (M1) и токсичность (M2) оксипроизводных ароматических гетероциклических карбоновых кислот, где



116*



121*



243*

*- коды циклов при расчете

Установленные закономерности использованы для оценки вкладов структурных фрагментов молекулы 4-гидрокси-2-метил-N-(5-метил-1,3-тиазол-ил)-2H-1,2-бензотиазин-3-карбоксамид 1,1-диоксида в ПВА и токсичность, и определения приоритетных направлений модификации данного соединения (рис. 1). Выбор направлений целенаправленного дизайна проводили на основе минмаксного и

максиминного критериев теории игр по ПВА и токсичности соответственно. В первую очередь замене подлежали признаки, вносящие отрицательный вклад в ПВА и определяющие токсическое действие базовой структуры. Конструирование гипотетически активных структур с требуемыми характеристиками осуществляли заменой отдельных элементов базовых структур признаками, типичными для группы активных структур. Схема модификации 4-гидрокси-2-метил-N-(5-метил-1,3-тиазол-ил)-2Н-1,2-бензотиазин-3-карбоксамид 1,1-диоксида приведена на рис. 3. Оценку сгенерированных структур производили аналогично классификации структур обучения по сформированному для них РНП.

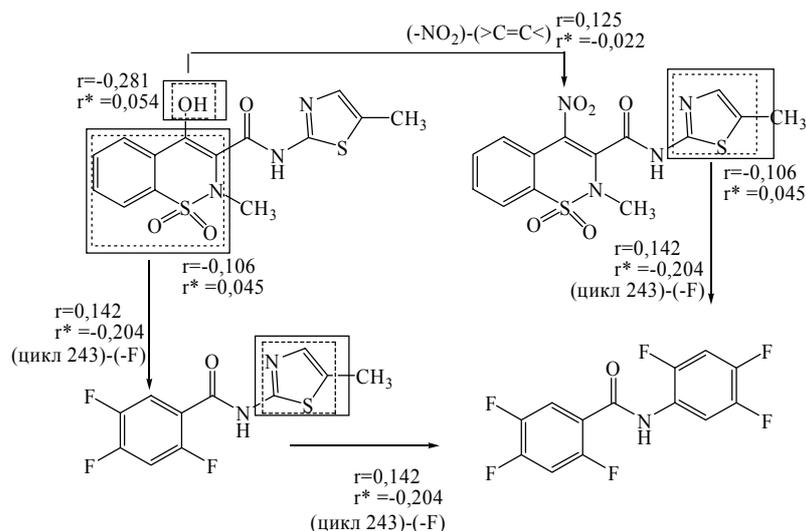


Рис. 3. Схема структурной модификации 4-гидрокси-2-метил-N-(5-метил-1,3-тиазол-ил)-2Н-1,2-бензотиазин-3-карбоксамид 1,1-диоксида, где r и r^* -информативность по M1 и M2 соответственно, - по

В результате молекулярного дизайна 4-гидрокси-2-метил-N-(5-метил-1,3-тиазол-ил)-2Н-1,2-бензотиазин-3-карбоксамид 1,1-диоксида получено 11 умеренно токсичных структур с выраженным противовоспалительным действием (рис. 4). Так, прогнозируемый нами интервал токсичности сгенерированных структур составляет 1500 – 5000 мг/кг и позволяет их отнести к третьему классу токсичности. Дополнительно нами был проведён прогноз гастротоксического действия исследуемых соединений по сформированной нами модели избирательности ингибирующего действия НПВЛС в отношении изомерных форм циклооксигеназ (4). Комплексный анализ ПВА, гастротоксичности и острой токсичности полученных нами производных бензамида в рамках используемых моделей показал, что восемь потенциально эффективных соединений 2, 4-8, 10-11 являются селективными ингибиторами ЦОГ-2, и, как следствие, характеризуются невысоким уровнем гастротоксического воздействия. Можно ожидать, что эти соединения в лабораторных испытаниях и клинических испытаниях не обнаружат ulcerогенное действие и являются экологически безопасными потенциальными лекарственными средствами. Эти результаты хорошо согласуются с литературными данными и свидетельствуют о достоверности полученных нами результатов. Так, например, согласно результатам теоретического прогноза, интервальный уровень токсичности LD_{50} базовой структуры 4-гидрокси-2-метил-N-(5-метил-1,3-тиазол-ил)-2Н-1,2-бензотиазин-3-карбоксамид 1,1-диоксида составляет менее 150 мг/кг.

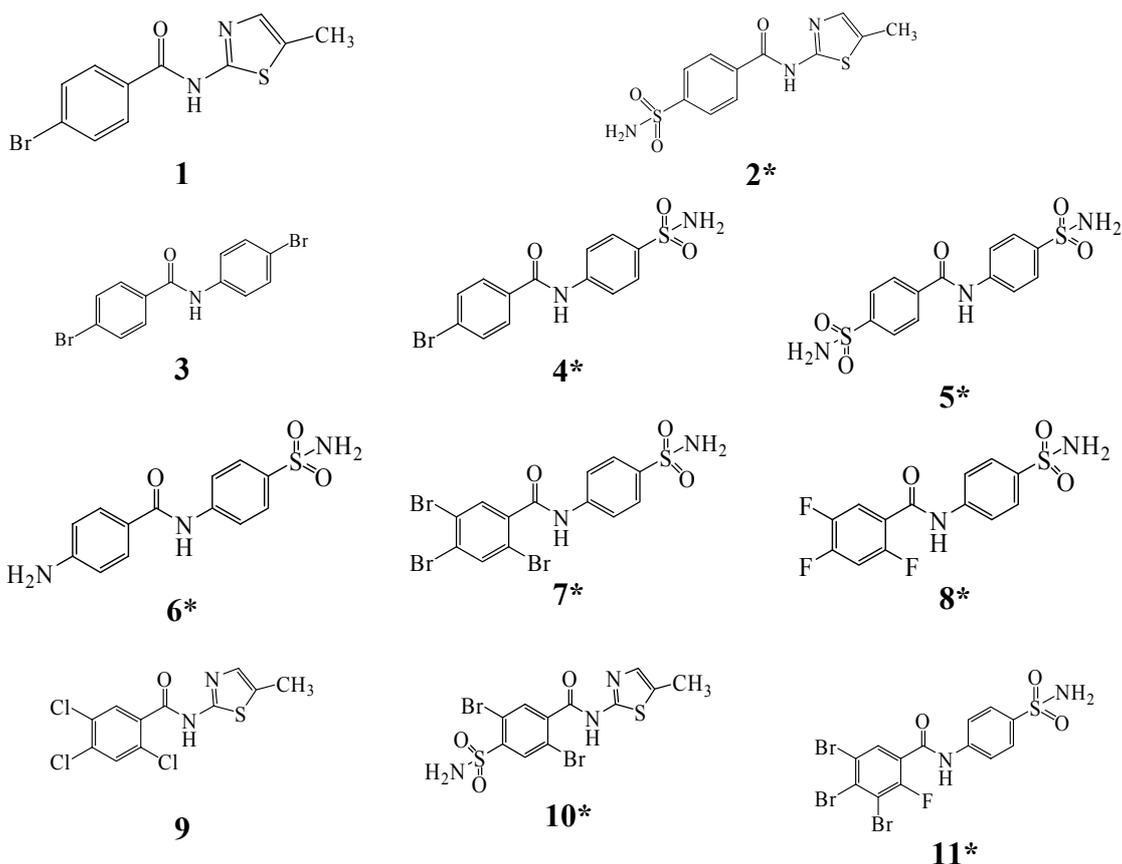


Рис. 4. Соединения с выраженной ПВА, средним уровнем токсичности и незначительным уровнем гастротоксического действия, *-селективные ингибиторы ЦОГ-2.

Таким образом, представляется перспективным синтез соединений 2, 4-8, 10-11и дальнейшее изучение их фармакологических свойств.

Работа выполнена при финансовой поддержке аналитической ведомственной целевой программы Минобрнауки РФ «Развитие научного потенциала высшей школы (2006 - 2008 годы)», проект РНП 2.2.1.1.6332.

Литература

1. Blanco F.J., Guitian R., Moreno J., de Toro F.J., Galdo F. Effect of antiinflammatory drugs on COX-1 and COX-2 activity in human articular chondrocytes // *J. Rheumatol.* 1999; 26, 1366-1373.
2. Poulsen Nautrup B, Horstermann D: Pharmacodynamic and pharmacokinetic aspects of the non-inflammatory non-steroidal agent meloxicam in dogs // *Dtsch Tierarztl. Wochenschr.* 1999;106(3), 94-100.
3. Тюрина Л.А., Тюрина О.В., Колбин А.М. Методы и результаты дизайна и прогноза биологически активных веществ Уфа: Гилем: 2007, 336
4. Хайруллина В.Р., Мухаметов А.Д., Тюрина Л.А., Гарифуллина Г.Г., Герчиков А.Я., Зарудий Ф.С. Изучение структурных характеристик эффективных противовоспалительных средств // Материалы Международной научно-технической конференции «Наука и образование – 2007». Мурманск, 831-835.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ РАЙОНАХ И НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Шашкова Е.В. (МГТУ, кафедра биохимии)

Abstract. For many decades activity of the largest enterprises of the mining industry, nonferrous metallurgy of Murmansk area has led significant, at times to irreversible consequences for flora.

Мурманская область относится к крупным горнорудным районам России. В области сконцентрированы крупнейшие предприятия горнодобывающей промышленности, цветной металлургии, деятельность которых в течение многих десятилетий привела к значительным, порой необратимым последствиям для растительного мира.

В результате хозяйственной деятельности предприятий промышленности общая площадь загрязненных земель составляет около 19250 кв.км., образуя сплошную дугообразную полосу от п.г.т. Никель до г. Полярные Зори и распространяясь далее на юг (22% западной части Мурманской области).

По степени химического загрязнения почв на территории западной части области выделены:

- территории с весьма неблагоприятным экологическим состоянием - 2100 кв.км, в т.ч. Мончегорский район площадью 1400 кв.км, можно характеризовать как район экологического бедствия;
- территория с неблагоприятным экологическим состоянием - 11500 кв.км;
- территория с умеренно неблагоприятным экологическим состоянием - 6000 кв.км.

Содержание загрязняющих веществ в почвах является интегральной оценкой антропогенного воздействия в данной конкретной точке. В течение нескольких лет Геологические службы Норвегии, Финляндии совместно с Центральной Кольской экспедицией выполнили проект экогеохимического картирования и мониторинга на территории от 24 до 35,5° в.д. и от Баренцева моря на юг до Полярного круга и границы Мурманской области с Карелией.

Проведенные исследования показали значительное влияние выбросов от промышленных предприятий на состояние загрязнения поверхностного слоя почв. Концентрации Ag, As, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Te, V в почвах отдельных районов Мурманской области достоверно выше фоновых уровней. Например, Ag (0,03-2,11) - район городов Кировск, Апатиты, Мончегорск; Al (18-1285) - район городов Кировск, Апатиты; As (0,4-18) - район городов Мончегорск, Апатиты, Кировск, Заполярный, Никель; В (0,3-10,5) - район п.Никель, Оленегорск, Апатиты, Кировск, Кандалакша, Ковдор, Зареченск; Ва (18-212) - район г.Кандалакша, Апатиты, Кировск, п.Никель, Мончегорск; Со (0,11-11,36) - Мончегорский, Оленегорский, Печенгский районы; Сг (0,6-33,4) - Мончегорский, Печенгский, Алакуртинский районы; Ni (2-1881) - Печенгский, Мончегорский районы.

Кислотность плодородного слоя почв Кольского полуострова изменяется в пределах 3,2-5,6 рН и типична для территории Северной Скандинавии.

В течение нескольких лет ОАО "Центрально-Кольская экспедиция" совместно с геологическими службами Норвегии и Финляндии выполняла эколого-геологическое картирование масштаба 1:1000000 западной части Мурманской области и прилегающих территорий Финляндии и Норвегии на общей площади 200 тыс. кв.км, в т.ч. Мурманская область - 85 тыс.км.кв.

Были проведены полевые работы по опробованию мхов и почвенных разрезов со средней плотностью одна точка комплексного опробования на 300 км.кв., и опробование озерных вод со средней плотностью одна проба на 600-700 км.кв.

Оценки уровней и категорий опасности загрязнения почв как индикаторов неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводились по показателям, разработанным при сопряженном геохимическом и гигиеническом исследовании окружающей среды городов. Они учитывают распределение как отдельных металлов, участвующих в загрязнении, так и их ассоциаций, обусловленных полиэлементностью химического состава техногенных потоков, формирующих загрязнение.

К таким показателям относятся: коэффициент концентрации химических элементов (K_k) и суммарный показатель загрязнения (Z_c).

Коэффициент концентрации - это показатель кратности превышения содержания химических элементов в точке опробования над его средним содержанием в аналогичной природной среде на фоновом участке. Фоновые участки выбираются на территориях, не подвергающихся загрязнению или испытывающих его в незначительной степени.

Суммарный показатель загрязнения (Z_c) или СПЗ, представляет собой сумму превышений коэффициентов концентраций химических элементов, накапливающихся в техногенных аномалиях, и рассчитывается по формуле.

$$Z_c = SKK-(n-l)$$

где K_k - коэффициент концентрации элементов-загрязнителей, n - число аномальных элементов.

Анализ распределения геохимических показателей, полученный по результатам опробования почв по регулярной сети дает пространственную структуру загрязнения.

Многокомпонентный состав выбросов в атмосферу обуславливает загрязнение почв специфической для конкретного источника ассоциацией элементов. Загрязненность верхнего органогенного горизонта почв (A_0) отражает суммарный показатель загрязнения, разработанный в Институте минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов [12].

Суммарный показатель загрязнения (СПЗ) представляет собой отношение суммы концентраций химических элементов, характерных для конкретного источника выбросов, в верхнем органогенном горизонте почв A_0 к сумме фоновых концентраций этих же элементов в соответствующих геологических и ландшафтных условиях и измеряется в геофонах. По величине СПЗ выделяют 4 категории загрязнения почв ассоциацией элементов: низкое (8-16 геофонов), среднее (16-32 геофона), высокое (32 - 128 геофонов) и очень высокое (более 128 геофонов).

Оценка загрязнения почв ассоциациями тяжелых металлов в промышленных районах Кольского полуострова основана на данных геохимических исследований, проведенных Центральной Кольской экспедицией в 1992 - 1995 гг.: одна точка опробования на 1 км для Кировского, Апатитского и Мончегорского районов, одна точка опробования на 100 км для Печенгского района.

Почвы Мончегорского и Печенгского районов загрязнены ассоциацией Ni-Si-Co, которая характерна для выбросов в атмосферу местных предприятий цветной металлургии. В окрестностях комбината "Североникель" (Мончегорский район) суммарный показатель загрязнения превышает 600 геофонов; загрязнение почв на значительной площади, вытянутой по меридиану в соответствии с розой ветров, характеризуется как очень высокое. В Печенгском районе форма аномалии содержания ассоциации данных тяжелых металлов в почвах так же соответствует розе ветров, но

суммарный показатель загрязнения находится в пределах 100 геофонов; наибольшее загрязнение в окрестностях комбината "Печенганикель" характеризуется как высокое.

В состав ассоциации элементов, создающей аномалию в районе городов Апатиты и Кировск, входят алюминий, стронций, фосфор, фтор. (см. Приложение 4). Сумма этих элементов более чем в 100 раз выше, чем в фоновых условиях. Происхождение этой аномалии в равной степени обусловлено как природным фактором (щелочные нефелиновые породы с фосфорно-редкометаллической минерализацией), так и техногенным (добыча и переработка руд).

Оценка опасности загрязнения почв комплексом элементов-загрязнителей по показателю Z_c проводится по оценочной шкале. Градации оценочной шкалы разработаны на основе изучения показателей состояния здоровья населения, проживающего на территории с различным уровнем загрязнения .

В формулах суммарного показателя загрязнения (СПЗ), числовой индекс, сопровождающий символ химического элемента, означает кратность средних значений коэффициентов концентрации (Кк) для всей совокупности точек входящих в контур данной аномалии, например: $Si_{74} - Ni_{58} - Co_{19} - As_5 - (Pb-Zn-S)_2$.

Ориентировочная оценочная шкала уровней и категорий опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения Z_c .

Литература

1. Доклад по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов Мурманской области в 2005 году, - Комитет по природным ресурсам и охране окружающей среды Мурманской области – Мурманск: 2006.
2. Состояние окружающей природной среды Мурманской области в 2001 году, - Министерство природных ресурсов Российской Федерации, Комитет природных ресурсов по Мурманской области Мурманск: 2006.
3. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.:Изд. МГУ. 1979. С.407-408.
4. Перельгин В.М., Разнощик В.В. Гигиена почвы и санитарная очистка населённых мест гигиенические основы охраны окружающей среды. М.:Медицина, 1977. С.191.
5. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве. М.: Изд. МЗ СССР. 1982. С. 5-33.

К ВОПРОСУ БИОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ БАРЕНЦЕВА МОРЯ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Широкая Т.А. (МГТУ, кафедра биохимии, e-mail: shirokayta@rambler.ru)

Abstract. The data of biochemical investigations (period 1998–2005) of the rows Kola Bay (Barents Sea) commercial fish species for estimating the status indicator of hydrobionts as components of water ecosystems of Kola North in conditions of man-made pollution have been considered in this paper. The analysis of data has shown seasonal nature of the dynamics of contents of the basic chemical characteristics (water, total, protein and amine nitrogen, water-soluble protein, lipids, mineral) and biochemical properties (the activity of proteases) of fishes.

1. Введение

Водные экосистемы Кольского Севера, отличаясь повышенной чувствительностью к воздействиям, наиболее остро испытывают антропогенную нагрузку. Баренцево море представляет собой важную часть арктической среды. В первую очередь загрязнению подвержены заливы и губы Баренцева моря, в пределах которых расположены города и поселки, где ведется производственная и хозяйственная деятельность. В этом плане особое место принадлежит Кольскому заливу – самому крупному фиорду Кольского полуострова, который является рыбохозяйственным водоемом высшей категории, и уже сравнительно давно характеризуется достаточно высоким уровнем загрязнения.

Поэтому актуальной проблемой является оценка воздействия загрязнения на состояние гидробионтов. Возможным путем к ее решению являются биохимические исследования гидробионтов как компонентов водных экосистем Кольского Севера, т.к. организмы способны очень быстро отвечать на изменения факторов окружающей среды перестройкой химического состава и биохимических механизмов, что позволяет использовать данные показатели функционального состояния организмов для оценки биологического эффекта загрязнения (*Агатова и др.*, 2001). Биохимический мониторинг водных экосистем Северного бассейна является неотъемлемым и важным компонентом биологического мониторинга, позволяющим провести комплексную диагностику функционирования экосистем (*Лукьянова*, 2002; *Лукьянова и др.*, 2002; *Христофорова*, 1989).

Целью данной работы явилось выявление биохимических особенностей тканей гидробионтов (рыб), наиболее характерных для Кольского залива Баренцева моря в условиях антропогенного загрязнения.

Нами были проведены исследования сезонной динамики химического состава и биохимических свойств ряда промысловых рыб, характерных для вод Кольского залива и прибрежной зоны Баренцева моря на разных стадиях жизненного цикла (1998–2005 г.г). Результаты данных исследований сравнивались с результатами, полученными в лаборатории биохимии гидробионтов ПИНРО и с результатами предыдущих экспериментов, ранее проводимых в лабораториях биохимии (1990–1997).

2. Материалы и методы исследования

Объектами биохимического исследования явились следующие промысловые гидробионты Кольского залива Баренцева моря:

- пикша *Melanogrammus aeglefinus*, род *Melanogrammus*, семейство тресковые – GADIDAE, отряд трескообразные – GADIFORMES;
- треска *Gadus morhua morhua*, род *Gadus*, семейство тресковые – GADIDAE, отряд трескообразные – GADIFORMES;
- сайка (полярная тресочка) *Boreogadus saida*, род *Boreogadus*, семейство тресковые – GADIDAE, отряд трескообразные – GADIFORMES;
- песчанка *Ammodytes marinus*, род *Ammodytes*, семейство песчанковые – AMMODYTIDAE, отряд окунеобразные – PERCIFORMES.

Для каждого периода жизненного цикла выбранных гидробионтов определяли: содержание влаги, общего азота, белкового азота, небелкового азота, фракции водорастворимого белка, аминного азота, активность тканевых протеолитических ферментов, липидов, минеральных веществ, макроэргических соединений.

3. Результаты и обсуждение

В ходе наших исследований было проведено изучение сезонной динамики химического состава и биохимических свойств ряда промысловых видов рыб Кольского залива Баренцева моря за период 1998–2005 гг.

Исследована динамика влагосодержания (1998–2005 гг.) в мышечной ткани гидробионтов в течение годового цикла. Установлено, что наибольшее содержание влаги для мышечной ткани пикши и трески наблюдается в посленерестовый период в диапазоне 81,3–83,8 %. Наименьшее содержание влаги (73,1 – 78,4 %) отмечено в конце периода нагула и зимовки и в преднерестовый период, что согласуется с литературными данными (Константинова, 1997; Костылев, Рябошапко, 1982; Лебская, 1998). Для трески минимальное содержание влаги отмечено в преднерестовый период.

Исследована сезонная динамика содержания белка в мышечной ткани гидробионтов в зависимости от периода годового цикла. Наименьшее содержание белка для мышечной ткани трески и пикши отмечено в посленерестовый период (май – июнь). Наибольшее содержание белковой фракции в мышечной ткани пикши и трески наблюдается перед нерестом.

Проведенный нами расчет белково-водного показателя Б/В для разных периодов жизненного цикла рыб, показал, что наиболее низкая величина показателя характерна для посленерестового периода. К периоду нагула и зимовке белково-водный показатель повышается (за исключением трески), к преднерестовому периоду снижается. Характер сезонной динамики величин белково-водного показателя Б/В согласуется с литературными данными (Лебская и др., 1993; Лебская и др., 1998), но наши исследования показали снижение значений показателя для всех сезонов.

Исследование динамики содержания аминного азота в мышечной ткани рыб показало, что исходная величина данного показателя возрастает в осенний период, более низкое содержание характерно для преднерестового периода и нереста – 25 – 40 мг %. Наиболее высокое содержание аминного азота отмечено для периода нагула – 50–60 мг %.

В отношении относительной активности тканевых протеолитических ферментов в мышечной ткани промысловых видов рыб можно отметить, что наиболее высокая активность протеолитических ферментов мышечной ткани характерна для преднерестового периода и нереста, наиболее низкая – для посленерестового.

Исследована сезонная динамика содержания жира в мышечной ткани гидробионтов в зависимости от периода годового цикла. Для пикши и трески наибольшая массовая доля липидов отмечена в преднерестовый период, что согласуется с полученными нами данными по влагосодержанию данных видов гидробионтов. Самое низкое содержание липидной фракции для исследованных видов

рыб характерно для нерестового и посленерестового периода, связанное с интенсивной мобилизацией жировых запасов для энергетического обеспечения синтеза генеративной ткани, процесса созревания гонад и затем – нереста, что согласуется с литературными данными (Константинова, 1997; Костылев, Рябошапко, 1982; Лебская, 1998).

На основе анализа данных по динамике содержания макроэргических соединений в мышечной ткани гидробионтов, установлено, что наиболее высокое содержание аденозинтрифосфорной кислоты характерно для преднерестового периода и нереста, наименьшее содержание макроэргов наблюдается в посленерестовый период (истощенное состояние рыбы).

Проанализирована динамика содержания минеральных веществ в мышечной ткани промысловых рыб. Содержание золы по нашим данным колеблется от 0,85–1,00 до 1,10–1,65, в среднем составляя 1,20 %. Зависимости от стадии жизненного цикла не наблюдается.

Полученные нами результаты по содержанию влаги, белка, жира, золы в мышечной ткани исследованных гидробионтов Кольского залива за период с 1998 по 2005 гг. сравнивали с литературными данными (ПИНРО) за предыдущий период (до 1998 г.).

При сравнении полученных нами данных по влагосодержанию с литературными установлено, что для исследованных гидробионтов Кольского залива наблюдается среднегодовое снижение содержания влаги в мышечной ткани гидробионтов в исследованный нами период; для пикши, трески, песчанки – на 6%, для сайки – на 7%.

В отношении белка при сравнении полученных результатов с данными ПИНРО (до 1998 г.) отмечено снижение содержания показателя в исследованный период нами период для всех видов рыб, при этом для сайки и песчанки на 8 %, пикши и трески на 5 и 7 % соответственно.

При сравнении полученных нами данных по содержанию липидов за период с 1998 по 2005 гг. с данными ПИНРО до 1998 установлено, что для всех видов исследованных рыб отмечено увеличение содержания липидов (для трески $A=16\%$, для песчанки $A=14\%$, для пикши $A=10\%$). Повышение концентрации липидов в мышечной ткани рыб может являться ответной реакцией гидробионтов на антропогенное воздействие.

В отношении содержания минеральных веществ в мышечной ткани гидробионтов по нашим данным отмечено повышение данного показателя (для песчанки $A=16\%$, для сайки – $A=14\%$, для пикши и трески – $A=8\%$). Данный факт может свидетельствовать о накоплении тяжелых металлов в мышечной ткани гидробионтов в прибрежных районах, испытывающих значительную антропогенную нагрузку, что подтверждается литературными данными (Экология промысловых..., 2001).

Проведенные исследования промысловых гидробионтов были направлены на выявление особенностей их химического состава, биохимических свойств с целью установления характерных биохимических маркеров, дающих возможность решить проблему биоиндикации состояния гидробионтов Северного бассейна, оценить на молекулярном уровне степень негативного антропогенного воздействия.

Установлены следующие закономерности: динамика содержания основных химических показателей в исследованных гидробионтах носит сезонный характер. Выявлено, что наибольшее содержание влаги, наименьшее содержание белка и липидов, низкая активность протеолитических ферментов, низкий белково-водного показатель Б/В, низкое содержание аденозинтрифосфорной кислоты для мышечной ткани рыб наблюдается в посленерестовый период. Наименьшее содержание влаги,

наибольшее содержание липидов, более высокий белково-водный показатель, наибольшее содержание белка и наиболее низкое содержание аминного азота отмечены в зимний период и преднерестовый. В преднерестовый период и нерест выявлено наиболее высокое содержание аденозинтрифосфорной кислоты и наиболее высокая активность протеолитических ферментов мышечной ткани. В отношении содержания минеральных веществ зависимости от стадии жизненного цикла не наблюдается.

Отмечены некоторые отличия химического состава гидробионтов в период 1998–2005 гг. по сравнению с периодом до 1998 года. Так, для большинства видов рыб отмечено общее снижение содержания влаги, белковой фракции, увеличение содержания липидов и минеральных веществ в исследованный период нами, что может являться ответной реакцией гидробионтов на воздействие антропогенного загрязнения. Особое положение в этом отношении занимают пикша и треска, для которых в большей степени выявлено нарушение сезонной динамики химического состава и биохимических свойств.

Литература

1. Агатова А.И., Лапина Н.М., Торгунова Н.И. Биогидрохимический мониторинг шельфовых вод арктических и южных морей. Биологические основы устойчивого развития прибрежных морских экосистем: Тез. докл. Международной конференции 25-28 апреля 2001 г., Мурманск – Апатиты, с.7–9, 2001.
2. Константинова Л.Л., Двинин Ю.Ф., Лебская Т.К., Кузьмина В.И. Технохимические свойства промысловых рыб Северной Атлантики и прилегающих морей Северного Ледовитого океана. Мурманск, Изд-во ПИНРО, 183 с., 1997.
3. Костылев Э.Ф., Рябошапка А.П. Биохимия сырья водного происхождения. М., Легкая и пищевая пром-сть, с.54–59, 1982.
4. Лебская Т.К., Двинин Ю.Ф., Константинова Л.Л., Кузьмина В.И. Технохимический состав и биохимические свойства гидробионтов прибрежной зоны Баренцева и Белого морей. Мурманск, Изд-во ПИНРО, 150 с., 1993.
5. Лебская Т.К., Двинин Ю.Ф., Константинова Л.Л., Кузьмина В.И., Толкачева В.Ф., Мухин В.А., Шаповалова Л.А. Химический состав и биохимические свойства гидробионтов прибрежной зоны Баренцева и Белого морей. Мурманск, Изд-во ПИНРО, 150 с., 1998.
6. Лукьянова О.Н. Использование молекулярных биомаркеров для оценки состояния гидробионтов при самоочищении морской среды. Новые технологии в защите биоразнообразия в водных экосистемах: Тез. докл. Международной конференции 27–29 мая 2002 г. Москва, с.39, 2002.
7. Лукьянова О.Н., Ковалев Н.Н., Черкасова А.И. Биохимические маркеры в экотоксикологическом анализе водных экосистем. Новые технологии в защите биоразнообразия в водных экосистемах: Тез. докл. Международной конференции 27–29 мая 2002 г. Москва, с.40, 2002.
8. Христофорова Н.К. Биоиндикация и биомониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами. Л., Наука, 192 с., 1989.
9. Экология промысловых видов рыб Баренцева моря / Коллектив авторов. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001. – 461 с.

СЕКЦИЯ
«ЭНЕРГЕТИКА И ТРАНСПОРТ»

Секция «Энергетика и транспорт»

БАЯСГАЛАН ЗАГДХОРОЛ. Дополнительные системные услуги	662
ГАЙСИН И.Т., САФИУЛЛИН А.Р. Влияние транспорта на состояние окружающей среды республики Татарстан	666
ИВАННИКОВА Н.Ю. Оценка энергоемкости выпускаемой продукции, как обобщающего параметра энергосбережения.....	669
КАРПОВ В.Н., ИВАННИКОВА Н.Ю. Проблемы энергосбережения в АПК	674
МИСЮРИН С.Ю. Позиционный привод, базовая система уравнений в безразмерных переменных.....	679
ПУЗИНА Е.Ю. Пути экономии электроэнергии в системе электроснабжения путевых машинных станций.....	682
МАЛЫШЕВ В.С., ДОЛМАТОВА Е.С. Использование показателей эко-эффективности при проведении технико-экономического обоснования в теплоэнергетике.....	684
КАРПОВ В.Н., ИВАННИКОВА Н.Ю. Математические методы энергосбережения в АПК	689
МАЛЫШЕВ В.С., БАБОШИН А.А. Методика обработки результатов косвенного индицирования	695
ЛЕСИХИНА Н.А. Перспективы освоения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии на Кольском полуострове.....	698
САБИРОВА Я.М. Методика проведения аудита промышленного объекта с целью установления его энергетического и материального балансов	702
ПОПОВА О.М. Стратегия экоэффективности	706
ПОПОВА О.М. Реформирование жилищно-коммунального хозяйства города Мурманска	709
КОРОЛЕВ С.В. Разработка энергосберегающих мероприятий в теплоэнергетическом комплексе Мурманской области.....	711
МАЛЫШЕВ В.С. Энергоснабжение изолированных удаленных потребителей.....	714

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ

Баясгалан Загдхорол (г. Москва, МЭИ(ТУ), кафедра ЭЭС,
e-mail: zagdaal@yahoo.com)

Abstract. At transition from the integrated regulation of electric power industry to the separate regulation of its segments in the field of the production of electric power, is formed the market for electric power with the development of its technological and commercial infrastructures. Technological control of wholesale market requires the development of the existing system for operative - dispatching control and creation on its basis of the system operator (SO), which ensures operational- technological (dispatcher) control of market.

Дополнительные системные услуги - это услуги, которые традиционно предоставляются системным оператором для обеспечения основной услуги - выработки активной мощности и отпуска ее в сеть энергосистемы. Чтобы обеспечить надежное электроснабжение потребителей и высокое качество поставляемой электроэнергии, одной основной услуги недостаточно. Необходимо также ряд дополнительных услуг, которые не всегда предоставляются непосредственно потребителям, но все дополнительные услуги имеют отношение к процессам диспетчеризации, торговли и поставки электроэнергии потребителям. Системный оператор может участвовать в привлечении инвестиций в генерирующие мощности и в электрическую сеть, но эта его деятельность не относится к дополнительным услугам.

Переход к либеральному рынку, основанному на конкуренции, и стремление к снижению цены на электроэнергию отражаются на качестве электроснабжения. Надежность работы энергосистем может снизиться по следующим причинам [1, 3]:

- большое количество участников рынка, которые строят отношения между собой на основе двусторонних контрактов;
- противоположность интересов участников рынка;
- в стремлении максимизировать собственную выгоду участники рынка оказывают постоянное давление на системного оператора, принуждая снижать резервы, отказываться от регулирования, полностью использовать пропускную способность линий электропередач;
- неопределенность в планировании и ведении режимов работы энергосистем, особенно в части загрузки электрических сетей, в том числе межсистемных и межгосударственных;
- возникновение непредвиденных перегрузок линий электропередач;
- недостаток оперативных резервов мощности;
- трудности с регулированием частоты;
- ослабление дисциплины при предотвращении и ликвидации аварий.

Системные услуги - это деятельность, обеспечивающая надежность работы энергосистемы и электроснабжения потребителей, а также стабильное значение частоты и напряжения в соответствии с установленными стандартами. Получение системных услуг позволяет всем субъектам энергетического рынка полностью использовать экономические преимущества работы в энергосистемах.

Классификация дополнительных системных услуг проводится исходя из полезного эффекта, который они приносят, а не в соответствии со способом их предоставления.

К дополнительным системным услугам относятся [2]:

1. Балансирование по активной мощности (поддержание стабильной частоты)

2. Поддержание стабильности напряжения (для конечных потребителей)
3. Обеспечение надежной системы электропередачи
4. Экономическое распределение нагрузки
5. Обеспечение исполнения торговых сделок
6. Поддержание способности генерирующих агрегатов к автономному пуску в случае полного останова системы.

Балансирование системы по активной мощности и поддержание стабильности частоты

Частота в энергосистеме определяется равновесием между предложением и спросом на электроэнергию. Стабильность частоты не может быть обеспечена каждым в отдельности системным оператором, но все они обязаны осуществлять балансировку потоков активной мощности на границе своей зоны управления с коррекцией по частоте. Когда в каждой энергосистеме осуществляется такая балансировка, действия системных операторов по оказанию этой услуги совместно обеспечат стабильность частоты.

Поддержание стабильного напряжения для потребителей электроэнергии.

Пассивное поддержание напряжения обеспечивается имеющимися в системе батареями конденсаторов, а активное поддержание напряжения осуществляют электростанции. Поддержание напряжения обеспечивается за счет производства реактивной мощности, которую трудно передавать по сети. Поэтому закупка реактивной мощности на конкурентных принципах сложна, однако эту проблему можно решить с помощью долгосрочных контрактов, которые обеспечивают конкуренцию за счет появления на рынке новых участников.

Для поддержания стабильного напряжения некоторые специалисты предлагали организовать отдельный рынок реактивной мощности, работающий параллельно с рынком активной мощности. При этом предполагалось, что на этом рынке будет устанавливаться равновесная цена за реактивную мощность. Многочисленные внешние факторы, связанные с потреблением реактивной мощности, не позволяют организовать рынок реактивной мощности на основе двусторонних контрактов. Потребители реактивной мощности покупали бы в этом случае слишком малые объемы реактивной мощности у далеко расположенных источников ее производства. К сожалению, с передачей реактивной мощности возникают большие трудности. Ее потери при передаче примерно в десять раз больше, чем потери активной мощности. Поэтому биржевая торговля реактивной мощностью в реальном времени столкнулась бы с большими проблемами использования рыночной силы.

Для исполнения своих функций системному оператору должна быть предоставлена возможность покупки реактивной мощности по долгосрочным контрактам с выделением достаточного времени для участия в конкурентном отборе различных поставщиков реактивной мощности. Однако в данном случае рыночная сила могла бы быть применена при продаже этих контрактов раньше, чем появятся конкурирующие поставщики. До появления конкурирующих поставщиков системному оператору, возможно, придется использовать свою монополистическую силу при приобретении услуги по поставке реактивной мощности или прибегнуть к ценовому регулированию для того, чтобы обеспечить покупку этой услуги за разумную цену в ближайшей перспективе.

Обеспечение надежной работы системы электропередачи.

Меры для обеспечения надежной работы системы передачи электроэнергии можно принять заранее с помощью регламентации прав на передачу или использования рынка

электроэнергии на сутки вперед с локализованными ценами. В реальном времени для этого необходимо использовать балансирующий рынок с локализованными ценами.

Экономическое распределение нагрузки

Системный оператор обязан принимать участие в оказании этой услуги, если он управляет работой балансирующего рынка. Он может принимать участие в ее оказании при управлении биржей электроэнергии на сутки вперед, но ему приходится единолично предоставлять эту услугу в случае пула.

Экономическое распределение нагрузки, сводится в основном к использованию самых дешевых генерирующих мощностей. Эта задача состоит из двух основных частей:

- 1) определения генерирующих агрегатов, которые должны быть запущены, т. е. решения задачи выбора состава генерирующего оборудования,
- 2) определения нагрузки каждого из включенных генерирующих агрегатов.

Однако большинство агрегатов, которые запущены, используются на полную мощность кроме случаев, когда происходит изменение режима их работы или когда они остаются во включенном состоянии, чтобы избежать затрат на выключение вечером и включение утром (при этом в течение всей ночи они работают с минимальной нагрузкой).

Если в реальном времени удастся осуществлять распределение нагрузки экономически эффективным образом, рынок на сутки вперед не оказывает влияния на эффективность работы рынка. Поскольку условия производства и потребления мощности в реальном времени неизвестны до наступления самого момента реального времени, задача экономического распределения нагрузки в реальном времени является очень важной. Поскольку многие генерирующие агрегаты требуют много времени на пуск, а их затраты на пуск велики, рынок на сутки вперед играет важную роль в создании условий для эффективного экономического распределения нагрузки в реальном времени.

Существует три основных подхода к экономическому распределению нагрузки:

- 1) торговля по двусторонним контрактам,
- 2) централизованная биржа электроэнергии на сутки вперед,
- 3) централизованный пул на сутки вперед.

В рамках первого подхода задача распределения нагрузки решается самими поставщиками электроэнергии и торговыми посредниками-трейдерами оптового рынка электроэнергии.

В рамках второго подхода системный оператор организует работу биржи на сутки вперед. Биржа электроэнергии определяет известную всем участникам рыночную цену, которая может использоваться биржей для выбора состава работающих агрегатов или поставщиками для самостоятельного выбора моментов включения своих агрегатов в ходе нескольких раундов подачи заявок.

В рамках третьего подхода пул принимает от поставщиков многокомпонентные заявки, и системный оператор решает задачу оптимизации распределения нагрузки между ними, используя всю имеющуюся в заявках информацию. Полученные результаты решения задачи оптимизации затем используются для управления фактическим распределением нагрузки в реальном времени с учетом рассчитанных цен и гарантии оплаты для включенных агрегатов.

При использовании этого подхода системный оператор предоставляет в полном объеме услугу по решению задачи выбора состава генерирующего оборудования. В рамках всех указанных подходов распределение нагрузки зависит от поставщиков электроэнергии и складывающейся рыночной цены, при этом, если рынок является конкурентным, распределение нагрузки будет обеспечивать производство электроэнергии с затратами, близкими к их наименьшему уровню.

Если системный оператор опирается на конкурентный балансирующий рынок, этот рынок обеспечит экономическое распределение нагрузки. Если системный оператор для обеспечения разгрузки соответствующей линии электропередачи предпочтет использовать другие инструменты, такие как пропорциональное сокращение передачи мощности по всем заключенным контрактам участников рынка или аннулирование одного такого двустороннего контракта, то его действия могут войти в противоречие с принципами экономического распределения нагрузки. Кроме того, еще далеки от завершения дискуссии по поводу того, насколько можно повысить эффективность работы рынка при централизованном решении задачи выбора состава генерирующего оборудования в реальном времени.

Обеспечение исполнения торговых сделок между участниками рынка.

Как только электроэнергия поступает в сеть, нельзя определить, от кого получена эта электроэнергия, и поэтому права собственности на электроэнергию теряются. В итоге двусторонняя торговля электроэнергией становится невозможной, если не ввести некий заменитель прав собственности, действие которого будет обеспечивать системный оператор или в случае торговли между разными зонами диспетчерского управления - координирующий орган более высокого уровня. Для работоспособности такой системы обеспечения прав собственности необходимо осуществлять измерение потоков электроэнергии у всех участников торговли, вести учет всех сделок, а также предоставить оператору определенные полномочия по обеспечению исполнения торговых сделок в целях предотвращения возникновения или возмещения разности между зарегистрированными объемами сделок и фактическими потоками электроэнергии.

Вывод

При переходе от интегрированного регулирования электроэнергетики к раздельному регулированию ее сегментов в области производства электроэнергии, формируется рынок электроэнергии с развитием его технологической и коммерческой инфраструктур. Технологическое управление оптовым рынком требует развития существующей системы оперативно-диспетчерского управления и создания на ее основе Системного оператора, обеспечивающего оперативно-технологическое (диспетчерское) управление рынком. Роль СО и его системные услуги в технологической инфраструктуре оптового рынка – ключевая.

Литература

1. Шкатов Владимир. Системные услуги на рынке электроэнергии. "Энергорынок". 2004. №9
2. Стофт С. Экономика энергосистемы. Введение в проектирование рынков электроэнергии: Пер. с англ.-М.:Мир, 2006.
3. Осика Лев. Технологические аспекты работы генерирующих компаний на рынке дополнительных системных услуг. "Энергорынок". 2005. №5

ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТА НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Гайсин И.Т., Сафиуллин А.Р. (г. Казань, ТГГПУ, кафедра экономической географии и методики обучения географии, e-mail: airat-safiullin@mail.ru)

Abstract. In this work short description is given influence of a transport complex on an environment on the example of Republic Tatarstan.

Транспортный комплекс в Республике Татарстан является одним из системообразующих отраслей экономики, обеспечивающих территориальную целостность и единство экономического пространства. В республике развиты все виды транспорта. Более развит грузовой железнодорожный транспорт. Практически к каждому крупному промышленному предприятию подведены железнодорожные ветки. Общая длина железнодорожных путей в 2003 г. составила 868 км. Все железнодорожное хозяйство относится к Горьковской и Куйбышевской железным дорогам. Крупные города республики соединены железными дорогами. Северная линия проходит по маршруту Казань-Арск-Агрыз. Южная линия из Казани через Буинск-Ульяновск-Нурлат-Бугульму-Уруссу. Действует также железная дорога по маршруту Агрыз-Менделеевск-Набережные Челны-Заинск-Бугульма.

Водный транспорт в республике, благодаря наличию двух крупнейших рек европейской части России, тоже развит хорошо. Большинство крупных судов принадлежит Обществу «Татфлот». Внутренние водные судоходные пути в 2003 г. составили 1052 км. В последние годы пассажирский транспорт переживает кризис. Грузовой транспорт из-за дешевизны перевозок грузов может составить конкуренцию другим видам транспорта. Необходимо отметить высокую степень изношенности судов речного флота. Авиационный транспорт республики, несмотря на наличие мощного авиационного производства, испытывает кризис. Основными причинами кризиса являются дороговизна перевозок и выработка ресурсов самолетов. После развала «Аэрофлота» - крупнейшей в мире авиакомпании - образовавшиеся вместо него мелкие компании часто не могут себе позволить обновлять парк самолетов. В республике существуют государственная авиакомпания «Татарские авиалинии» и несколько частных авиакомпаний. За последние годы объем пассажиро- и грузоперевозок сократился.

Трубопроводный транспорт развит хорошо. Через территорию Татарстана проходят несколько нефте- газо- и продуктопроводов. Самые известные из них газопровод Уренгой - Помары - Ужгород и нефтепровод «Дружба». Магистральные трубопроводы для транспортировки нефти на 2003 г. составляли 5887 км. Вышеперечисленные виды транспорта оказывают незначительный вред экологии РТ. Несравнимо больший вред приносит автомобильный транспорт. Количество автомобилей ежегодно увеличивается на несколько процентов. Если в 1995 г. было зарегистрировано 407 тыс. автомобилей, то в 2000 г. количество автомобилей достигло 562 тыс. штук. Рост произошел за счет увеличения личных автомобилей.

Автотранспортом предприятий всех видов деятельности республики (с учетом малых автопредприятий и предпринимателей, занимающихся коммерческими грузовыми перевозками) в 2005 году перевезено на коммерческой основе 7,7 млн.т. грузов (118,7 % к уровню 2004 г.), грузооборот составил 1247 млн. ткм (119,9 %). Специализированными предприятиями автомобильного транспорта, с учетом малых

автопредприятий и предпринимателей, занимающихся коммерческими грузовыми перевозками, перевезено 6749,5 тыс.т. грузов (122,2 % к уровню 2004 г), грузооборот составил 1190,6 млн.т. км (119,8 %).

Из общего объема грузовых перевозок 75,8 % (5114 тыс.т.) приходится на крупно и средне специализированные автопредприятия (3).

Общий выброс загрязняющих веществ в атмосферу в 2000 г. от автотранспорта составил 214400 т, или 41 % от общего объема выбросов по РТ. Однако в некоторых городах выбросы от автотранспорта превышают выбросы от стационарных источников загрязнений. Так, в Казани доля выбросов от автотранспорта составляет 60 %, в Зеленодольске - 57 %, Бугульме - 76 %, Альметьевске - 71,5 %, Н. Челнах - 71,7 %, Чистополе -76% (3).

С целью контроля за соответствием автотранспортных средств экологическим нормам с 2000 г. Минприроды РТ на всей территории республики проводятся операции «Чистый воздух» В операции принимают участие представители Минприроды РТ, Государственной транспортной инспекции РТ, подразделения МВД РТ. Воздухоохранная работа была проверена на более 229 автотранспортных предприятий, транспортных цехов промышленных предприятий и организаций республики. Контроль на токсичность и дымность прошли 3105 автомашин, в том числе 1902 с бензиновыми и 1203 с дизельными двигателями. Превышение норм токсичности (дымности) выявлено у 356 автомашин, что составило 11,4% против 8,2% в 2005 г. Наряду с проверкой предприятий проводятся и проверки автомобилей на наиболее оживленных трассах. Всего инструментальный контроль прошли более 8 тыс. автомобилей. По данным наблюдений за состоянием воздушного бассейна, осуществляемых Управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по Республике Татарстан, уровень загрязнения атмосферного воздуха в 2006 году по сравнению с 2005 годом в Казани увеличился с "высокого" (ИЗА=10.1) до "очень высокого" (ИЗА=14.65). Среднее за 8 месяцев 2006 года содержание формальдегида в атмосферном воздухе Казани составило 4.8 ПДК (предельно допустимая концентрация), максимальная из разовых концентраций формальдегида достигла 87.1 ПДК (уровень экстремально-высокого загрязнения) (5).

Анализ результатов данной операции показывает снижение количества автомобилей не соответствующих требованиям по сравнению с предыдущими годами. Это объясняется, прежде всего, усилением инструментального контроля и обновлением автомобильного парка, где процент иномарок с каждым годом увеличивается. Другой причиной, влияющей на уровень загрязнения, является низкое качество горючего, прежде всего дизельного топлива (5).

Продолжаются работы по осуществлению республиканской программы по сокращению выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств. В крупных городах республики работают автозаправочные станции по обслуживанию автомобилей, переоборудованных на газовое топливо, которое является экологически чистым. В 2000 г. переоборудовано на потребление газа более 300 автомобилей. Особенно перспективным является переоборудование на газовое топливо пассажирского автотранспорта. В целях активизации работ по переводу автотранспортных средств на малотоксичные виды моторного топлива, и, прежде всего сжатый природный газ, постановлением КМ РТ от 10.12.99. г. № 814 «О дальнейшем совершенствовании экономического механизма природопользования в РТ» полностью отменены платежи за загрязнение атмосферного воздуха передвижными источниками, использующими сжатый природный газ в качестве моторного топлива.

Литература

1. Гайсин И.Т., Хусаинов З.А., Галимов Ш.Ш. География и экология Республики Татарстан: Учебное пособие.-Казань: изд-во КГПУ, 2003 г.
2. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Татарстан в 2000 г.- Казань, 2001 г.
3. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Татарстан в 2006 г.- Казань,2007 г.
4. Экономическая и социальная география Республики Татарстан: Учеб. пособие/ Под редакцией И.Т. Гайсина.- Казань: изд-во КГПУ, 2005
5. <http://info.tatcenter.ru>

ОЦЕНКА ЭНЕРГОЕМКОСТИ ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ, КАК ОБОБЩАЮЩЕГО ПАРАМЕТРА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Иванникова Н. Ю. (МГТУ, кафедра энергетики и транспорта)

Переход от схем размещения оборудования к процессовому представлению схем энергетики потребителя [1] существенно расширяет возможность оценки эффективности использования энергии. О возможностях определения перерасхода энергии по отношению к ее минимальному значению, равному $Q^{уд}R$, уже говорилось ранее. Отмечено также, что энерготехнологические процессы (ЭТП) позволяют установить численные предельные значения относительных энергоемкостей ($Q_{эмин}=1$, $Q_{эмакс}=2$) линий, обеспечивающих подвод энергии к процессу. В этой статье речь пойдет о влиянии на эффективность использования энергии и пространственных (объемных) и режимных (во времени) особенностей самих ЭТП. Эти особенности в полной мере находят отражение в выражении сохранения энергии, имеющем в общем случае вид $Q_n - Q_k = \Delta Q$. Отметим, что упорядоченный объем в виде цилиндра характеризуется двумя плоскостями подвода энергии, расстояние между которыми дает возможность определять функцию потерь по x и ее производную. В частности, в случае линейной функции потери $\Delta Q = Q'_x$. В отличие от теоремы Лагранжа о приращениях функции при постоянной производной приращение не делится на две части точкой, соответствующей равенству реальной и средней производной. Поэтому значение Q'_x может быть одновременно отнесено к любой точке x . Физический смысл процесса в соответствии с законом сохранения заключается в том, что потери энергии представляют собой интегральное значение по длине элемента. Но объемный принцип энергии не позволяет представить потери в виде функции только координаты x , поскольку предельное ее значение при $dx \rightarrow 0$ также стремится к нулю, поэтому первообразную функцию следует считать отсутствующей. Для практических исследований и расчетов целесообразно либо использовать в качестве энергетического параметра мощность и ее функцию от x , либо вводить конечные приращения Δx , соответствующие конечным приращениям объема. Очевидно, указанные обстоятельства нашли отражение в формуле Бугера для снижения интенсивности луча электромагнитной энергии (мощности), в которой подынтегральная функция $I'_x = \frac{dI}{dx}$ представлена как линейная зависимость от начального значения $I_0 a$. Соответственно, размерный коэффициент $a = \frac{I'_x}{I_0}$ представляет собой относительное изменение параметра интенсивности на единицу длины. Такой подход позволил получить первообразную функцию в виде экспоненциальной зависимости $I = I_0 e^{-ax}$, позволяющей определить I на любом расстоянии x от точки, соответствующей значению I_0 . Из изложенного следует сделать вывод о том, что при анализе эффективности энерготехнологических процессов следует в качестве основного энергетического параметра использовать мощность.

Для определения возможных причин, снижающих энергетическую эффективность процессов, отметим еще раз, что существенными факторами являются свойство (состояние) самих сред воспринимать (поглощать) энергию, возможность препятствования потерям и синхронность подвода и отвода энергии. Доступность измерений энергетических параметров (в частности, энергии) позволяет использовать в качестве основного математического выражения закон сохранения. Такой важный

фактор стабильной эффективности как синхронность изменения конечных мощностей позволяет контролироваться эффективность через относительную энергоёмкость $Q_3 = P_n / P_k$, остающуюся постоянной при синхронном изменении. Переход к относительным параметрам, составивший суть метода конечных отношений (МКО) не изменяет трехкомпонентную структуру выражения сохранения, что гарантирует полноту анализа энергетического процесса. Более того, выражение сохранения в параметрах МКО позволяет осуществлять контроль над величиной потерь энергии, которые в большинстве случаев оказываются или неизмеряемыми вообще или трудно измеряемыми. Применительно к ЭТП конечный параметр определяется результатом R при известном идеальном расходе энергии $Q^{уд}$, т.е. $Q_k = Q^{уд} \cdot R$ (или $P_k = Q^{уд} \cdot R'$, где R' – производная). Поэтому относительная энергоёмкость результата определяется сравнительно легко, что позволяет в большинстве случаев оценить энергетическое совершенство ЭТП, не прибегая к эксплуатационным исследованиям, и наметить меры, снижающие потери. Однако ряд важных факторов зависит именно от эксплуатационных особенностей ЭТП. Одна из основных движущих или неподвижных технологической среды во время ЭТП.

Влияние этой особенности можно рассмотреть на примере нагрева воды подводом электрической энергии во вспомогательном ЭТП2. Ограничительным параметром является температура воды. Отвод энергии осуществляется нагретой водой. Наиболее благоприятным с точки зрения эффективности использования энергии является режим проточного нагрева, когда подведенная мощность обеспечивает требуемую температуру, а отвод энергии с нагретой водой осуществляется одновременно с подводом энергии. Естественно, нагретая вода должна сразу использоваться по назначению. Синхронность подвода и отвода энергии обеспечивает стабильность относительной энергоёмкости, а ее значение зависит от теплоизоляции технологической установки и точности управления подводимой мощностью по температуре.

Если нагрев воды не проточный, то это предполагает несинхронность конечных энергетических параметров. Это приводит к различным выражениям закона сохранения. Не рассматриваем переходный процесс нагрева воды от начальной температуры до требуемой. Для нагретой воды при отсутствии отбора $Q_k = 0$, поэтому выражение сохранения получает вид $Q(t) = -\int P(t) dt$, т.е. израсходованная на нагрев энергия будет превращаться в потери, а количество энергии для эффективного использования, равное разности подведенной энергии и потерь, будет со временем уменьшаться, а относительная энергоёмкость будет возрастать. Наличие системы автоматического поддержания температуры будет еще более снижать эффективность процесса.

Наиболее серьезные особенности имеют место в ЭТП3, обеспечивающих условия жизнедеятельности (обогрев помещений, освещение, вентиляция и др.). При обогреве помещений технологический отвод энергии, как правило, отсутствует, подвод можно считать равномерным по объему, поэтому выражение сохранения превращается в двухкомпонентное тождество, т.е. равенство подводимой мощности и потерь, определяемых в практическом осуществлении удельным тепловым сопротивлением ограждения $R^{уд}$, его площадью A и разностью внутренней и наружной температуры. В общем случае выражение баланса имеет вид

$$P_{\text{подв}} = P^{уд} \cdot A \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}})$$

В качестве результата ЭТП можно считать температуру $t_{\text{вн}}$. Очевидно, что ее энергоёмкость является переменной величиной и функцией наружной температуры. Общее значение потребленной на отопление энергии будет зависеть от

продолжительности отопительного сезона и кривой изменения внешней температуры, поэтому график потребления энергии практически не подлежит коррекции. Реальными возможностями энергосбережения можно считать усиление теплоизоляции помещения (снижение R^{yT}), частичное замещение расхода энергии за счет возобновляющихся источников.

При освещении помещений нормируемым параметром является освещенность E , определяющая среднюю удельную мощность на 1 м^2 освещаемой поверхности A . Минимизация мощности в основном достигается использованием источников света с

высокой эффективной отдачей $h \left[\frac{\text{ЛМ}}{\text{Вт}} \right]$:

$$P = \frac{1}{h} E \cdot A$$

Режим работы осветительной установки определяется изменением естественной освещенности в помещении, наличием или отсутствием людей в нем, технологическими требованиями к освещенности. Использование автоматических систем отслеживания параметров, соответствующих указанным факторам, позволит снизить расход энергии.

На предприятиях АПК вентиляция помещения, как правило, превращена в многофункциональный процесс (удаление влаги, вредных газов, обогрев помещения и др.). Высокая энергоемкость процесса прежде всего связана с обогревом. Поскольку процесс балансируется равенством объемов нагнетаемого в помещение воздуха и удаляемого, то энергетический баланс может существовать только при неизменной его теплоемкости. На самом деле нагнетаемый воздух подогревается и поступает на удаление с более высокой температурой. Основной мерой снижения энергоемкости может служить разделение процессов, осуществляемых вентиляцией, и энергетическая оптимизация каждого из них. Применяемые методы утилизации сбросного тепла как вторичного энергоресурса существенно не улучшает ситуацию.

Кроме энергетического несовершенства ЭТП перерасход энергии может возникать в энергетическом оборудовании. Основанием для такого утверждения служит то, что оборудование, выбираемое по максимальной нагрузке (для обеспечения надежности) с наивысшим КПД на самом деле большую часть времени работает в режиме меньших нагрузок, при которых КПД ниже номинального. Следует, однако, отметить, что, несмотря на всю сложность происходящих в потребительской системе процессов она работает устойчиво, без кризисных проявлений, т.е. система обладает свойством самоорганизации. Существующий коммерческий учет потребляемой энергии позволяет определять среднее значение энергоемкости продукции за определенные промежутки времени и судить о динамике этого показателя. Однако, дать сравнительную характеристику (насколько он может быть снижен) невозможно, как невозможно определить по показанию входного счетчика адресные (по элементам) показатели потерь. Получение ответов на эти вопросы представляет собой первый этап энергосбережения. Описанный ранее метод конечных отношений, предусматривающий непрерывное измерение энергии в начале и в конце каждого элемента, позволяет определить энергоемкость происходящих в нем процессов. Такое обследование энергетической линии, составленной из последовательных элементов, включая последний – ЭТП, позволит ответить на вопрос о количественном перерасходе энергии (по известной удельной энергии и по объему полученного результата) и о вкладе каждого элемента в этот перерасход. Но для таких измерений должна быть создана специальная информационно-измерительная система (ИИС) со специальными методиками измерений и обработки данных (описание такой системы и результатов ее

испытаний будут приведены в последующей статье). Использование ИИС по заказу потребителя в целях энергосбережения вполне может быть названо добровольным техническим энергоаудитом. По результатам аудита должны быть обоснованы и реализованы меры по энергосбережению. Это будут второй и третий этапы совершенствования системы энергообеспечения. Важно отметить, что если эти меры дадут статический эффект энергосбережения (например, при замене неэффективных ламп на эффективные) или, если эффект в динамике будет поддерживаться автоматически (например, частотное регулирование асинхронного двигателя), то для дальнейшего контроля эффективности будет достаточно существующего коммерческого учета. Таким образом, энергосбережение может рассматриваться как сложная услуга с кратковременным вмешательством в систему потребителя, обеспечивающим долговременный эффект за счет снижения потребления энергии. Это дает основание говорить об особых организационно-экономических формах и масштабах оказания такой услуги.

Построение энергетической системы потребителя в виде разветвленной сети определяет алгоритм и объекты обследования – каждый ЭТП и каждый элемент соответствующей ему линии. После минимизации потерь и определения нового уменьшенного значения относительной энергоемкости потребленная энергия в каждой i -ой ветви составит $Q_{\text{потр } i} = Q_{\text{э}i} \cdot Q_i^{\text{уд.}} \cdot R_i$. Поэтому новое показание входного счетчика энергии уменьшится за соответствующий интервал времени, если интегральные значения результатов всех ЭТП остаются такими, какими они были до реализации мер по энергосбережению. Однако, сохраняется возможность вернуть энергопотребление к прежним объемам. Тогда энергосбережение будет реализовано в виде дополнительного объема результата ЭТП (например, дополнительный выпуск продукции).

Подводя итог по всей энергетической системе потребителя, необходимо отметить три существенных аспекта.

Изменение потерь в любой энергетической линии, составленной из различных элементов, является реакцией на изменение их "состояния" как функции многих факторов (проводимости, изоляционных свойств, износов, загрязнений, параметров окружающей среды и т.п.). Поэтому контроль относительной энергоемкости является одновременно и диагностическим мероприятием. Современные информационные технологии позволяют разложить общую энергоемкость линии на составляющие не только по элементам, но и по природе происхождения.

Определение энергоемкости продукции предусматривает определение полного расхода энергии всей системой потребителя на ее производство за определенный период непрерывного времени. Введенное разнообразие ЭТП (три основных вида) позволяет, как было показано, минимизировать потери и энергоемкость результата в линии каждого из них. Но для предельной минимизации энергоемкости продукции (результата только одного ЭТП) требуется синхронизация режимов получения результатов в двух других видах ЭТП, что в принципе невозможно. Например, в односменном производстве продукция производится 8 часов в сутки, а обогрев помещения осуществляется непрерывно (но в течение отопительного сезона), режим искусственного освещения определяется природно-климатическими суточными циклами. Поэтому расчетное значение энергоемкости продукции даже в оптимизированной (по частным ЭТП и элементам) системе нельзя считать оптимальным, а следует рассматривать как компромиссное, требующее дополнительного специального анализа.

Третий аспект касается энергетической системы предприятия, производящего сельскохозяйственную продукцию. Основной особенностью этих предприятий является наличие в них биологического объекта (животное, птица, растения, биотехнология), на

который нельзя переносить столь удобное в технических системах понятие "производственный энерготехнологический процесс". Отсутствует возможность получить минимальный расход энергии на получение единицы продукции в виде теоретической константы. Более глубокое изучение особенностей приводит к резкому разделению энергетики производства животноводческой и растительной продукции. Поэтому в агропромышленном комплексе мероприятия по энергосбережению в технических элементах и технологиях должны быть дополнены учетом свойства биосистем адаптироваться к условиям, что существенно усложняет моделирование всей энергетической системы производства и предъявляет дополнительные требования к профессиональной подготовке энергетиков для АПК.

Литература

1. Карпов В.Н. Энергосбережение. Метод конечных отношений. СПб.: СПбГАУ, 2005. – 137 с.

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В АПК

Карпов В.Н., Иванникова Н.Ю. (МГТУ, кафедра энергетике и транспорта)

Острота проблемы энергосбережения в АПК проявилась особенно очевидно после реформирования сельскохозяйственного производства и вовлечения его в рыночные условия. В дополнение к существовавшим факторам актуальности, таким, например, как ограниченность топливных ресурсов, вредное воздействие энергетических объектов на окружающую среду, добавились удельные – высокая энергоемкость продукции, низкая энерговооруженность труда, существенно меньшее среднегодовое потребление энергии на сельского жителя по сравнению с городским. Эти факторы не только стали подтверждением актуальности проблемы энергосбережения и существования серьезных недостатков сельской энергетики [1], но только выявили существование глубинных недостатков в отраслевой системе энергоиспользования, но и показали, что они являются важнейшими факторами производственной сферы сельских районов, т.к. могут определять уровень экономического состояния отдельного производства через конкурентоспособность продукции, влиять на направленность демографических процессов в определенной местности через комфортность бытовых и привлекательность социальных условий. Указанные обстоятельства побуждают к тщательному анализу работы потребительских энергетических систем, прежде всего производственных, как создающих экономическую основу существования сельского сообщества. Основу потребительской системы составляют установки, основное и вспомогательное оборудование, целесообразно размещенные в производственных помещениях. Эта система, представляемая обычно в виде схемы размещения оборудования, является результатом инженерного проектирования, методы которого могут показать, насколько недостаточно при проектировании учитываются требования энергосбережения. Создание потребительской системы может проходить несколько последовательных этапов, характеризующих повышающиеся уровни совершенства технической системы. К примеру, сначала определяется потребное годовое количество энергии, по которому создаются топливный и энергетический ресурсы, и подтверждается финансовая состоятельность предприятия. Затем рассчитывается годовой график мощностей, по которому проверяется способность энергоснабжающего оборудования обеспечить максимальные мощности. Для сельскохозяйственных предприятий, имеющих, как правило, значительные земельные площади, важно оценить ресурс нетрадиционных источников энергии и вторичные энергоресурсы, которые могут использоваться для частичного замещения покупаемой энергии. Основным этапом создания потребительской энергосистемы является выбор конкретного оборудования, осуществляется который по принципу максимальной потребной мощности. Следование этому принципу при последующей эксплуатации с соблюдением нормативных требований обеспечивает надежную и бесперебойную работу энергетического оборудования. Место установки энергетического оборудования задается, как правило, размещением технологического оборудования и технологическими требованиями. Таким образом создается статическая (не мобильная) пространственная энергетическая система, являющаяся объектом деятельности энергетической службы предприятия. Как видим, ни на одном из этапов ее создания не возникла необходимость анализа каких-либо процессов и тем более оценки их эффективности. Однако, выбор эффективного оборудования, как правило, по номинальному КПД не гарантирует сохранения его высокой эффективности в частичных (не номинальных) режимах.

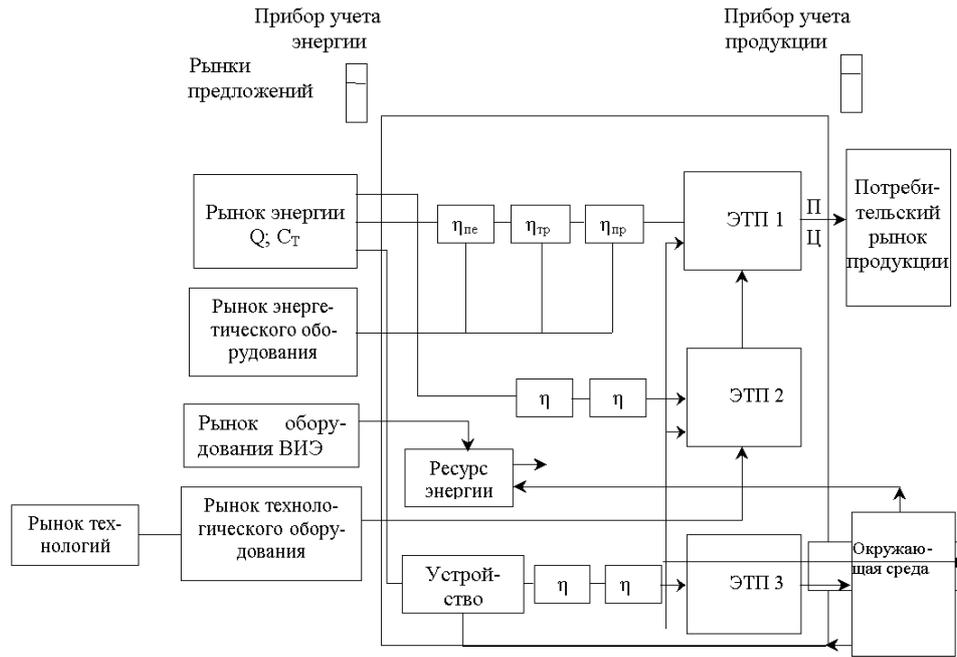


Рис.1

Поскольку понятие энергосбережения базируется на удельных энергетических параметрах (основной – энергоёмкость продукции) предложено [2] схему размещения оборудования дополнить энерготехнологическими процессами (ЭТП), сохранить вынужденный (коммерческий) учет, а рыночные условия производства разделить на две части – обуславливающие затраты и выручку (см. рис. 1). Отличительной особенностью такой схемы является наличие в ней элементов, явно означающих не оборудование, а энергетический процесс (ЭТП). Именно эти процессы определяют цель потребления всех видов энергии, поскольку каждый из них обеспечивает получение какого-либо частного результата путем использования энергии, без которого невозможно осуществление всей совокупности производственных процессов. Конкретное назначение ЭТП позволяет классифицировать их по трем видам [2]:

- основной производственный (ЭТП1), результатом которого является продукция, реализуемая на рынке;
- вспомогательные (ЭТП2), обеспечивающие основной ЭТП1, в частности, подготовки сырья (размол, дробление, сушка, увлажнение, смешивание, формовка и т.п.);
- процессы, обеспечивающие необходимые условия жизнедеятельности, условия выращивания растений, условия содержания животных или птицы (ЭТП3) (температура, освещение, вентиляция и т.д.).

Указанные виды ЭТП охватывают все необходимые для производства продукции процессы, но, что наиболее важно, вкладывают новое содержание в создание системы обеспечения производства энергией, дополняющее и развивающее этап выбора оборудования. Новизна заключается в том, что каждый ЭТП позволяет уточнить вид необходимой энергии и рассмотреть несколько альтернатив, дает более точное представление о режиме использования энергии и на основе научного анализа процесса позволяет определить минимальный расход энергии для получения необходимого результата (R) ЭТП. Минимальный расход энергии при известном объеме произведенного результата ЭТП определяется через теоретическое значение удельного расхода энергии $Q^{уд}$ или по значению научно обоснованной нормы расхода $Q_{норм.}$, т.е. $Q_{min} = Q^{уд} \cdot R$. В качестве примеров можно привести константы, используемые при расчете нагрева воды, сушке материалов, теплопроводности теплоизоляционных

материалов, нормы освещенности. Существование минимального значения расхода энергии в ЭТП означает, что причиной повышенного расхода энергии на вводе в производственный объект является сама система энергоподвода к ЭТП, точнее свойства ее элементов и режимы потребления. Поскольку ЭТП принципиально меняют подход к оценке назначения системы энергообеспечения производственного потребителя необходимо дать определение основным понятиям.

Прежде всего, следует обособить термин "энергообеспечение производства", отделив его от термина "энергоснабжение". Под энергообеспечением производства следует понимать процесс надежного и бесперебойного подвода энергии ко всем энерготехнологическим процессам производства в минимальном количестве, обеспечивающем получение необходимого результата в каждом из них. Такая формулировка предполагает решение оптимизационной задачи как при проектировании системы энергообеспечения, так и при ее эксплуатации.

Энерготехнологическим процессом (ЭТП) в общем случае следует считать процесс энергетического воздействия на определенную (технологическую) среду с целью придания ей определенного свойства (выявления определенного признака), превращающего среду в необходимый результат процесса. Следует отметить, что, несмотря на общую формулировку понятия, реально существует большое разнообразие ЭТП по видам энергии, по организации воздействия (поверхностное, объемное, импульсное и т.д.), по степени фиксированности энергии в полученном результате (от фиксированной энергии в созданной или разрушенной структуре до существования результата только при постоянном подводе энергии), по влиянию окружающей среды как объективного внешнего фактора на получение результата (например, комфортной температуры в помещении, освещенности).

Разделение ЭТП по видам не исключает их фундаментальную общность, заключающуюся в том, что получение результата в каждом из них требует затрат энергии, минимальное количество которой предполагается вычислимым. Следовательно, можно считать, что предельное значение параметра энергетической оптимизации при наличии ЭТП известно. Однако, имеется и столь же фундаментальное различие между видами ЭТП. Оно прежде всего выражается в том, что на получение всех ЭТП затрачиваются средства, рассчитываемые как приведённые затраты, а реализуется на рынке и участвует в компенсации затрат результат только производственного ЭТП. Это приводит к существенному несоответствию между долей себестоимости, определяемой затратами на энергию всех ЭТП, и теоретическим минимальным расходом энергии на единицу продукции только в ЭТП1. Это обстоятельство предполагает необходимость обоснования специальных методов учета эффективности использования энергии при производстве продукции. С точки зрения энергосбережения это обстоятельство означает, что оптимальное значение энергоёмкости может быть получено путем оптимизации (минимизации) энергоёмкости результатов всех ЭТП потребительской системы и это, в свою очередь, требует разработки и применения единой (унифицированной) методики анализа эффективности любых энергетических процессов. Следует также отметить, что доля энергии в себестоимости продукции зависит от её стоимости и режимных свойств энергетического и технологического оборудования. Это предполагает тщательный и профессиональный мониторинг рынка предложений. Поскольку оборудование и технологии закладываются в проект, то в мероприятия по энергосбережению должна включаться экспертиза проектов. На рис.1 сделана попытка показать, что для энергетической службы предприятия рыночные условия это не только конкурентоспособность собственной продукции, но и профессиональное умение осуществлять конкурентный выбор оборудования и технологий на рынке предложений.

Итак, на основе изложенного появление задачи энергосбережения можно описать следующим образом. Если на входе в энерготехнологический процесс установить счетчик энергии, то его показание через определенное время будет больше, чем расчетный расход на произведенный результат R , т.е.

$$Q_{\text{потр}} > Q^{\text{уд}} R \quad (1)$$

Найдем численное значение превышения потребленной энергии над расчетным значением, взяв их отношение, которое можно назвать относительной энергоемкостью Q_3 результата [3]:

$$Q_3 \frac{Q_{\text{потр}}}{Q^{\text{уд}} \cdot R} = \frac{Q_R}{Q^{\text{уд}}} \quad (2)$$

где Q_R – фактическая энергоемкость результата ЭТП.

Из выражения (2) следует, что для ЭТП относительная энергоемкость есть отношение фактической энергоемкости к минимальной. Поскольку задачей энергосбережения является снижение энергоемкости результата, то из выражения (2) следует первый этап ее решения – анализ причин, определяющих высокое значение $Q_{\text{потр}}$, т.е. фактически потребленной энергии.

Несмотря на эвристический характер параметра относительной энергоемкости, отметим, что введение ЭТП в потребительскую энергосистему существенно изменило представление о ней: из совокупности практически ничем не связанных единиц оборудования она превратилась в пространственную систему, состоящую из энергетических элементов и образованных ими линий, по которым однонаправленно передается энергия и в конце каждой из них ее использование в ЭТП позволяет получить необходимый результат, энергоемкость которого выше, чем теоретическое или нормативное значение. Таким образом, не только работоспособность оборудования, но и энергия становится главным объектом анализа, цель которого – определение причин для каждого элемента энергетической системы, приводящих к повышению энергоемкости каждого ЭТП и, в конечном счете, продукции.

Энергетическая схема (рис.1) дает достаточно полное представление о структуре потребительской системы. Она может быть представлена как отдельными элементами, передающими энергию, трансформирующими ее параметры, преобразующими энергию из одного вида в другой, так и энергетическими линиями, образованными последовательно соединенными элементами. Оконечным элементом каждой линии является энерготехнологический процесс того или иного вида. Энергоемкость результата в любом ЭТП, таким образом, будет определяться потерями в элементах, включая ЭТП, образующих энергетическую линию. Существует стандартный метод определения потерь в технических элементах, заключающийся в измерении энергетических параметров (энергии или мощности) в начале и в конце элемента и нахождении разности между ними.

$$Q_{\text{н}} - Q_{\text{к}} = \Delta Q \quad (3)$$

Метод основан на законе сохранения энергии, выражением которого и является равенство (3). В [2] предложено оценивать эффективность процессов передачи и преобразования энергии также отношением конечных параметров, названным относительной энергоемкостью $Q_3 = Q_{\text{н}} / Q_{\text{к}}$. Этот параметр всегда больше единицы. Если в выражении (*) вынести $Q_{\text{к}}$, то получим

$$\frac{Q_{\text{н}}}{Q_{\text{к}}} - 1 = \frac{\Delta Q}{Q_{\text{к}}} \text{ или } Q_3 - 1 = \Delta Q^* \quad (4)$$

Таким образом, эффективность передачи энергии через любой элемент может быть определена тем же относительным параметром, что и в ЭТП при получении

результата. Легко показать, что относительная энергоемкость процесса передачи энергии через линию с последовательными элементами равна произведению энергоемкостей, образующих эту линию [3], т.е.

$$Q_{э, \text{лин}} = \prod_{i=1}^n Q_{эi} \quad (5)$$

где n – число элементов.

Из универсальности относительного параметра следует вывод о том, что он может служить единым для всей потребительской системы критерием энергетической эффективности. Наименьшее значение критерия (нижний предел оптимизации) $Q_э=1$. Следует отметить, что при изменении знака потерь этот критерий может быть меньше единицы, т.е. в элементе будет происходить увеличение начальной энергии (например, в зеркальном резонаторе лазера). В качестве наибольшего значения относительной энергоемкости для простых предающих элементов и ЭТП следует считать $Q_э=2$. Оно получается при процессах, в которых в соответствии с выражением сохранения, $Q_к=\Delta Q$. В самом деле при превышении значения $Q_э=2$ элемент из передающего превращается в преимущественно рассеивающий энергию. Что касается сложных физических процессов, происходящих в преобразователях, то в них значение относительного критерия зависит от его научно-технического уровня. Например, преобразователи электрической энергии в свет могут иметь значение критерия эффективности от 100 (плохая лампа накаливания) до примерно 1,6 (лампа накаливания с телом накала из нанонитей).

Подводя итог можно отметить, что введение в энергетическую систему потребителя энерготехнологических процессов позволило сместить ее содержание с оборудования на энергетические процессы, анализ эффективности которых приводит к ответу на вопрос о причинах повышения энергоемкости продукции. Наиболее изученные энерготехнологические процессы позволили обосновать метод получения количественной оценки эффективности энергетических процессов как в отдельных элементах, так и в энергетических линиях, установить критерии оптимизации. Поскольку энергосбережение предусматривает снижение энергоемкости продукции, то решение этой задачи можно рассматривать как оптимизацию процессов во всех элементах энергетического оборудования. Так как оборудование профессионально выбирается по максимальной нагрузке и обеспечивает надежность энергоподвода, то энергосбережение следует рассматривать как оптимизацию энергетических процессов во всех реальных режимах нагрузки для всех ЭТП (не только производственных). Очевидно, достижение этой цели сопряжено с задачами получения большого объема информации, методов ее обработки и использования с целью повышения общей энергетической эффективности потребительской системы.

Литература

1. Методические вопросы развития сельских районов /Х.З.Барабанер, В.М.Никитин, Т.И.Ключкова и др. – Иркутск: СЭИ, 1989.
2. Карпов В.Н. Энергосбережение. Метод конечных отношений. СПб, СПбГАУ, 2005. – 137 с.
3. Карпов В.Н. Введение в энергосбережение на предприятиях АПК. СПб, СПбГАУ, 1999. – 72 с.

ПОЗИЦИОННЫЙ ПРИВОД, БАЗОВАЯ СИСТЕМА УРАВНЕНИЙ В БЕЗРАЗМЕРНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ

Мисюрин С.Ю. (г. Москва, Институт машиноведения РАН)

Почти во всех механических системах применяемых в транспорте используются различные типы приводов (гидравлический, пневматический, электрический и др.) В данной работе, при исследовании приводов, производится переход к безразмерным переменным, что обеспечивает единство представлений систем уравнений различных типов приводов.

Базовая система уравнений динамики позиционного привода любого типа включает в себя три основные группы уравнений:

- движения,
- связи входного управляющего воздействия и вызываемой им движущей силой двигателя,
- функционирования системы управления.

Способ изменения движущей силы двигателя зависит от типа последнего. Например, в электродвигателях постоянного тока изменить вращающий момент можно изменением напряжения питания, сопротивления якорной цепи; движущая сила гидро- и пневмодвигателя определяется перепадом давления на рабочем органе (поршне), регулировать который можно изменением площадей проходных сечений каналов, давления питания.

Для удобства сравнительного анализа двигателей различных типов введем некоторую относительную меру управляющего воздействия $0 < |\gamma| < 1$ в долях от его максимальной величины. Так для электродвигателя постоянного тока $\gamma = U/U_{\max}$, где U - текущее значение напряжения питания, U_{\max} - его максимальное значение. Для гидро- или пневмодвигателя $\gamma = h/h_{\max}$, где h - текущее значение смещения распределительного органа (золотника) от его среднего значения, h_{\max} - максимальная величина смещения.

С учетом этого уравнение связи между управляющим воздействием γ и движущей силой двигателя P будет представлено функцией $P(\gamma)$, которая может быть достаточно сложной и включать в себя целый ряд соотношений и условий.

Уравнение функционирования системы управления можно записать в виде функции $\gamma = \gamma(x_i)$, где x_i - сигналы, подаваемые на вход системы управления, генерирующей сигнал γ . В качестве x_i могут использоваться сигналы положения рабочего органа, его скорости, ускорения; движущей силы, давления в рабочих полостях двигателя.

В результате базовая система уравнений динамики позиционного привода принимает вид:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = P + P_r \\ P = P(\gamma) \\ \gamma = \gamma(x_i) \end{cases} \quad (1)$$

где P_r - сила внешнего сопротивления (полезная нагрузка, трение и т.п.).

Позиционный привод с идеальным двигателем

Под идеальным двигателем понимается двигатель, движущая сила которого пропорциональна управляющему воздействию γ и не зависит от каких-либо других факторов; т.е.

$$P = P_L \cdot \gamma, \quad (2)$$

где P_L - максимальное значение P .

Механические характеристики идеального двигателя представляют собой семейство вертикальных прямых, каждая из которых соответствует определенному значению γ и, следовательно P , для всего диапазона изменения текущей скорости \dot{x} (Рис.1).

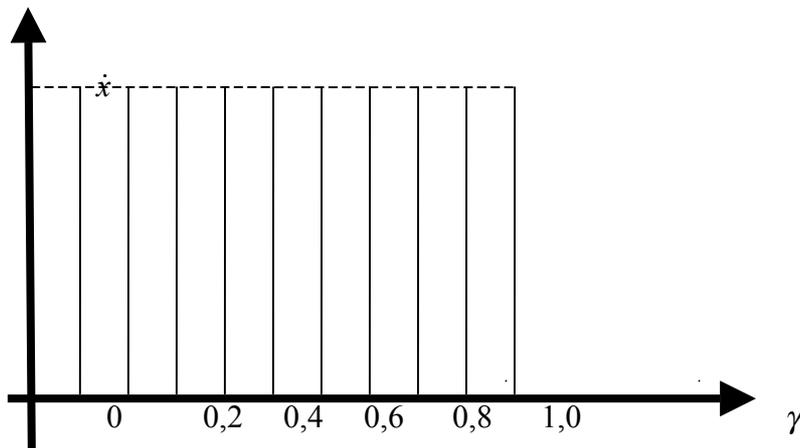


Рис.1

Линейная система управления.

Простейшей аналоговой позиционной системой управления линейного типа является система с ПД-регулятором, в котором используются обратные связи по положению и скорости исполнительного органа. Уравнение функционирования такой системы регулирования имеет вид

$$\gamma = K_{PX} (\bar{x} - x) - K_{P\dot{X}} \cdot \dot{x} \quad (3)$$

где K_{PX} и $K_{P\dot{X}}$ - коэффициенты усиления в контурах обратной связи по положению и скорости. Ограничения $0 < |\gamma| < 1$ принимают здесь вид соотношений:

$$\begin{aligned} \gamma &= K_{PX} (\bar{x} - x) - K_{P\dot{X}} \cdot \dot{x} && \text{при} && |K_{PX} (\bar{x} - x) - K_{P\dot{X}} \dot{x}| < 1 && (4) \\ \gamma &= 1 * \text{sgn}(K_{PX} (\bar{x} - x) - K_{P\dot{X}} \dot{x}) && \text{при} && |K_{PX} (\bar{x} - x) - K_{P\dot{X}} \dot{x}| \geq 1 \end{aligned}$$

В дальнейшем будем полагать, что конечная точка \bar{x} совпадает с началом координат ($\bar{x}=0$); тогда уравнения динамики позиционного привода с идеальным двигателем и ПД-регулятором принимают вид:

$$m\ddot{x} = P + P_r; \quad P = P_L \cdot \gamma; \quad \gamma = -K_{PX} \cdot x - K_{P\dot{X}} \cdot \dot{x}, \quad (5)$$

где γ должно удовлетворять условиям (4).

Как видно из соотношений (4) и (5), рассматриваемая система является линейной только в части функционирования регулятора в ограниченном диапазоне изменения положения и скорости исполнительного органа. В то же время эта система обладает существенной нелинейностью, поскольку вне указанного диапазона наступает

режим насыщения, когда регулятор работает в пассивном режиме, выдавая сигнал $\gamma = 1$.

Введем безразмерные переменные τ , ξ и δ , связанные с действительными переменными t (временем), x и P соотношениями

$$t = t^* \tau; \quad x = x^* \cdot \xi; \quad P = P^* \cdot \delta \quad (6)$$

и подставим эти соотношения в исходную систему (5), выбрав следующие масштабы измерения безразмерных переменных:

$$t^* = (ms / P_L)^{0,5}; \quad x^* = s; \quad P^* = P_L, \quad (7)$$

где s - ход исполнительного органа и поскольку координата конечной точки $\bar{x} = 0$, величина хода s совпадает со значением начальной координаты положения исполнительного органа $|x_0|$.

В результате получаем безразмерный аналог системы (5):

$$\ddot{\xi} = \delta - \delta_r; \quad \delta = \gamma; \quad \gamma = -\kappa_{PX} \cdot \xi - \kappa_{P\dot{X}} \cdot \dot{\xi} \quad (8)$$

с ограничениями при $|\kappa_{PX} \cdot \xi + \kappa_{P\dot{X}} \cdot \dot{\xi}| < 1$ $\gamma = -\kappa_{PX} \cdot \xi - \kappa_{P\dot{X}} \cdot \dot{\xi}$
 при $|\kappa_{PX} \cdot \xi + \kappa_{P\dot{X}} \cdot \dot{\xi}| \geq 1$ $\gamma = 1 * \text{sgn}(-\kappa_{PX} \cdot \xi - \kappa_{P\dot{X}} \cdot \dot{\xi})$.

Здесь: $\kappa_{PX} = K_{PX} \cdot (s / P_L)$; $\kappa_{P\dot{X}} = K_{P\dot{X}} \cdot (s / P_L m)^{0,5}$; $\delta_r = P_r / P_L$. (9)

Данное представление является достаточно удобным при синтезе механизмов и можно показать что безразмерные уравнения различных типы приводов будут иметь вид 8-9.

Литература

1. Крейнин Г.В., Мисюрин С.Ю., Яшина М.А. «К синтезу позиционной системы с гидроприводом, механизмом передачи движения с переменным передаточным отношением комбинированной нагрузкой. // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2004, №5 с3-8.

ПУТИ ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПУТЕВЫХ МАШИННЫХ СТАНЦИЙ

Пузина Е.Ю. (г.Иркутск, ИРГУПС, кафедра электроснабжение железнодорожного транспорта, e-mail: puzina@irgups.ru)

Abstract. The valid arrangements per saving electric power in the system power supply of the machine's way station set in this article.

Для выполнения капитального, среднего и подъёмочного ремонта пути на железнодорожном транспорте организованы путевые машинные станции (ПМС). В данной работе с целью разработки мероприятий по энергосбережению анализируется система электроснабжения ПМС-66 ст. Вихоревка Восточно-Сибирской железной дороги.

Внешнее электроснабжение цехов базы ПМС-66 осуществляется от районной подстанции Вихоревка напряжением 6 кВ по фидеру 501, ячейки № 6. Цеховое электроснабжение выполнено напряжением 0,4/ 0,23 кВ от трех трансформаторных подстанций. Учет электроэнергии ведется по шинам 0,4 кВ.

В системе электроснабжения любого предприятия имеются резервы экономии электроэнергии. Разработка обоснованных мероприятий по экономии электроэнергии невозможна без составления электробаланса предприятия.

Для ПМС-66 составлен электробаланс по направлениям использования установленной мощности. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Электробаланс по направлениям использования установленной мощности

Направление использования ЭЭ	$P_{\text{уст}}$, кВт	%
1.1 Электропривод	416,73	22,7
1.2 Электротермическое оборудование	80,8	4,4
1.3 Сушилki	–	–
1.4 Прочее в технологии	206,9	11,27
2. Насосы	283,2	15,42
3. Вентиляция	83,53	4,55
4. Подъёмно-транспортное оборудование	519,4	28,29
5. Компрессоры	7	0,38
6. Сварочное оборудование	49	2,67
7. Холодильное оборудование	0,7	0,04
8. Освещение	185,11	10,08
9. Прочее, в т.ч. бытовая техника	3,8	0,21
Сумма	1836,17	100

Наиболее значимыми группами электроприемников являются электропривод (22,7%), насосы (15,42%), подъёмно-транспортное оборудование (28,29%).

На основании проведенного энергетического обследования предлагаются следующие мероприятия по экономии электроэнергии и повышению энергоэффективности:

- а) малозатратные мероприятия
 - внедрение автоматического включения освещения;
 - внедрение автоматического управления котлом.

б) средnezатратные мероприятия

- внедрение ограничителей холостого хода сварочного оборудования;
- применение частотно-регулируемого электропривода.

Расчеты энергетической и экономической эффективности мероприятий с учетом местных тарифов на электроэнергию сведены в таблицы 2,3,4.

Таблица 2 - Малозатратные мероприятия

Наименование мероприятия	Годовая экономия энергоресурсов	
	кВтч	тыс. руб.
Внедрение автоматического включения освещения	30660	11,037
Внедрение автоматического управления котлом	18400	6,624
Итого	49060	17,661

Таблица 3 - Средnezатратные мероприятия

Наименование мероприятия	Годовая экономия энергоресурсов	
	кВтч	тыс. руб.
Внедрение ограничителей холостого хода сварочного оборудования	14558	5,240
Применение частотно-регулируемого электропривода:	124200	44,71
-эффект за счет экономии ЭЭ		
-разовый эффект от продажи высвобождаемого оборудования	-	68,85
-эффект от исключения внеплановых ремонтов	-	58,30
- эффект за счет улучшения качества продукции	-	63,37
Итого	138758	240,7

Таблица 4 – Итоговые данные

Наименование мероприятия, вид энергоресурса	Годовая экономия энергоресурсов		Затраты тыс. руб.	Окупаемость, год
	кВтч	тыс. руб.		
Малозатратные мероприятия	49060	17,66	7	-
Средnezатратные мероприятия	138758	240,47	434,1	-
ИТОГО	187778	258,13	441,1	1,7

Расчетный средний срок окупаемости составляет 1,7 года, что подтверждает эффективность использования предложенных мероприятий.

Литература

1. Брусенцов Л.В. Оценка возможностей регулирования электропотребления предприятием //Изв. Вузов. Энергетика, 1989г. - № 5.
2. Лазарев Г.Б. Опыт и перспективы применения частотно-регулируемых асинхронных электроприводов в электроэнергетике России.-М.:Ежемесячная газета «Новости приводной техники» №5-2003.
3. Молин Н.И., Крюков А.В., Пузина Е.Ю., Ступицкий В.П. Инвестиционная программа Внедрение частотно-регулируемых электроприводов переменного тока на предприятиях ВСЖД / НПО «ИРИИТ-Энергосервис» – Иркутск, 2003.- 22 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКО-ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

Малышев В.С., Долматова Е.С. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра «Энергетики и транспорта»*)

Экономический рост, который сегодня переживает Россия, неизбежно сопровождается ростом энергопотребления, который в ряде регионов России превышает возможности производства тепло- и электроэнергии на новых мощностях, а отсутствие возможности подключения новых и расширения энергоснабжения уже существующих потребителей приводит к ограничению экономического роста, что является тормозом для развития всей экономической системы страны.

Решением этих проблем может стать строительство новых объектов теплоэнергетики. При этом, как и при проектировании любого другого объекта строительства, необходимо проводить технико-экономическое обоснование выбора того или иного варианта. Основным технико-экономическим показателем при сравнении нескольких вариантов служат приведённые затраты. Лучший из числа сравниваемых вариантов определяется по наименьшим приведенным затратам.

Такой технократический подход, основой которого является принцип минимизации затрат на производство продукции и выработку энергии, по-прежнему доминирует в управлении экономикой России. В то же время мировым сообществом разрабатывается и получает все более широкое практическое применение стратегия «Устойчивого развития» (Sustainable development), принятая Международной конференцией ООН в 1992 году. «Устойчивое развитие» следует понимать как процесс, нацеленный на приспособление человеческой деятельности к природным ресурсам и к способности природы противостоять антропогенной деятельности. Одной из основ «Устойчивого развития» является концепция «Чистого производства» (Clean production). Чистое производство - это постоянное применение интегрированной превентивной экологической стратегии к процессам, продукции и услугам для повышения общей эффективности и сокращения рисков для человека и окружающей среды. Мероприятия в рамках концепции чистого производства тесно связаны с целым рядом других концепций превентивного характера, таких как «Минимизация образования отходов», «Эко-эффективность», «Промышленная экология», «Проектирование с учетом экологии».

Современная экономика может эффективно развиваться только при активном взаимодействии с мировым рынком товаров и услуг. А поскольку не исключена возможность вступления России в ВТО уже в 2009 году, то совершенствование законодательства на основе принципов ВТО приведет к росту инвестиционных потоков. При этом в нашей стране необходимо будет существенное переосмысление как политических, так и экономических подходов к управлению экономикой государства, где решающую роль должна играть экологическая политика. При проведении ТЭО как при проектировании новых, так и при модернизации старых объектов придется уже принимать во внимание положения концепции Устойчивого развития, учитывающих как экономическую составляющую принятых решений, так и их эко-эффективность на основании показателей эко-эффективности.

Ценность индикаторов эко-эффективности состоит в возможности их сравнения между собой. Их можно сравнивать во времени в рамках одной организации для того, чтобы отследить улучшения в области охраны окружающей среды и рационального природопользования, а также улучшения системы экологического менеджмента.

В 1992 г. был предложен показатель – 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»). Величина, обратная MIPS, — S/MI — является мерой для природоресурсной продуктивности, 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.

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. Затем жизненный цикл продукта представляется в виде процессной цепи (шаг 2), изображающей отдельные стадии процесса и их взаимосвязи друг с другом. Затем 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 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» или тем больше невидимый груз природных ресурсов или материального входа MI («экологический рюкзак»), который «несет» эта продукция.

В качестве примера были спроектированы и рассчитаны три различных варианта строительства Мурманской ТЭЦ-2 (на газовом топливе, работающей по парогазовому циклу, на угольном и мазутном топливе), подобрано основное и вспомогательное оборудование. Основное отличие в комплектации различных ТЭЦ состоит в оборудовании топливного хозяйства.

Были также рассчитаны годовые расходы натурального топлива, выбросы вредных загрязняющих веществ в атмосферу (рисунок 1) и плата за них.

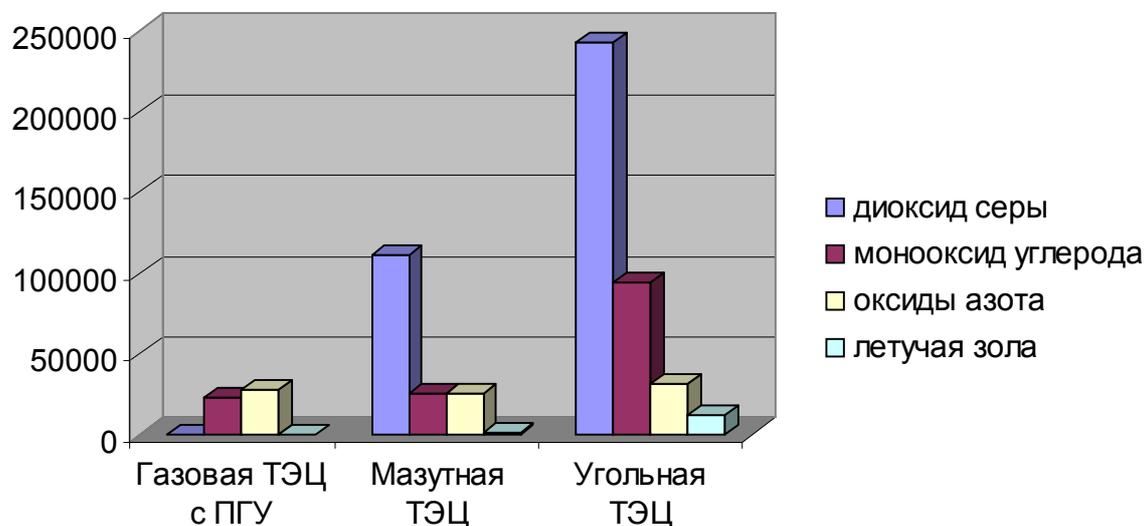


Рисунок 1 – Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух (т/год)

На основании полученных данных был сделан вывод о том, что наиболее чистое производство тепловой и электрической энергии будет при использовании в качестве топлива природного газа в парогазовой установке. Расходы предприятия на плату за выбросы и размещение отходов соответственно будут меньше, чем на мазутной и угольной ТЭЦ, что отразится на себестоимости вырабатываемой энергии и прибыли предприятия. Поскольку важнейшим является снижение вредного воздействия, оказываемого предприятием на окружающую среду, то соответственно, с этой точки зрения наименьшую экологическую нагрузку будет нести газовая ТЭЦ.

Также был определен годовой отпуск тепловой и электрической энергии.

На основании этих данных, а также используя значения годовых расходов воздуха на сжигание топлива, электроэнергии на собственные нужды станции, были рассчитаны материальные входы на производство тепловой и электрической энергии и проведено технико-экономическое обоснование и обоснование с точки зрения эко-эффективности выбора оптимального варианта. Сравнительный анализ удельного потребления природных ресурсов на единицу выпускаемой теплоты и электроэнергии показал, что вариант ТЭЦ на газе с ПГУ-450Т является наименее ресурсоемким, что изображено на рисунках 2 и 3:

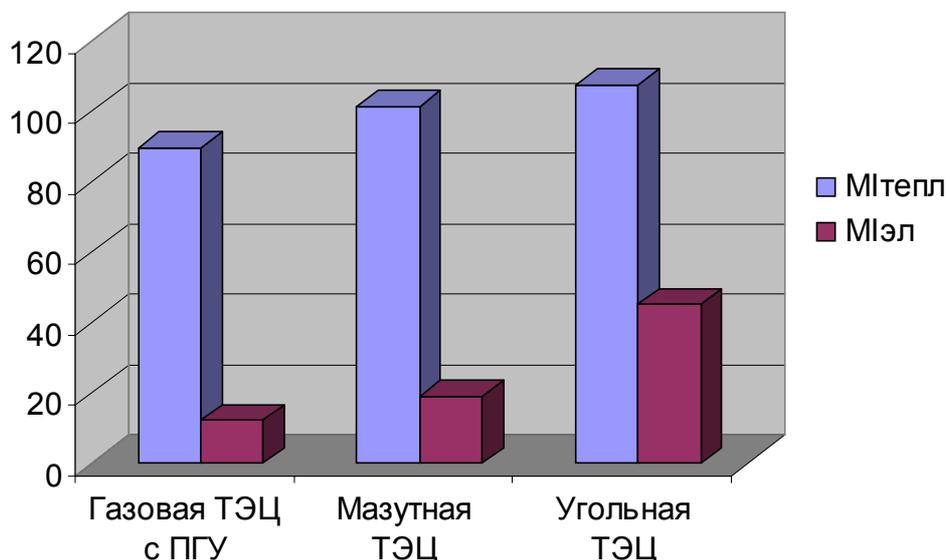


Рисунок 2 – Материальный вход для производства тепловой и электрической энергии на ТЭЦ (млн. т)

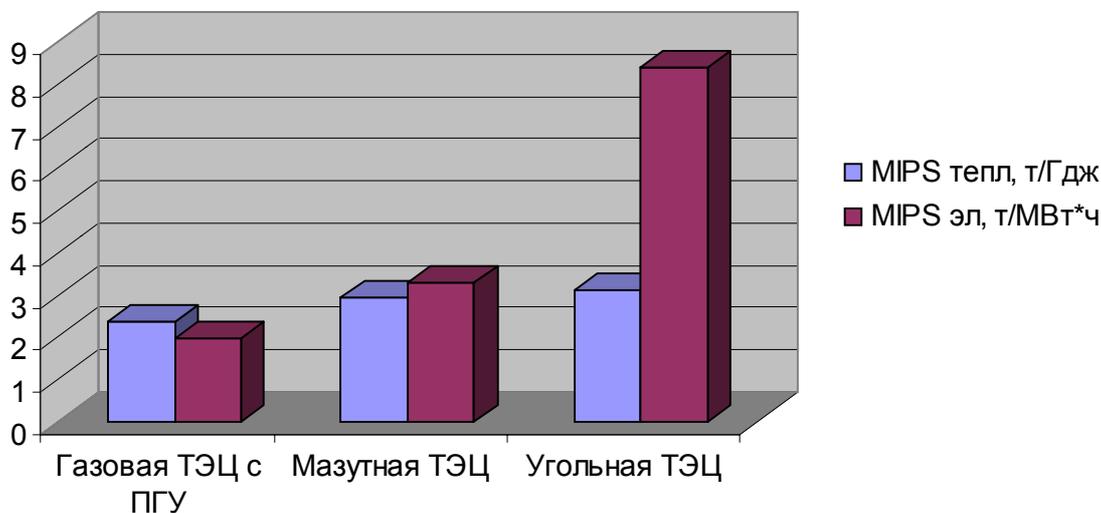


Рисунок 3 – Значения показателя эко-эффективности MIPS для трех ТЭЦ

Поскольку на ТЭЦ происходит комбинированная выработка теплоты и электроэнергии, то в общем можно сказать, что на угольной ТЭЦ «экологическая цена единицы продукции» или невидимый груз природных ресурсов или материального входа MI, часто определяемого как «экологический рюкзак», который «несет» эта продукция, будет больше, чем на других станциях, поэтому с точки зрения концепции эко-эффективности использование угля в качестве основного топлива на ТЭЦ нецелесообразно, а рекомендуется использовать в качестве топлива природный газ, так как в этом случае производство тепловой и электрической энергии на станции будет наименее материал- и энергоемким.

Поскольку критерием выбора того или иного варианта является минимум приведенных затрат, то на основании таблицы 1 и рисунка 4 можно сделать вывод, что экономически целесообразнее строить ТЭЦ с ПГУ, использующую в качестве основного топлива природный газ.

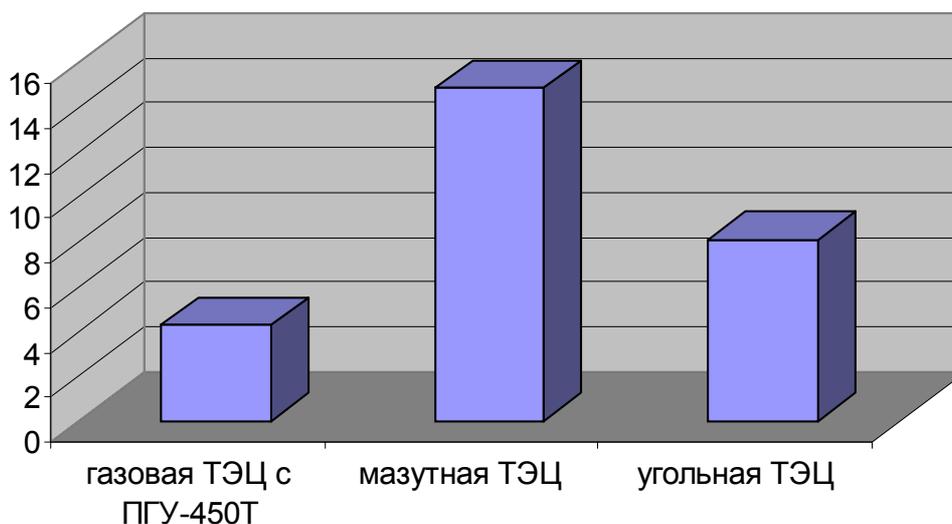


Рисунок 4 – Приведенные затраты трех ТЭЦ (млрд. руб./год)

Таким образом, при строительстве ТЭЦ-2 на газе будет достигнут значительный экологический эффект по сравнению с угольной ТЭЦ за счет сокращения загрязнения воздуха из-за значительного уменьшения вредных выбросов в атмосферу, сокращения расхода топлива на выработку тепловой и электрической энергии и отсутствия необходимости в организации золошлакоотвалов. В этом случае обеспечивается минимум приведенных затрат, обеспечивается минимальная себестоимость вырабатываемой тепловой и электрической энергии, что безусловно отразится на величинах тарифов на энергию для населения и производственного сектора и приведет к благоприятному социальному и экономическому положению в регионе.

Говоря о сегодняшнем дне, стоит отметить, что реализация программ по повышению экологической эффективности требует не только капиталовложений, но и, в первую очередь, принятия грамотных решений. Ведь даже компания с высокими экологическими расходами вовсе необязательно является экологически эффективной. Например, ее усилия могут быть сконцентрированы исключительно на технологиях по очистке выбросов у конца трубы. Принятию более обоснованных с точки зрения эко-эффективности решений способствует наличие объективной информации, полученной при помощи таких инструментов управления, как оценка экологической эффективности, оценка воздействия на окружающую среду, оценка жизненного цикла, экоаудит и др.

Таким образом, концепция эко-эффективности реализует на практике идею устойчивого развития, сочетая в себе различные инструменты и методы оценки, позволяющие предприятию одновременно увеличивать прибыль и сокращать вредное воздействие на окружающую среду.

Литература

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. Ritthoff M., Rohn H., Liedtke Ch. Calculating MIPS: Resource productivity of products and services. – Wuppertal: Wuppertal Institute, 2002.
4. www.mips-online.info/

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В АПК

Карпов В.Н., Иванникова Н.Ю. (МГТУ, кафедра "Электрооборудование судов")

1. Объемность энергии

Вывод об энергосбережении за счет минимизации потерь в энергетических процессах является очевидным. Но эта очевидность не означает, что существуют столь же очевидные методы для практического использования. Более того, в официальных материалах энергосбережение рассматривается как результат различных видов деятельности – организационной, технической, инновационной, правовой и др. Однако, следует признать, что в основе должны находиться математические зависимости, определяющие возможности и пределы снижения потерь. В работах профессора Умова Н.А. [1], посвященных исследованию движения энергии в различных средах,

использован принцип объемности энергии, а объемная плотность энергии $Q_v = \frac{dQ}{dV}$

определена как основной параметр, наиболее полно характеризующий энергию. Для переноса этого принципа в искусственные энергетические системы потребителей необходимо принять какую-либо объемную наиболее общую модель элементов, например, цилиндр, через торцевые поверхности которого подводится и отводится носитель энергии, а потери могут происходить как через боковую поверхность, так и внутри объема. Удобство такой модели заключается в том, что цилиндр может рассматриваться как одномерное пространство.

С введением принципа объемности уточняется содержание энергетических параметров и математических действий с ними. Прежде всего надо отметить, что функция $Q_v(x)$ оказывается более доступной для упорядоченного пространства (цилиндра). Если представить дифференциал объема вдоль оси x через площадь поперечного сечения цилиндра A как $dv = A dx$, то дифференциал энергии определится выражением $dQ = A Q_v dx$ или $dQ = Q'_x dx$ (где Q'_x – значение производной в точке x). Представим $dx = v dt$ (где v - постоянная скорость движения носителя). Тогда $dQ = Q'_x \cdot$

$v dt$ или $\frac{dQ}{dt} = Q'_x v = Q'_t$. Отсюда следует вывод о том, что в сечении цилиндра

параметром движущейся энергии является либо производная по времени (мощность), либо производная по координате (не имеет названия). Этот вывод соответствует определению производной как предела отношения. При этом каждая производная является частной, но их значения связаны через скорость. Это дает основание предположить, что полное описание значения энергии в объеме можно получить только через сложную производную второго порядка Q''_{tx} при конечном значении Δx . Отсюда также следует вывод о том, что измеряемая счетчиком энергия в любом сечении является результатом технического (не математического, т.к. не требуется вид функции) интегрирования частной производной (мощности) по времени. Этот вывод также соответствует определению интеграла как предела произведения. Поскольку объемный элемент ИЭС (искусственной энергетической системы) имеет постоянную длину, то разность результатов измерения энергии счетчиками в начале Q_n и в конце Q_k можно считать потерями, т.е. значение интеграла мощности по x . Практическая реализация этого предположения излагается в стандарте как способ определения потерь в проводнике через разность. И это оправдывается тем, что разность конечных мощностей является производной энергии по времени в постоянном объеме. Поэтому

результаты конечных измерений в соответствии с законом сохранения энергии позволяют определять потери $\Delta Q = Q_n - Q_k$ и в соответствии с теоремой Лагранжа о среднем значении – производную энергии по x : $Q_n - Q_k = Q'_x \cdot x$ (для линейных процессов значение Q'_x может быть отнесено к любой точке внутри интервала x , а вся правая часть – к конечной точке).

2. Синхронность конечных параметров

Введенное ранее понятие относительной энергоемкости позволяет записать выражение сохранения в новых относительных параметрах, т.е.

$$\frac{Q_n}{Q_k} - 1 = \frac{\Delta Q}{Q_k} \quad \text{или} \quad Q_3 - 1 = \frac{\Delta Q}{Q_k} \quad (1)$$

Значение такого перехода заключается в следующем. В исходном выражении сохранения можно предположить два варианта согласованного изменения Q_n и Q_k :

1. изменение с равными сомножителями (коэффициентами),
2. изменение с равными приращениями.

В первом варианте закон сохранения гарантирует перенос сомножителя (коэффициента) в правую часть. В выражении с относительными параметрами это будет означать постоянство относительной энергоемкости при изменении исходных параметров. Такое изменение целесообразно назвать мультипликативной синхронностью (М-синхронностью) и рассматривать ее как условие постоянства относительной энергоемкости.

Во втором варианте при равенстве положительных приращений $\Delta Q_n = \Delta Q_k$ законом сохранения гарантируется постоянство потерь ΔQ , которое в исходном выражении сохранения никак не соотносится с энергоемкостью. Переход к выражению (1) позволяет установить, что отношение в левой части при такой синхронности уменьшается и при значительном превышении приращения над исходной величиной отношение стремится к пределу, равному единице, что является благоприятной тенденцией с точки зрения энергосбережения. Такой характер изменения Q_n и Q_k можно назвать аддитивной синхронностью (А-синхронность). Следует отметить, что отношение в правой части выражения (1) будет уменьшаться, т.к. при $\Delta Q = \text{const}$ знаменатель Q_k будет расти. При одинаковых отрицательных приращениях $-\Delta Q_n = -\Delta Q_k$ изменение относительных параметров будет противоположным. В промежуточном варианте, когда $\Delta Q_n \neq \Delta Q_k$ легко перейти к коэффициентам М-синхронности ($\alpha = \frac{Q_1 + \Delta Q}{Q_1} = 1 + \frac{\Delta Q}{Q_1}$, отсюда новое значение $Q = \alpha Q_1$, при этом отличие α от

единицы будет определяться отношением $\frac{\Delta Q}{Q}$) и определить новое значение

относительной энергоемкости. Таким образом, переход к относительным параметрам в выражении сохранения позволил все возможные изменения исходных энергетических параметров оценивать в значениях энергоемкости, что дает основание считать прием перехода к отношениям методом конечных отношений (МКО), относящимся к специфическому аспекту энергопотребления – энергосбережению.

Использование методов математического анализа к относительному выражению закона сохранения (1) позволит, очевидно, более глубоко изучать энергетические процессы. В частности, если Q_n и Q_k рассматривать как функции времени, определить производную отношения и приравнять ее нулю, то мы найдем условие постоянства Q_3 . Таким условием является равенство

$$\frac{Q_n}{Q_k} = \frac{Q'_{nt}}{Q'_{kt}} \quad (2)$$

Этот результат не только подтвердил положение МКО о М-синхронности изменения конечных параметров при постоянной относительной энергоёмкости, но и показал, что синхронность значений энергии (в конечных сечениях объема) является в свою очередь, следствием синхронности изменения производных по времени. В соответствии с теоремой Коши о средних приращениях в общем случае речь идет о средней энергоёмкости по длине координатного интервала. Даже, если это будет постоянное по x значение (при линейных функциях), то, прежде всего, необходимо минимизировать относительную энергоёмкость, а затем поддерживать это значение. Но, тем не менее, становится очевидной зависимость отношения конечных энергетических параметров (энергоёмкости) от отношения соответствующих производных. Непрерывное и единое время в данном случае играет роль одинакового коэффициента при конечных мощностях, поэтому значение энергоёмкости закладывается в значениях мощностей, составляющих отношение. А оно, как известно, практически для всех видов технического оборудования не остается постоянным при изменении конечной мощности (нагрузки). Именно по этой причине для оборудования со сложными зависимостями подводимой мощности от нагрузки определяется и указывается номинальный режим, при котором эффективность прохождения энергии наивысшая, т.е. с минимальными потерями. Для того, чтобы аналитически определять наибольшие значения энергоёмкости, нужно знать все возможные режимы работы оборудования и зависимость подводимой мощности от конечной. Формальной причиной повышения энергоёмкости процессов в технических элементах следует считать отсутствие М-синхронности изменения конечных параметров при изменении режимов. В связи с этим и выбор оборудования по максимальной мощности следует рассматривать как одну из причин возрастания энергоёмкости при переменных графиках нагрузки.

Следует отметить, что режимы, которые возникают при изменении нагрузок, как правило, являются устойчивыми и не снижают надежность энергообеспечения. Это дает основание говорить о самоорганизации процессов в потребительской системе, но без учета требования к синхронности изменения конечных энергетических параметров на элементах. Детальное рассмотрение этого требования применительно ко всей системе энергообеспечения производственного потребителя позволяет вскрыть большое разнообразие несинхронности энергетических процессов. Во-первых, основная синхронность должна обеспечиваться между интенсивностью производства продукции и подводом энергии к основному технологическому процессу. Реально это требование может быть удовлетворено только в энергетической линии, обеспечивающей ЭТП1. Остальные энерготехнологические процессы (вспомогательные ЭТП2 и обеспечивающие условия производства ЭТП3) имеют не только свои линии, но и свой результат (не продукцию) с собственным режимом его получения. При нагреве воды, например, (ЭТП2) возможна как предельная синхронизация (электродный нагрев с прямым отбором воды), так и практически полное отсутствие синхронности при элементном нагреве определенного объема и при случайном ее отборе малыми дозами. При обогреве помещения (ЭТП3) интенсивность подвода энергии синхронизируется с разностью внутренней и наружной температуры, а энергоёмкость процесса определяется теплопроводностью ограждения. Осветительные установки (ЭТП3) рассчитываются по нормированной освещенности, поэтому имеют постоянную мощность и синхронизируются только по моментам включения и отключения в зависимости от производственной потребности и естественного

освещения. При вентиляции помещения (ЭТПЗ) совмещается, как правило, несколько энергетических процессов – нагнетание свежего воздуха, его подогрев, синхронное удаление воздуха из помещения, утилизация теплоты и т.п.

3. Механическая оптимизация ЭТП с движущейся средой

Особую значимость для энергосбережения имеют ЭТП, основанные на воздействии энергией на движущийся, как правило, объем специальной технологической среды. Если энергоемкость самого технологического процесса высокая, то оптимизация потерь в других элементах линии не приведет к общему оптимальному результату. Следует отметить, что для такого ЭТП, как правило, известен минимальный удельный расход энергии на единицу массы технологической

среды $Q^{уд} \left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right]$, поэтому легко определяется минимальная мощность, если известен

расход массы $M \left[\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right]$, путем умножения этих параметров. Однако, даже если

движение технологической среды организовано, т.е. формируется постоянство сечения потока и поддерживается постоянная скорость, обеспечить равномерный подвод энергии по всему движущемуся объему невозможно. Практически подвод энергии осуществляется через какую-либо поверхность сформированного объема среды с неизбежным уменьшением объемной плотности энергии по мере продвижения энергии вглубь от поверхности подвода. Это приводит к уменьшению объемной плотности энергии. Если учесть, что значением $Q^{уд}$ задана фактически минимальная объемная плотность ($Q_v = Q^{уд} \rho$, где ρ – удельная плотность среды), то становится очевидным факт невозможности получения одновременно результата во всем объеме. Необходимо иметь в виду, что даже при известном распределении энергии по объему среды точные зоны достаточной объемной плотности энергии могут быть определены только путем разбивания всего объема на малые части плоскостями, параллельными плоскости подвода. Чем меньше объем, тем точнее будет определена плотность. Как правило, удовлетворяющим требованиям $Q_v = Q^{уд} \rho$ может быть признан малый объем, прилегающий к плоскости подвода при определенном времени воздействия энергией. Точность создания нужной объемной плотности будет зависеть от неравномерности, определяемой в соответствии с принятыми ранее обозначениями отношением P_n (в начале слоя) и P_k (в конце слоя). Чем ближе отношение P_n/P_k к единице, тем достовернее получение результата с минимальным расходом энергии. Естественно, в остальных слоях за то же время результат не будет получен, и расход в них энергии должен быть отнесен к потерям, повышающим энергоемкость продукции. Поиски технологических схем, предпринятые автором, изложены в [2]. Однако, наиболее эффективное решение было опубликовано в виде описания физической модели [3], а сам способ был запатентован в 1997 году [4]. Суть разработанного решения электромагнитного облучения сред заключается в перемещении среды вдоль градиента мощности. Именно эта модель соответствует объемному представлению энергии и синхронным процессам, поскольку при движении среды происходит двойное интегрирование мощности (по времени и по координате), позволяющее повышать плотность энергии в каждом слое. Следует еще раз обратить внимание на то, что при сведении толщины слоя к нулю значение энергии перейдет в значение мощности. При движении технологической среды в указанном сечении значения мощности будут повторять значения, созданные носителем энергии в зависимости от координаты, т.е. будет происходить интегрирование, восстанавливающее функцию $P(x)$. Если анализировать движение малого объема ($\Delta x > 0$), то в этом случае имеет место

интегрирование функции $\Delta P(t)$, при этом dt из определения $v = \frac{dx}{dt}$ при конечном Δx получает конечное приращение Δt , что и приводит к объемному приращению энергии.

4. Перспективы развития теории

Таким образом, метод конечных отношений (МКО) основывается на следующих положениях:

- наличия ЭТП как завершающих энергетических процессов в системе потребления,
- классическом представлении производной и интеграла как пределов,
- представлении энергии как объемной субстанции,
- законе сохранения энергии,
- возможности одновременного измерения энергетических параметров на элементах потребительской системы, имеющих упорядоченную пространственную конфигурацию (например, цилиндрическую).

Такая основательность МКО делает метод универсальным, т.е. применимым для оценки эффективности энергетических процессов в любых отдельных элементах (включая энерготехнологические процессы), в энергетических линиях и в энергетических системах. Универсальность подразумевает использование МКО для диагностики состояния элементов и систем не только в термодинамическом смысле, но и в техническом. Метод, параметры которого контролируются и законом сохранения и измерениями, очевидно, дает информацию, избыточную применительно к частным задачам. Но эта избыточность может служить развитию теоретических представлений об энергетических процессах. Это можно показать на примере одновременной непрерывной регистрации начальной Q_n и конечной Q_k энергии на элементе с постоянными значениями P_n и P_k (рис.1).

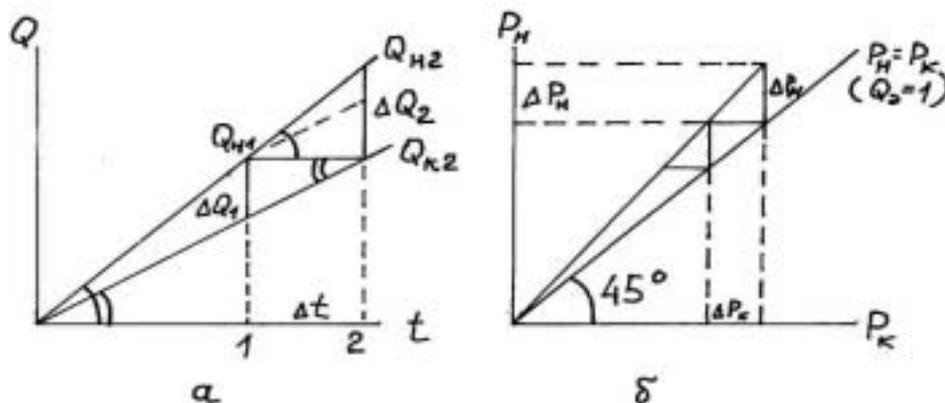


Рис.1

Линии Q_n и Q_k отражают линейный рост показаний начального и конечного счетчиков энергии. Линейность сохраняет значение Q_2 , равное отношению мощностей P_n и P_k . Ясно, что смещение этих линий вверх или вниз без нарушения этого отношения (т.е. с сохранением синхронности процессов) не изменит значение Q_2 . Однако, существует внутренняя

динамика процессов, объясняемая, вероятно, тем, что мощность является частной производной энергии. Динамика заключается в том, что показание начального счетчика, зарегистрированное в момент времени 1 обязательно повторится через интервал Δt на конечном счетчике. Один такой интервал выделена на рис.1(а). Его изучение приводит, по крайней мере, к двум выводам:

- отношение потерь энергии в конечные моменты интервала ΔQ_2 и ΔQ_1 равно Q_3 , что говорит о содержании информации о Q_3 в динамике потерь и о невозможном способе ее извлечения,

- процесс перехода ΔQ_1 в ΔQ_2 является суммой двух встречных процессов.

Отмеченные особенности позволяют утверждать, что имеются признаки передачи возмущения, присущие волновым процессам. Следовательно, можно предположить, что математическим аппаратом энергосбережения могут стать уравнения математической физики. На рис.1(б) процесс представлен в координатах $(P_n; P_k)$. Так как линия P_k проведена под углом 45° , то значение $Q_3 = \Delta P_n / \Delta P_k$ может определяться графически. Но основной вывод из этой графической иллюстрации заключается в том, что между значениями приращения мощности существует аналитическая зависимость через относительную энергоёмкость, которая может рассматриваться как оператор эволюции системы, а это, в свою очередь, дает основания говорить о том, что энергетическая система потребителя, относящаяся к самоорганизующимся (по опыту эксплуатации) может исследоваться и управляться методами сравнительно нового направления науки синергетики, которая постепенно обретает прикладной характер.

Литература

1. Умов Н.А. Избранные сочинения. Гос.издат. техн.-теор.литературы. М-Л.: 1950. – 530 с.
2. Крпов В.Н. Фотометрические основы повышения эффективности использования электроэнергии в облучательных установках. Учебное пособие. Л.: ЛСХИ, 1984. – 33 с.
3. Карпов В.Н. Термодинамические аспекты методологии энергосбережения в сельскохозяйственных электротехнологиях оптического облучения. Известия РАН. Энергетика, 1994. – №1. – С.66-74.
4. Способ объемного электромагнитного облучения поглощающих сред. Патент РФ № 2073527. Опубл. 20.02.97. Бюл. № 5. Патентообладатели СПбГАУ и Карпов В.Н.

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ КОСВЕННОГО ИНДИЦИРОВАНИЯ

Мальшев В.С., Бабошин А.А. (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.

Индикаторная диаграмма – графическое изображение изменения давления газа в цилиндре двигателя в зависимости от угла поворота коленчатого вала. Обработка индикаторных диаграмм позволяет:

- получить сведения о ходе рабочих процессов индицируемого двигателя;
- исследовать совершенство рабочих процессов;
- определить индикаторные показатели двигателя;
- оценить техническое состояние двигателя, качество его регулировки.

Первичная обработка реальных индикаторных диаграмм заключается в том, что одноцикловые индикаторные диаграммы накладываются друг на друга и осуществляется их осреднение. Осреднение осуществляется за определенное число циклов (за 10 или 100), путем расчета среднего арифметического значения. Результирующая зависимость принимается за индикаторную диаграмму, по которой в дальнейшем проводятся расчеты.

Осуществляется построение на одном графике эталонной и реальной индикаторной диаграммы. Характер индикаторной диаграммы позволяет получить сведения о нарушениях рабочего процесса и выявить причину неисправности. Например, на рис. 1 можно наблюдать теоретическую и реальную индикаторные диаграммы. По графику видно, что начало видимого сгорания смещено вправо, снижено максимальное давление. Это может произойти в результате поздней подачи топлива из-за износа плунжерной пары, износа сопел распылителя, износа кулачка ТНВД.

По индикаторной диаграмме определяются (рисунок 2):

- максимальное давления цикла и угол, соответствующий максимальному давлению цикла;
- давление за 12 градусов до верхней мертвой точки (давление, при котором сгорание гарантированно не деформирует политропу сжатия, если значение больше чем должно быть, то это указывает на то, что уже идет сгорание – нарушение топливоподачи);

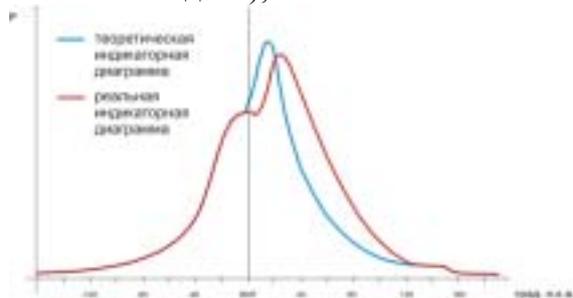


Рис. 1 – Пример индикаторной диаграммы с нарушениями рабочего процесса

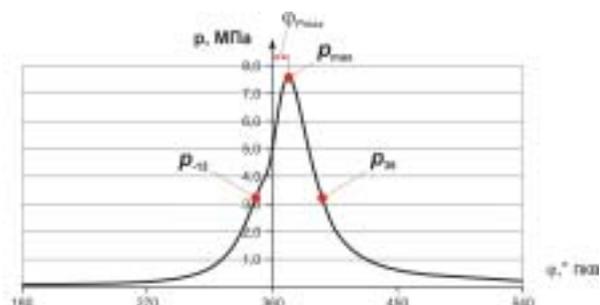


Рис. 2 – Значения, определяемые по индикаторной диаграмме

- давление на линии расширения – 36 градусов после верхней мертвой точки (если давление большое – сгорание на линии расширения).

Рассчитывается изменение температуры газов в цилиндре. Расчет температур рабочего тела в цилиндре двигателя определяется по формуле

$$T_{(i+1)} = T_i \cdot \frac{(p_{(i+1)} \cdot V_{(i+1)})}{(p_i \cdot V_i)} \quad (1)$$

Если известна температура хотя бы в одной точке процесса, остальные температуры определяются по данной формуле. В качестве начального значения принимается расчетное значение температуры в начале такта сжатия. Данный метод расчета температуры не является точным, результаты его расчета являются условными.

Осуществляется расчет максимальной скорости нарастания давления (жесткости работы двигателя) и построение графика скорости нарастания давления (рисунок 3). Определяется угол поворота коленчатого вала, соответствующий максимальной жесткости.

Жесткость работы двигателя оценивается приращением давления на один градус угла поворота коленчатого вала

$$w_p = \frac{\Delta p}{\Delta \varphi} \quad (2)$$

При обработке индикаторных диаграмм жесткость рассчитывается для каждого угла поворота коленчатого вала, после чего находится его максимальное значение

$$w_1 = p_{\varphi = 2^\circ} - p_{\varphi = 1^\circ},$$

$$w_2 = p_{\varphi = 3^\circ} - p_{\varphi = 2^\circ},$$

$$w_i = p_{\varphi = (i+1)^\circ} - p_{\varphi = i^\circ},$$

... и т.д.

где $p_{\varphi = 1^\circ}$ - давление, соответствующее углу поворота коленчатого вала 1° ; $p_{\varphi = 2^\circ}$ - давление, соответствующее углу поворота коленчатого вала 2° , и т.д.

Рассчитывается среднее индикаторное давление. Определение среднего индикаторного давления сводится к вычислению площади индикаторной диаграммы; разделив эту работу на объем, описанный поршнем, определяется среднее индикаторное давление (рисунок 4).

Определяются элементарные значения работы сжатия

$$L_{ac_i} = \left(\frac{p_i + p_{(i+1)}}{2} \right) \cdot (V_i - V_{(i+1)}). \quad (3)$$

Определяются элементарные значения работы расширения

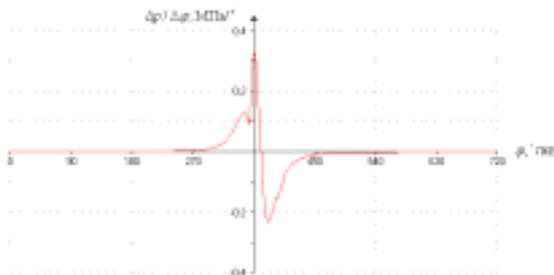


Рис. 3 – Скорость нарастания давления в двигателе

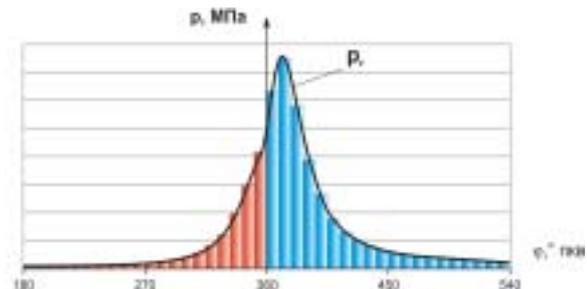


Рис. 4 – Расчет среднего индикаторного давления

$$L_{zb_i} = \left(\frac{p_i + p_{(i+1)}}{2} \right) \cdot (V_{(i+1)} - V_i). \quad (4)$$

Рассчитав элементарные значения, работа сжатия и расширения определяются путем суммирования соответствующих элементарных значений. Точность результата будет увеличиваться с увеличением количества интервалов, на которые разбивается индикаторная диаграмма.

Определяется среднее индикаторное давление

$$p_i = \frac{L_{zb} - L_{ac}}{V_h}. \quad (5)$$

Индикаторная мощность двигателя определяется по формуле

$$N_i = \frac{p_i \cdot V_h \cdot n}{30\tau}, \quad (6)$$

где $p_i = p_{i_1} + p_{i_2} + p_{i_3} + \dots + p_{i_k}$ - сумма средних индикаторных давлений всех цилиндров двигателя.

Индикаторный крутящий момент определяется по формуле

$$M_i = \frac{N_i}{\omega}, \quad (7)$$

где $\omega = (\pi \cdot n) / 30$ - частота вращения коленчатого вала.

По реальной индикаторной диаграмме рассчитываются показатели политроп сжатия и расширения. Производится также расчет отклонений значений, определенных с использованием реальной индикаторной диаграммы, от эталонных значений.

Имея индикаторную диаграмму можно рассчитать характеристику динамики тепловыделения.

Литература

1. Теория двигателей внутреннего сгорания. Под ред. проф. д-ра техн. наук Н.Х. Дьяченко. - Л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1974. - 552 с.
2. Колчин А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов / А.И. Колчин, В. П. Демидов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2002. – 496 с.: ил.
3. Брозе Д.Д. Сгорание в поршневых двигателях. - М.: Машиностроение, 1969. - 248 с.
4. Шароглазов Б.А., Фарафонов М.Ф., Клементьев В.В. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчет процессов: Учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания». – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2004. – 344 с.
5. Петриченко Р.М. Физические основы внутрицилиндровых процессов в двигателях внутреннего сгорания. Учеб. пособие. - Л.: Изд-во Ленингр. ун-та., 1983. - 244 с.
6. Райков И. Я. Испытания двигателей внутреннего сгорания. Учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 1975. - 320 с.
7. Куров Б.А., Лаптев С.А., Балабин И.В. Испытания автомобилей. - М.: Машиностроение, 1976. - 208 с.
8. Стефановский Б.С., Скобцов Е.А., Корси Е.К. и др. Испытания двигателей внутреннего сгорания. - М.: Машиностроение, 1972. - 368 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

Лесихина Н.А. (г. Мурманск, МРОЭО «Беллона-Мурманск»,
e-mail: nina@bellona.ru)

Abstract. One of the regions in Russia where a transition to clean energy sources is most urgent is Northwest Russia where the Kola Nuclear Power Plant poses an environmental threat. Murmansk region possesses an enormous potential for renewables. In particular, the region has one of the greatest wind energy resources in Europe, estimated at 360 billion kWh annually. Even if one is to exploit only the most optimal wind resources in combination with small hydro energy, it is more than sufficient to meet the current electrical power demands of the region, or match the power capabilities of the most outdated nuclear reactors, thus permitting their retirement.

В Мурманской области потребляется около 16 млрд. кВт*ч энергии в год. Согласно официальным данным по энергобалансу Мурманской области 50-60% приходится на долю атомной энергии, 42% - гидроэнергия, 19% - ТЭЦ. Возобновляемая энергетика в регионе абсолютно не развита, несмотря на наличие огромного ресурсного потенциала.

Существует множество причин для использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии на Кольском полуострове. В отличие от органического ископаемого топлива, запасы которого ограничены, нетрадиционные возобновляемые источники энергии неисчерпаемы и легкодоступны, а их использование не истощает природных ресурсов. Нетрадиционная возобновляемая энергетика может обеспечить региональную энергетическую безопасность, стабильное, надежное энергообеспечение удаленных районов и защиту потребителей от отключений. Возобновляемая энергетика - рентабельный сектор, способный создавать рабочие места и приносить прибыль. В сравнении с атомной энергетикой нетрадиционные возобновляемые виды энергии не опасны для здоровья человека, экологически чисты, не создают отходов, не требуют переработки и не загрязняют окружающую среду. В сравнении с ископаемым топливом, использование которого сопровождается выбросами в атмосферу и гидросферу, способствует изменению климата и хроническому загрязнению морских экосистем, нетрадиционные возобновляемые источники энергии не связаны с выбросами CO₂ и их использование не сопровождается вышеперечисленными рисками.

Для развития НВИЭ на Кольском полуострове существует множество предпосылок: огромный ресурсный потенциал, научно-технологическая база, совокупность преимуществ – устойчивость, доступность, надежность, рентабельность и экологическая чистота. Возобновляемая энергетика может быть полезна как централизованному, так и децентрализованному потребителю, и ее достаточно для удовлетворения как нынешнего, так и будущего уровня потребления.

Энергия ветра. Возможности для крупномасштабного развития ветровой энергетики в Мурманской области также велики, как в Дании, Германии, Испании или США. Ветровые ресурсы на Кольском полуострове огромны и оцениваются в 360 млрд. кВт*ч. Наибольшая скорость ветра наблюдается в прибрежных районах Баренцева моря. Скорость ветра на северном побережье Кольского полуострова, составляет 7-9 метров в секунду. Такая средняя годовая скорость ветра выше, чем в прибрежных

районах Дании, Германии и Голландии, где ветроэнергетика экономически выгодна и преобладает над другими способами получения энергии. В прибрежных районах Кольского полуострова изменение среднегодовой скорости ветра от года к году невелико и характеризуется коэффициентом вариации в пределах 5-8%. Максимум скоростей ветра приходится на холодное время года и совпадает с сезонным пиком потребления тепловой и электрической энергии. Зимний максимум находится в противофазе с годовым стоком рек, то есть ветровая и гидроэнергия удачно дополняют друг друга.

Высокий ветровой потенциал на Кольском полуострове, соответствие между максимальной интенсивностью ветра и максимальным спросом на энергию в зимний период, а также наличие 17 гидроэлектростанций с водохранилищами, которые дают возможность накопления воды в период активных ветров и опустошения их в период ветрового затишья, создают уникальные условия широкомасштабного, или системного, использования ветровой энергии. Наиболее подходящие районы для создания ветропарков находятся в окрестностях поселков Дальние Зеленцы и Териберка, возле Серебрянских и Териберских гидроэлектростанций, связанных с Кольской энергетической системой и пригодных для обеспечения крупномасштабного использования ветровой энергии в регионе.

Существует также ряд благоприятных условий для использования энергии ветра с целью обеспечения электричеством и теплом удаленных децентрализованных населенных пунктов, метеорологических станции, маяков, пограничных постов, объектов Северного морского флота, получающих электричество от автономных дизельных установок. Из-за удаленности и плохих транспортных связей затраты на топливо возрастают в прибрежных районах Кольского полуострова на 30-70%, а в труднодоступных районах материковой части – на 150-200% и более. В этих условиях применение ветроэнергетических установок может способствовать экономии дорогостоящего дизельного топлива. При благоприятных ветровых условиях ВЭУ может вытеснить до 30-50%, а в наиболее ветреных районах даже до 60-70% дефицитного органического топлива. В периоды длительного затишья могут быть использованы специальные аккумуляторы ветровой энергии или вспомогательные тепловые системы.

Энергия малых рек. На Кольском полуострове пригодные с экономической точки зрения гидроэнергетические ресурсы уже используются на крупных и средних реках, где возведены 17 гидроэлектростанций, вырабатывающих 6 млрд. кВт*ч (6ТВт) электроэнергии и обеспечивающих 42% производящейся в Мурманской области энергии. Экологические и финансовые ограничения делают строительство ГЭС на оставшихся неразработанными крупных реках Кольского полуострова проблематичным в то время, как ресурс малых рек так и остается не освоенным.

Малая ГЭС – это гидроэлектростанция с установленной мощностью не более 20-30 мегаватт. На севере России мощность большинства малых ГЭС не превышает 3-5 мегаватт. В Китае, мировом лидере по количеству малых и микро- ГЭС, действует более 100 тысяч станций, и по российской технологии производятся турбины для таких ГЭС. В настоящее время в развитых странах наблюдаются два основных направления в развитии малой гидроэнергетики: энергетическое использование плотин и водохранилищ, созданных для водоснабжения, и использование малых водотоков с помощью бесплотинных ГЭС или строительство малых ГЭС традиционной компоновки в новых створах. В России ни первое, ни второе направление до настоящего времени практически не реализуются.

Технический потенциал ресурсов малой гидроэнергетики на Кольском полуострове составляет 4,4 млрд кВт*ч в год, из которых экономически

целесообразным представляется использование одной трети. Ряд факторов делает использование малой гидроэнергии в Мурманской области выгодным: периодическая нехватка топлива, рост тарифов на электроэнергию, ограничения по строительству крупных ГЭС в связи с их негативным воздействием на окружающую среду, а также прогресс в автоматизации и удаленном контроле работы гидроэлектростанции.

Даже если не принимать во внимание реки, имеющие большое значение для рыболовного хозяйства Кольского полуострова – реки Нота, Варзина, большая часть Умбы, Варзуга и Стрельна, - остается немало рек, перспективных с точки зрения развития малой гидроэнергетики. Участки, подходящие для размещения малых гидроэлектростанций, находятся на следующих реках: Пиренга, Большая Оленка, Ура, Западная Лица, Титовка, Тумча, Умба.

Энергия малых рек может обеспечить недорогой и независимый источник энергии для удаленных районов. В настоящее время в регионе не охвачено централизованным электроснабжением около 80-100 населенных пунктов и отдельных объектов. Их потребляемая мощность колеблется от 5-10 до 500-800 кВт. Три обособленных поселка являются первыми кандидатами на использование малой гидроэнергии: Краснощелье, Чаваньга и Чапома, а также военный городок пограничников Светлый. Обеспечение этих районов топливом чрезвычайно затруднено из-за отсутствия дорог. Гидроэнергия могла бы использоваться в качестве дополнительного источника к дизельным станциям в засушливый период и в качестве резерва для экстренных случаев.

Энергия приливов. Приливные электростанции не загрязняют окружающую среду и не требуют затопления территорий. Особыми характеристиками приливной энергии являются ее неизменность в течение месяца и независимость от уровня воды в течение года, несмотря на интервалы в 24-часовом цикле и нерегулярность лунного месяца. Эти качества делают приливы очень мощным источником энергии, который может использоваться в сочетании с речными гидроэлектростанциями, оборудованными водохранилищами.

Можно выделить несколько мест, наиболее пригодных для использования энергии приливов. Первое – это Лумбовский залив, где средняя величина прилива составляет 4,2 м, а возможная для отсечения акватория залива достигает 70-90 км². Различные варианты использования залива позволяют получить здесь ПЭС мощностью от 320 МВт с выработкой 750 МВт·ч до 670 МВт с выработкой около 2000 МВт·ч в год.

Второе - район мыса Абрамова-Михайловского, где высота прилива достигает 10 метров. Проект Мезенской ПЭС потребует строительства гидроаккумулирующей электростанции на Кольском полуострове в районе полуострова Рыбачий, где для этого имеются исключительно подходящие условия. Это сможет обеспечить дополнительные 3 миллиона киловатт электроэнергии при наличии высоковольтной линии передачи, связывающей ее с Мезенской ПЭС. Запланированная общая производительность Мезенской ПЭС – 50 млрд кВт*ч в год.

Третье место - губа Долгая, представляет собой опытный проект Кольской ПЭС. Наконец, существует Кислогубская ПЭС, построенная в губе Кислой в 60-е годы в качестве экспериментального проекта для получения научного и технического опыта, необходимого для сооружения более крупных станций, таких как Мезенская ПЭС.

Экономические и технические расчеты показывают, что наиболее выгодно использовать средние и крупные ПЭС, особенно в сочетании с водохранилищами и насосными станциями для хранения энергии или гидроэлектростанциями, которые преобразуют цикличное колебание в надежную энергию. Дополнительные затраты в сооружение регулирующих водохранилищ и в линии электропередачи, связывающие гидроэнергетические объекты с ПЭС, окупаются благодаря возможности полноценно

заменить с помощью энергии ПЭС часть установленной мощности ТЭС. Российские и зарубежные исследования подчеркивают важность предварительного строительства малой экспериментальной станции для тестирования гидравлического турбинного оборудования при возведении ПЭС уникальной мощности, таких как Мезенская.

На самом деле, нет никаких причин, мешающих добиться широкомасштабного использования НВИЭ. Выбор в пользу развития нетрадиционной возобновляемой энергетики или традиционное использование ископаемого топлива и атомной энергии в настоящее время является вопросом политической воли.

«Беллона» рекомендует развитие возобновляемой энергетики для вывода из строя старых и опасных реакторов КАЭС, а главное, надежного и безопасного обеспечения чистой энергией, способствующего экономическому росту региона. Необходимы срочные действия со стороны государства, направленные на удаление законодательных, экономических и социально-политических барьеров на пути развития возобновляемой энергетики.

Литература

1. «Перспективы освоения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии на Кольском полуострове», Минина В.А., Дмитриев Г.С. - Доклад Объединения Беллона, 2007.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА С ЦЕЛЬЮ УСТАНОВЛЕНИЯ ЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСОВ

Сабирова Я.М. (МГТУ, кафедра «Энергетики и транспорта»
e-mail: marselievna@rambler.ru)

Abstract. Audit of an industrial object is its power inspection with the purpose of an establishment of efficiency of use of fuel resources. As a result of inspection define a real condition of a power system of object, power balances, estimate sources of losses of energy, define directions of decrease in power expenses and payments for power resources. An result of inspection of object is delivery of recommendations on optimization of consumption of power resources.

Аудит промышленного объекта - это его энергетическое обследование с целью установления эффективности использования топливно-энергетических ресурсов. Он позволяет сделать количественную оценку сбережения энергоресурсов и финансовых затрат, а также оказывает помощь предприятию в осуществлении мероприятий, обеспечивающих практическую экономию энергоресурсов.

Аудит условно можно разделить на четыре основных этапа:

1. Ознакомление с предприятием, сбор и анализ необходимой информации, составление программы обследования.
2. Обследование предприятия.
 - разработка подробных балансов по всем энергоресурсам, сравнение с нормативными данными, выявление основных потребителей и "очагов" нерациональных потерь энергоресурсов, возможность использования вторичных энергетических ресурсов (ВЭР);
 - проведение необходимых испытаний и инструментальных замеров.
3. Разработка энергосберегающих проектов и мероприятий.
 - Определение технического и экономического эффекта от их внедрения. Формирование программы энергосбережения предприятия.
4. Оформление отчета по энергетическому обследованию и энергетического паспорта предприятия. Презентация результатов работы.

1 этап. Ознакомление с предприятием, сбор и анализ необходимой информации, составление программы обследования.

Основная информация должна быть собрана в технических и экономических службах. Основные данные об объекте - тип объекта; технические характеристики; год пуска в эксплуатацию; информация по фактическому потреблению энергии, затратам и ценам на нее, себестоимости продукции и т.п.

Потребление энергии документируется с предыдущего года. Определяется удельное потребление энергии, которое дает первое представление об эффективности использования энергетических ресурсов.

Собирается техническая информация: строительные чертежи и генеральный план; чертежи технических установок; технические данные оборудования; измерение расхода потребления энергии (пар, вода и т.п.).

2 этап. Обследование предприятия.

На этом этапе выполняется расчет тепловых и материальных балансов по фактическим показателям работы технологического оборудования и цехов, где оно установлено. При расчете оболочки зданий может использоваться любая известная методика.

Выполняются два энергетических расчета: потребление энергии перед внедрением мероприятий, энергосбережение от внедрения мероприятий.

После выполнения подобных расчетов для всех статей баланса они переносятся в энергетическую смету (Таблица 1).

Таблица 1 - Энергетическая смета

Статья сметы	Перед внедрением ЭСМ		После внедрения ЭСМ, кВт·м ² /год	После внедрения ЭСМ и реконструкции, кВт·м ² /год
	Расчетная, кВт·м ² /год	Измеренная, кВт·м ² /год		
1. Отопление	243	-	134	72
2. Вентиляция	45	-	25	25
3. Горячая вода для домашних нужд	15	300	11	11
4. Вентиляция/насосы	13	-	13	13
5. Освещение	28	57	26	13
6. Различное оборудование	14	-	14	14
7. Охлаждение	-	-	-	-
Всего	358	357	223	148

Кроме того, выполняется инструментальное обследование для восполнения недостающей информации по количественным и качественным характеристикам потребления энергоресурсов, для оценки эффективности энергоиспользования.

При проведении измерений должны максимально использоваться уже существующие узлы учета, а при их отсутствии переносные специализированные приборы.

Современные технологии профессионального аудита, благодаря применению методов неразрушающего контроля позволяют точно установить причины нерационального расходования энергоресурсов. Среди наиболее перспективных способов неразрушающего контроля выделяются автоматизированные технологии тепловизионной дефектометрии, построенные на базе теплового метода диагностики. Дефектометрия определяет численные характеристики дефектов и позволяет перейти к классификации степени функционально-качественного нарушения и его влияния на энергетический баланс.

По своим возможностям метод тепловой дефектометрии способен охватить практически все элементы энергоустановки от генерации до потребления.

При этом определяются либо фактические показатели непосредственных энергопотерь в обследуемых элементах энергоустановки, либо характеристики их технического состояния, являющиеся объективным основанием для коррекции нормативно-расчетного энергопотребления.

Особенно следует отметить важность учета фактических характеристик энергоэффективности зданий и сооружений, как неотъемлемых элементов энергоустановки. Принятие каких-либо экономически обоснованных решений по энергосбережению в зданиях, как правило, невозможно и недопустимо без учета

теплотехнического качества строительных конструкций, определяемого инструментально в реальных условиях эксплуатации.

Разумеется, для сбора аудиторских доказательств используется не только дефектометрия, но и множество иных инструментально-измерительных процедур, включая электроизмерения, расходомерию и пр.

Например, при инструментальном исследовании котельных используются следующие измерительные системы: анализатор продуктов горения; цифровой измеритель температуры; термометр инфракрасный бесконтактный; трехфазный анализатор электропотребления; ультразвуковой расходомер жидкости; ультразвуковой толщиномер.

Набор вышеперечисленных приборов позволяет выполнить практически все необходимые замеры при проведении энергоаудита котельных.

3 этап. Разработка энергосберегающих проектов и мероприятий.

Для этого необходимо рассчитать новые значения параметров для каждого мероприятия. Полученные результаты заносятся в *Таблицу 2*.

Основными показателями выполняемых экономических расчетов являются: энергосбережение (руб./год); инвестиции (руб.); прибыльность (срок окупаемости).

Инвестиции должны включать все затраты, связанные с внедрением мероприятий, а не только затраты на оборудование, например, на проектирование, руководство проектом, комплектацию оборудования, монтаж и установку, документацию и испытания, налоги.

Таблица 2 - Потенциал сохранения энергии и реконструкции

Здание: главный офис		Проект № 10130		Обогреваемая площадь: 2300 м ²
Мероприятия по сохранению энергии	Инвестиции (дол. США)	Сбережения (кВт·м ² /год) (дол. США)		Срок окупаемости, годы
1. Энергоэффективные душевые устройства	400	2300	200	2,0
2. Руководство по эксплуатации и обслуживанию	15000	71300	7100	2,1
3. Уплотнение окон	10000	80000	8000	1,3
4. Изоляция пола чердака	12500	17800	1800	6,9
5. Изоляция труб, задвижек и т.д.	9500	17700	1800	5,3
6. Балансирование системы отопления и термостатических клапанов	22500	53800	5400	4,2
7. Утилизация тепла, система вентиляции	25000	32200	3200	7,8
8. Автоматическая система управления	20000	33400	3300	6,1
Всего по сохранению энергии	114900	308500	30800	3,7
9. Новые окна	155000	130900	13100	12
10. Изоляция наружных стен	185000	100800	10080	17
11. Осветительные устройства	43000	22500	2900	15
Все мероприятия в целом	487900	482700	48880	10

4 этап. Оформление отчета по энергетическому обследованию

В отчете представляются технические и экономические возможности и последствия от реализации проекта.

Энергоаудит оказывает помощь предприятию в осуществлении мероприятий, обеспечивающих практическую экономию энергоресурсов.

Литература

1. Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы» №7 2006 (<http://esco-ecosis.narod.ru>)
2. Методические материалы для энергоаудита /Под ред. А.Г. Вакулко, О.Л. Данилова/ - 2003.

СТРАТЕГИЯ ЭКОЭФФЕКТИВНОСТИ

Попова О.М. (МГТУ, кафедра «Энергетики и транспорта»
e-mail:popovaom@bk.ru)

В последнее десятилетие одним из основных концептуальных вопросов, касающихся взаимодействия человеческого общества и окружающей природной среды, является стратегия устойчивого развития. Эта стратегия была продекларирована Конференцией ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992) и решениями XIX Специальной Сессии Генеральной Ассамблеи ООН в июне 1997 года, посвященной подведению итогов на высшем уровне после Конференции ООН в Рио.

В соответствии с Концепцией перехода Российской Федерации к устойчивому развитию (утверждена Указом президента РФ от 1 апреля 1996 г., №440) под устойчивым развитием понимается такое развитие, которое обеспечивает сбалансированное решение социально-экономических задач и проблем сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений людей. Иными словами, нынешнее поколение может удовлетворять свои потребности, не создавая угрозы для будущих поколений.

Всемирный экономический форум по устойчивому развитию ввел термин: «Эко-эффективность». «Эко-эффективность» отражает две основные функциональные особенности - экологическую, позволяющую оценивать экологические воздействия и экономическую, позволяющую оценивать экономический эффект.

Эко-эффективность является важным понятием для осуществления устойчивого развития, однако необходимы четкие, надежные показатели и модели. Большинство методов оценки экологического качества основаны на исследовании различных выбросов, сбросов или иного поступления веществ в окружающую среду, т.е. относятся к окончанию цикла производства и потребления продукции, но индикаторы устойчивого развития должны указывать на начало ресурсного цикла, на материальные, энергетические и другие входы, необходимые для развития.

Используемые показатели для определения потенциального воздействия на окружающую среду должны удовлетворять следующим требованиям:

- быть научно обоснованными;
- гарантировать прямые и воспроизводимые оценки потенциального воздействия окружающей среды на все процессы, товары и услуги от начального извлечения природных ресурсов из окружающей среды и до получения конечного продукта (жизненный цикл продукции);
- быть легко применимыми на практике и также эффективными с точки зрения затрат времени и финансовых ресурсов;
- отвечать целям исследования;
- быть применимыми ко всем видам продукции, услуг и экономическому развитию в целом;
- быть применимыми на всех уровнях: местном, региональном и глобальном.

В 1992 г. Шмидт-Блик предложил показатель, который удовлетворяет этим требованиям - величина **MIPS** (материальный и энергетический вход во всем жизненном цикле на единицу услуги продукции. Величина, обратная MIPS, - S/MI - является мерой для природоресурсной продуктивности.

MIPS - это целевой и практический показатель, который помогает выявлять положительные, в том числе и финансовые, возможности ресурсосберегающей деятельности. **MIPS** является предупредительным индикатором и, косвенно, через

уменьшение материальных потоков, направлен на защиту окружающей среды. Посредством применения показателя **MIPS** предприятия могут производить непрерывный анализ всего жизненного цикла выпускаемой ими продукции или оказываемых услуг.

В некоторых случаях бывает достаточно вычислить **MI**-числа вместо показателя **MIPS**. Если, например, необходимо сравнить различные варианты материалов, то материальный вход **MI** на производство одной тонны дает соответствующую информацию. Материальный вход, отнесенный к единице веса, при этом называется материальной интенсивностью (Material Intensity - **MIT**). Материальная интенсивность также может быть вычислена, например, для энергоносителей, транспорта и электроэнергии: их размерность дается не в единицах тонна на тонну (т/т) или килограмм на килограмм (кг/кг), как у **MI**-чисел, а, например, в килограмм на мегаватт в час (кг/МВт-ч) или килограмм на тонно-километр (кг/т-км).

Если же эти материальные интенсивности применяются для сравнения, например, двух опор для линии электропередач, одна из которых сделана из дерева, а другая - из стали, то они становятся **MIPS**-показателями, определяемыми как отношение материальных интенсивностей к единице услуги. В рассматриваемом случае единицей услуги является «опора для поддержания кабеля линии электропередач над землей разрешенным способом за определенный период времени».

$MIPS = MI / S$ - Материальный вход на единицу услуги (Material Input per Service unit);

$MI = S/MIP$ - Материальный вход (Material Input), или сумма использованных ресурсов;

MIT = Материальная интенсивность (Material Intensity), или материальный вход, отнесенный к единице веса, энергии или транспорта.

MI-факторы зависят от геологической и технической ситуации и могут со временем изменяться. Они могут также отражать региональные или национальные условия. «Экологический рюкзак» равен общему материальному входу природных ресурсов (в килограммах) в продукт, который способен перенести свойство полезности, минус вес самого продукта (в килограммах). На сегодняшний день существуют типичные «факторы рюкзака» или **MI**-числа для невозобновимых природных материалов равны: бамбук - 1,01, пластмассы - 3-8, железо - 7, сталь - 8-20, алюминий - 85, медь - 500 и золото - 500 000. С помощью этих чисел можно сосчитать экологические рюкзаки сложных продуктов, если известен состав продукта, а также количество отходов, образующихся во время их производства.

Вычисление **MIPS** производится в семь этапов.

- На первом этапе определяются цели и задачи, а также выбор основной единицы услуги. Важно установить, что подлежит анализу: один или несколько сравниваемых объектов, отдельный объект, оптимизация стадии производства или использования. В большинстве случаев, для того чтобы произвести сравнение различных продуктов, прежде всего, необходимо установить единицу измерения, для которой затем будут собираться необходимые данные. Мерой для сравнения является единица услуги, показывающая, какую пользу дает использование определенного продукта. В дополнение, единица услуги должна также отражать альтернативные дематериализованные продукты и инновационные услуги. Установление единицы услуги требует рассмотрения того, какие продукты и каким образом должны сравниваться между собой.
- В виде процессной цепи представляется жизненный цикл продукта (этап 2), изображающей отдельные стадии процесса и их взаимосвязи друг с другом. Стадии жизненного цикла, подлежащие исследованию, должны включать в себя следующее: производство (в том числе, добыча сырья, производство промежуточных продуктов, транспорт и реализация); использование (в частности, потребление, транспорт и ремонт); переработку и (или) выбросы. На этой стадии создается структура будущего вычисления.

- Составляется схема процесса, т.е собираются входные и, если необходимо, то и выходные потоки и (этап 3). Все данные должны быть полностью документированы с указанием источника информации, года издания, поясняющих записей, точного количества, единиц измерения и т. д. Сбор данных и их проверка представляют собой наиболее важную и в большинстве случаев, наиболее трудоемкую стадию анализа. Источниками информации могут служить: прямые измерения (они дают не только точные данные, но и, главным образом, достоверные результаты); интервью (они часто обеспечивают непосредственный неоценимый опыт, причем можно использовать как интервью, так и анкетирование экспертов); литературные ссылки (часто они являются единственным источником информации о процессах, происходящих вне предприятия). Материальные потоки должны приводиться в соответствующих единицах веса (килограммах, тоннах и т. д.).
- Определяется материальный вход от начального извлечения природных ресурсов из окружающей среды до получения конечного продукта, путем связывания собранных данных с соответствующими MI-числами (этап 4). Материальный вход (MI) определяется путем умножения каждого потока (количество входящего вещества) на материальную интенсивность (MIT) вещества. При сложении найденных произведений получают материальный вход соответствующего промежуточного продукта. При сборе данных и вычислений суммирование производится в пределах каждой категории ресурсов.
- На данном этапе вычисляется полный материальный вход от начального извлечения природных ресурсов из окружающей среды до получения конечного продукта и его размещения на свалке (этап 5).
- После того, как материальный вход вычислен, находят материальный вход на единицу услуги - MIPS (этап 6).
- Определив MIPS, переходят к заключительной стадии - интерпретации полученных результатов (этап 7). Оценивая полученные результаты, необходимо более детально рассматривать процессы, которые имеют высокую материальную интенсивность. На основании всего этого выбираются наиболее оптимальные стратегии.

Таким образом, с помощью MIPS можно наглядно продемонстрировать все источники потребления ресурсов на каждой стадии жизненного цикла 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.

Применение концепции **MIPS** способствует развитию устойчивой предпринимательской деятельности в компаниях, а также принятию экологически сбалансированных решений, как на уровне отдельных отраслей экономики, так и на региональном, национальном и глобальном уровнях. Совместное рассмотрение процессов на всех этих уровнях обеспечивает оптимизацию всех материальных входов, необходимую для увеличения ресурсной продуктивности во всем жизненном цикле продукции или во всей экономике в целом.

Регионы могут сыграть решающую роль в процессе внедрения устойчивого развития, так как на этом уровне существуют сильная взаимосвязь между физическими функциями (такими, как использование материалов, энергии и земли для производства и потребления), социальным самосознанием, экономическими субъектами и политическим делением территории. Продвижение, создание и развитие связей в регионе между производителями, потребителями, государственной властью, группами по интересам является решающим фактором в продвижении стратегии эко-эффективности.

РЕФОРМИРОВАНИЕ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА ГОРОДА МУРМАНСКА

Попова О.М. (МГТУ, кафедра «Энергетики и транспорта»
e-mail:popovaom@bk.ru)

Комплексное решение проблем, связанных с эффективным использованием энергетических ресурсов на территории г. Мурманска, является одной из приоритетных задач социально-экономического развития города.

Проблемы внедрения энергоэффективных технологий, материалов, оборудования приобретают особую актуальность. Усугубляет ситуацию рост ставок тарифов на тепловую и электрическую энергию, рост цен на газ, опережающие уровень инфляции, предельный износ инженерных сетей, что приводит к увеличению расходов местного бюджета на энергообеспечение жилых домов, учреждений социальной сферы, увеличению коммунальных платежей населения. Все эти негативные последствия обуславливают объективную необходимость экономии энергоресурсов и актуальность проведения целенаправленной политики энергосбережения.

Значительные затруднения на пути эффективного использования энергоресурсов возникают из-за отсутствия механизма стимулирования эффективного использования топливно-энергетических ресурсов энергоснабжающими организациями. Затратные подходы к установлению цены на генерацию и транспортировку энергии привели к незаинтересованности производителей и предприятий-перепродавцов в снижении себестоимости производимой энергии, а потребителей, наоборот, – в эффективном потреблении энергоресурсов.

Деятельность жилищно-коммунального хозяйства сопровождается неоправданными потерями тепловых ресурсов и затратами на поддержание в рабочем состоянии оборудования систем теплоснабжения, а так же инженерных сетей.

Неоправданные потери тепла закладывались ещё на стадии проектирования зданий, когда задача экономии состояла в удешевлении строительных конструкций и не рассматривалась на стадии эксплуатации зданий. Проектирование зданий и сооружений по показателю энергоэффективности в России стало доступно только после утверждения и введения в действие с 1 октября 2003 года нового СНиП 23-02-03 "Тепловая защита зданий", который разработан с целью устранения недостатков старого СНиПа и во исполнение положений закона РФ "Об энергосбережении". Объективная необходимость экономии энергоресурсов подтверждает актуальность проведения целенаправленной политики энергосбережения.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 28 апреля 1997 года № 425 "О реформе жилищно-коммунального хозяйства в РФ", с учетом программы развития жилищно-коммунального комплекса Мурманской области на 2003-2010 г.г., администрацией города Мурманска разработан план реформирования системы жилищно-коммунального хозяйства. Основой для выработки плана стал анализ технического состояния объектов ЖКХ и платежеспособности населения, который необходимо учитывать при выборе тарифной политики города, изменении самих тарифов на услуги ЖКХ или уровня платежей населения. Главным условием реализации реформы является экономическая сбалансированность проводимых мероприятий с реальными возможностями городского бюджета для решения главных задач: создание условий проживания, отвечающих стандартам качества; снижение расходов на эксплуатацию, ремонт объектов городского хозяйства и производство услуг ЖКХ; переход от нормативных принципов оплаты предоставляемых услуг к

оплате фактических объемов услуг и произведенных работ путем введения контроля и регулирования процессов потребления; переход от затратных принципов формирования цен и тарифов к рыночно обоснованным.

План действий по реформированию жилищно-коммунального хозяйства, разработанный администрацией города, включает в себя ряд мероприятий и программ. Так, целью комплексной целевой программы «Модернизация внутридомовых систем отопления, горячего и холодного водоснабжения в жилищном фонде города Мурманска на 2007–2010 годы» является ускоренный переход жилищно-коммунального хозяйства города на энергосберегающий путь развития и достижение реальной экономии энергоресурсов и средств, расходуемых на их оплату.

Программа состоит из четырех основных частей:

1. Установка узлов учета тепловой энергии в жилищном фонде Первомайского и Октябрьского административных округов г. Мурманска.
2. Модернизация систем теплоснабжения жилищного фонда с установкой автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов.
3. Замена внутридомовых систем ХВС и ГВС на трубопроводы из полимерных материалов.
4. Внедрение системы диспетчерского контроля за безопасностью жилищного фонда и управления внутридомовыми системами. (АСДКУ).

Основной задачей Программы является структурно-технологическая перестройка теплоснабжения в коммунальном хозяйстве и существенное снижение потерь энергоресурсов. Конечной задачей Программы является подготовка потребителей тепловой энергии в жилищном фонде города к ее эффективному использованию путем приведения систем теплоснабжения к нормативному уровню их состояния и эксплуатации, а также подготовка их к повсеместной установке средств и систем учета, контроля и регулирования. Программа включает в себя конкретные мероприятия по энергосбережению и повышению эффективности использования тепловой энергии, вырабатываемой и передаваемой в жилищный фонд города Мурманска.

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Королев С.В. (МГТУ, кафедра «Энергетики и транспорта»,
e-mail: energoberg@mail.ru)

Как правило, работа по энергосбережению начинается с энергоаудита (энергетического обследования). Основные задачи энергетического аудита — углубленное обследование энергохозяйства, исследование энергопотребления, разработка и анализ энергобалансов предприятий, определение потенциала энергосбережения и удельных расходов топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), разработка рекомендаций по снижению потерь энергии и энергосберегающих проектов с целью улучшения энергетической эффективности работы, составление энергетического паспорта предприятия. (1)

Основополагающими нормативными документами по энергосбережению являются:

1. Закон РФ "Об энергосбережении" № 28-ФЗ от 03.04.96г.(2);
2. Закон Мурманской области от 18.12.97 г. № 90-01-3МО «Об энергосбережении и повышении эффективности использования топливно-энергетических ресурсов»(3);
3. ГОСТы "Энергосбережение" (4-7);
4. Другие нормативно-правовые акты (постановление правительства РФ, МО и т.д.). (8,9)

В соответствии с правилами проведения энергетических обследований различают следующие виды энергетических обследований энергообъектов (10):

- предпусковое;
- первичное;
- периодическое;
- внеочередное;
- локальное;
- экспресс-обследование.

В основном для крупных энергетических систем проводится локальное энергетическое обследование или экспресс-обследование.

На основании результатов энергоаудита разрабатываются энергетические паспорта, программы развития, программы по энергосбережению и инвестиционные планы.

Основные направления научных исследований и разработок, в рамках которых обеспечивается снижение расхода тепловой энергии на теплоснабжение промышленных объектов, известны. Их обоснование проводится на основе анализа закономерностей формирования теплового режима оборудования, а также процессов производства. К этим направлениям относятся:

- уменьшение интенсивности воздействия наружной среды на наружные ограждения технологического оборудования, зданий и сооружений;
- обеспечение необходимой степени изолированности внутренней среды зданий (сооружений) и теплоносителя в тепловой сети от наружной среды;
- повышение уровня энергетической эффективности технологических линий и отдельных элементов системы теплоснабжения (инженерных систем, тепловых

пунктов, тепловой сети, теплообменников, источника тепловой энергии и т.п.);

- замещение деловой теплоты теплотой от нетрадиционных и возобновляемых источников энергии и вторичных энергетических ресурсов.

Энергетические обследования и энергоаудит проводятся с целью установления эффективности использования предприятиями и организациями ТЭР (электрической и тепловой энергии, природного, сжатого, сжиженного и попутного газов, твердого топлива, нефти и продуктов ее переработки, местных видов топлива и возобновляемых источников энергии), определения резервов экономии (потенциала энергосбережения) и выработки экономически обоснованных мер по снижению затрат на топливо- и энергообеспечение.

Результаты проведенных энергетических обследований позволяют сделать выводы, что потенциал энергосбережения по теплоэнергетическим объектам и сооружениям Мурманской области (без учета тепловых потерь через ограждающие конструкции зданий) составляет:

- по режимам горения - от 3 до 20 %;
- по собственным нуждам - от 2 до 5 %;
- по потерям в теплосетях - до 25 %.

И как следствие, основными направлениями развития систем теплоснабжения (без учета потребителей) являются:

1. Модернизация источников тепла.

При этом должны быть решены проблемы с низким КПД котлоагрегатов, вопросы замены котлоагрегатов, выработавших свой ресурс.

2. Модернизация тепловых сетей.

При этом решаются проблемы сверхнормативных потерь тепла и утечек, снижаются потери от «перетопа».

3. Модернизация вспомогательного оборудования – мазутного хозяйства, водоподготовки.

Направлена на избежание излишнего расхода тепла при хранении мазута, обводнения мазута, некачественной подготовки воды.

В дополнение, можно привести следующие показатели:

1) При модернизации котлов экономия по топливу составит от 4 до 9 кг.у.т. на 1 выработанную Гкал в зависимости от типа котлоагрегата.

2) Модернизация тепловых сетей позволит сэкономить до 30 кг.у.т. на 1 отпущенную Гкал.

3) Модернизация систем топливоподготовки позволит снизить потребление топлива до 2 кг.у.т. на 1 выработанную Гкал, а реконструкция систем химводоподготовки – снизить потребление реагентов и воды на собственные нужды, как минимум, в 2 раза.

Анализ состояния реализации политики в сфере энергосбережения Мурманской области показывает, что существующая ситуация в теплоэнергетическом комплексе с высокой стоимостью мазута и повышенная степень износа основных средств обуславливают недостаточное финансирование предприятиями проведения энергетических обследований и реализации мероприятий, полученных в результате энергоаудита и направленных на снижение себестоимости продукции.

Нормативная база в сфере энергосбережения в Мурманской области слаба, не хватает нормативно-правовых актов, стимулирующих энергосбережение и побуждающих предприятиями заниматься эффективным и рациональным использованием ТЭР.

Учитывая это, как никогда актуальна государственная поддержка решения этих вопросов в части софинансирования данных мероприятий, организации работы по

энергосбережению и принятия на региональном уровне действительно работающей законодательной базы, стимулирующей энергоэффективное использование ТЭР предприятиями ТЭК.

Литература

1. Сергеев С.К. Экономия энергоресурсов в промышленных технологиях. Нижний Новгород. 2001 г.
2. Закон Российской Федерации № 28-ФЗ от 03.04.1996 г. «Об энергосбережении»
3. Закон Мурманской области от 18.12.1997 г. № 90-01-ЗМО «Об энергосбережении и повышении эффективности использования топливно-энергетических ресурсов».
4. ГОСТ Р 51387-99. Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения. М.; Издательство стандартов, 2000 г.
5. ГОСТ Р 51380-99. Энергосбережение. Методы подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности энергопотребляющей продукции их нормативным значениям. Общие требования. М.; Издательство стандартов, 2000 г.
6. ГОСТ Р 51541-99. Энергосбережение. Энергетическая эффективность, состав показателей. Общие положения. М.; Издательство стандартов, 2000 г.
7. ГОСТ Р 51379-99. Энергосбережение. Энергетический паспорт промышленного потребителя. Основные положения. Типовые формы. М.; Издательство стандартов, 2000 г.
8. Постановление Правительства РФ от 02.11.1995 г. "О неотложных мерах по энергосбережению".
9. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.1995 г. № 472 «Об основных направлениях энергетической политики и структурной перестройки топливно-энергетического комплекса в Российской Федерации на период до 2010 г.»
10. Правила проведения энергетических обследований организаций от 25.03.1998 г.

ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ ИЗОЛИРОВАННЫХ УДАЛЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Малышев В.С. (МГТУ, кафедра «Энергетики и транспорта»
e-mail: malyshevvs@mstu.edu.ru)

В рамках решения проблемы вероятного энергодефицита в Мурманской области тема развития возобновляемых источников энергии, и в особенности ветра, становится чрезвычайно актуальной, поскольку в регионе существует уникальное сочетание природных, технических и экономических факторов.

Основная часть промышленных предприятий, городов и поселков Мурманской области получает электроэнергию от Кольской энергетической системы. Наряду с этим, имеется большое число удаленных изолированных потребителей (отдельных поселков и сел, метеостанций, маяков, пограничных застав, объектов Северного флота и др.), получающих электроэнергию от автономных дизельных электростанций (ДЭС). Мощность последних составляет от 8-16 до 300-500 кВт. Общее число таких электростанций в регионе – несколько десятков. В виду значительной удаленности и разобщенности, а также сравнительно малых значений потребляемых мощностей присоединение изолированных потребителей к центральным электрическим сетям экономически невыгодно. Поэтому электроснабжение таких потребителей от дизельных электростанций сохранится и в перспективе.

Работа ДЭС связана с потреблением достаточно дорогого дизельного топлива. Его дороговизна определяется не только тем, что это более качественное топливо по сравнению с мазутом, но и значительными транспортными расходами по его доставке.

Например, доставка топлива в прибрежные районы Баренцева и Белого морей осуществляется водным морским транспортом. Нефтеналивные суда, следуя вдоль побережья, производят поочередную отгрузку топлива всем населенным пунктам. При отсутствии причальных сооружений разгрузка судов производится на рейде с использованием маломерного флота. Дальнейшая доставка топлива от побережья в глубинные пункты производится с использованием автомобильного, гусеничного транспорта, санно-тракторных поездов, иногда воздушного транспорта.

Из-за удаленности и плохих транспортных связей затраты на топливо возрастают в прибрежных районах Кольского полуострова на 30-70%, а в труднодоступных районах материковой части – на 150-200% и более (например, для Сосновки стоимость доставки 30875 руб/т, при стоимости самого топлива 20020 руб/т).

Анализируя все рассмотренные способы получения энергии из возобновляемых источников, применительно к нашему региону, считаем наиболее целесообразным строительство двух видов энергоустановок – ВЭУ и малых ГЭС, которые могут способствовать экономии дорогостоящего дизельного топлива.

Использование малых ГЭС

В настоящее время в регионе не охвачено централизованным электроснабжением около 80-100 населенных пунктов и отдельных объектов. При выборе первоочередных створов для сооружения малых ГЭС необходимо исходить из технического потенциала малых рек, удаленности от них потребителя и потребностей последнего в энергии.

В этом плане в Мурманской области весьма характерным является село Краснощелье в центре Кольского полуострова, удаленное более чем на 150 км от ближайшего источника централизованного электроснабжения. Кроме воздушного сообщения и санной дороги по зимнику село не связано никакими другими видами

транспорта. Обеспечение села централизованным электроснабжением не планируется даже в отдаленном будущем. В настоящее время основным источником электроэнергии здесь служат 4 ДЭС суммарной мощностью 1350 кВт. Максимальная нагрузка декабрьских суток составляет около 320 кВт, возможен рост в перспективе до 500 кВт.

Для определения оптимальной установленной мощности малой ГЭС были рассчитаны основные энерго-экономические показатели по пяти вариантам: 300, 500, 600, 800 и 1000 кВт. Определены приведенные затраты в вариантах совместной работы малой ГЭС и ДЭС. В результате оптимальное значение установленной мощности малой ГЭС на Ельреке составило 500 кВт при параллельно работающей ДЭС установленной мощностью 300 кВт. Работа дизельной электростанция предусматривается, главным образом, на покрытие части нагрузки в маловодные периоды года, а также на выполнение функции нагрузочного и аварийного резерва. Таким образом, для обеспечения потребности в электроэнергии села Краснощелья может быть рекомендована русловая малая ГЭС установленной мощностью 500 кВт (два агрегата с диаметром рабочего колеса 1 м и расчетным напором 6 м).

Использование ветроэнергетических установок

Мурманская область располагает высоким потенциалом ветровой энергии, сосредоточенным, главным образом, в прибрежных районах. Технические ветроэнергоресурсы оцениваются в 360 млрд. кВт*ч при суммарной установленной мощности ВЭУ около 120 млн. кВт. Наиболее сильные и устойчивые ветры наблюдаются на северном побережье Кольского полуострова. Это самое ветреное место на всем европейском Севере России.

Благоприятными предпосылками для использования энергии ветра на Кольском полуострове являются:

1. высокий потенциал ветра на значительных территориях;
2. наличие господствующих ветров (южных и юго-западных), позволяющих более компактно, с меньшими затратами размещать ветроустановки (ВЭУ) на местности;
3. совпадение зимнего максимума интенсивности ветра с максимумом потребности в электрической и тепловой энергии со стороны потребителей;
4. взаимодополняющий характер сезонного поступления ветровой энергии и гидроэнергии рек;

Автономные ветроэнергетические установки могут улучшить состояние энергообеспечения децентрализованных потребителей, сталкивающихся с трудностями топливоснабжения и получающих энергию от автономных источников — дизельных электростанций, бензиновых агрегатов, мелких котельных, простых огневых печей.

Ветроэнергоустановки, работая совместно с указанными традиционными источниками энергии, способны вытеснить до 30-50%, а в наиболее ветреных районах до 70% дефицитного органического топлива.

Удельные капиталовложения в строительство ветроэнергетических станций (ВЭС) составляют около 1000-1500\$ на кВт установленной мощности, и продолжают снижаться. Себестоимость ветроэлектроэнергии в условиях Кольского полуострова может находиться в диапазоне - 80 - 85 коп/кВтч и сравнима с себестоимостью электроэнергии, вырабатываемой на тепловых электростанциях, работающих на газе. Устойчивые тенденции роста цен на газовое топливо позволяют ожидать, что с ветроэлектроэнергией вскоре сможет конкурировать по цене только электроэнергия от старых ГЭС.

В целом ветроэнергетический проект в условиях Кольского полуострова экономически в 1,5-2 раза эффективнее, чем, например, в условиях Европы или других регионов России. Это создает благоприятные условия для привлечения иностранных инвестиций для финансирования проектов.

Кроме того, развитие ветроэнергетики будет иметь (кроме коммерческого и производственного) широкий общественно-политический и социальный эффект, обеспечив достойные условия жизни в традиционно оторванных от «цивилизации» населенных пунктах.

Предлагается замещение ДЭС на ВЭУ в следующих населенных пунктах, не присоединенных к централизованным линиям электропередач:

Ловозерский район: Краснощелье, Каневка, Сосновка

Терский район: Чаваньга, Тетрино, Кузомень

Проанализировав географическое положение рассматриваемых населенных пунктов и средние многолетние скорости ветра в условиях открытой ровной местности, был сделан вывод о технической возможности применения в них ВЭУ.

Затраты на сооружение ВЭУ рассчитаны при условии стоимости 1 кВт установленной мощности равной 30-35 тыс. рублей.

Примерный срок окупаемости установки может быть получен как отношение стоимости сооружения ВЭУ к годовым затратам на обеспечение привозным топливом. Из проведенного анализа следует, что сроки окупаемости, составляющие 2-5 лет, намного ниже срока гарантированной работы установок, который установлен в среднем 10-12 лет.

На многочисленных реках Кольского полуострова располагается большое количество туристских рыболовных баз, электроснабжение которых также осуществляется от дизельных электростанций.

Их работа наносит вред окружающей среде и рекам, имеющим большие запасы биоресурсов. Эти факты делают регион менее привлекательным с точки зрения экотуризма, и служат еще одним неоспоримым доводом в пользу замещения ДЭС современными, более экологически чистыми и экономичными типами энергоустановок.

Характерно, что практически все базы расположены в районах с достаточно высокими средними скоростями ветра, что способствует установке ВЭУ.

Резюмируя рассмотренное выше можно сделать вывод о том, что из всех нетрадиционных возобновляемых источников энергии для Мурманской области для энергоснабжения удаленных населенных пунктов наибольшие перспективы имеет освоение гидроэнергии малых рек и энергии ветра, что было еще раз подтверждено в нашей работе.

Таким образом, потенциал нетрадиционных и возобновляемых источников энергии Кольского полуострова велик. Вовлечение их в хозяйственный оборот представляет собой серьезную научно-техническую задачу, однако ее решение позволит решить целый пласт социальных проблем региона, облегчит энергоснабжение удаленных потребителей

Литература

1. Быстрицкий Г. Ф. Основы энергетики. – М.: ИНФРА-М, 2006.- 278 с.
2. Дмитриев Г.С., Минин В. А. «Перспективы освоения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии на Кольском полуострове» - доклад объединения Bellona – 2007.- 94 с.
3. Сибикин Ю.Д., Сибикин Н.Ю. Технология энергосбережения.-М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006.-352 с.
4. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / Безруких П.П., Борисов Г.А., Виссарионов В.И. и др. – С.Пб.: Наука, 2002. – 314 с.

СЕКЦИЯ
«БЕЗОПАСНОСТЬ
МОРЕПЛАВАНИЯ И
ПРОМЫШЛЕННОЕ
РЫБОЛОВСТВО»

*Секция «Безопасность мореплавания
и промышленное рыболовство»*

АНИСИМОВ А.Н., ЮДИН Ю.И., АНИСИМОВ А.А., РАМКОВ И.А. О программе и методике проведения натурного эксперимента	720
ЮДИН Ю.И., БАРАХТА А.В. Судовые системы динамического позиционирования.....	722
ДУДЧЕНКО В.М., БАХАРЕВ А.Е. Расчет центра тяжести Z_G по периоду качки T (рекомендации для капитана)	726
ЖУК В.А. Биоэкономический мониторинг океанического рыболовства, как составляющая теории морской силы.....	731
ЖУК В.А. Промышленное рыболовство как составляющая теории морской силы и теории владения морем.....	733
ЖУК В.А. Теория морской силы и морская доктрина России	736
КУЗМИНЫХ И.С., ПАСЕЧНИКОВ М.А., КУЗЬМИНЫХ А.С., ГНИЛОЗУБЕНКО В.В. Устойчивость состояний безопасности в структурах эксплуатации судов.....	740
НЕДОСТУП А.А. Метод расчета силовых и геометрических характеристик элементов ставного невода	742
НЕДОСТУП А.А. К вопросу исследования скорости погружения стенки кошелькового невода	746
НЕДОСТУП А.А. Физическое моделирование разноглубинной траловой системы	750
ПОДОБЕД Н.Е., ПОДОБЕД В.А. Математическая модель режима работы порталных кранов при динамическом воздействии ветра с учетом их передвижения	754
САНАЕВ А.И., КНЫШЕВ Е.И., КНЫШЕВ А.И., САНАЕВ А.М., САНАЕВ Я.М. Аналитический расчёт равноудалённой линии морской территории на морской навигационной карте между государствами в Африке при объявлении ими 200-мильных экономических зон.....	757
САНАЕВ А.И., КНЫШЕВ Е.И., КНЫШЕВ А. И., САНАЕВ А.М., САНАЕВ Я.М. Использование геомагнитной навигации для спасательных шлюпок и плотов в открытом море	762
САНАЕВ А.И., КНЫШЕВ Е.И., САНАЕВ А.М., КНЫШЕВ А.И., САНАЕВ Я.М. Обоснование референц-эллипсоида Атлантического океана для морских навигационных карт.....	767
САНАЕВ А.И., КНЫШЕВ Е.И., КНЫШЕВ А.И., САНАЕВ А.М., САНАЕВ Я.М. Уничтожение полукруговой девиации магнитного компаса штурманским составом в открытом море	774
МЕНЬШИКОВ В.И., ЕРЕМИН М.М., СЕРОВ А.В. Особенности распределения функций в эргатической системе «судоводитель – ЭКНИС».....	780
СЕРОВ А.В., МЕНЬШИКОВ В.И., АНИСИМОВ А.А., СОЛЯНИН А.В. Информационная связанность поведения «человеческого элемента» в процессе несения им ходовой вахты	782

СУСЛОВ А.Н. Исследование возможности повышения безопасности мореплавания при использовании на судах радиотеплолокаторов.....	784
ФУРГАСА Д.М. Безопасность в стандартной системе эксплуатации с учетом принципов формальной оценки безопасности и влияния человеческого фактора.....	788
ХОЛОДОВ Г.Г. Проблемы использования ГЛОНАСС в системах ориентации судов, ведущих работу на шельфе Северного Ледовитого океана.....	789
ЦУПИН А.А. Лазерные инструментальные навигационные системы проводки судов по траекториям различной формы.....	792

О ПРОГРАММЕ И МЕТОДИКЕ ПРОВЕДЕНИЯ НАТУРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Анисимов А.Н. (*АНО "Гильдия лоцманов Кандалакшского залива"*);
Юдин Ю.И., Анисимов А.А. (*МГТУ, кафедра судовождения*);
Рамков И.А. (*МГТУ, кафедра управления судном и промысловства*).

Abstract. In the article the way of definition of values of factors of resistance, by results of supervision on a vessel in natural conditions is stated. The offered way can be successfully used for development of a technique and the program of realization of natural experiment with definition of aerodynamic and hydrodynamical forces on the hull of a vessel in concrete operational conditions.

Общеизвестно, что результаты и качество обработки натурального эксперимента напрямую связаны с качественным его проведением. Поэтому, в основе постановки и проведения эксперимента лежит не менее качественно разработанная методика и программа проведения натурального эксперимента. В свою очередь, методика и программа проведения эксперимента должна в максимальной степени учитывать те условия, в которых эксперимент ставится. Так, например, сегодня практически уже невозможно поставить и провести натуральный эксперимент на реальном судне, выполняющем свои эксплуатационные задачи. Во-первых, потому что это потеря дорогого эксплуатационного времени; во-вторых, это должны быть предприняты дополнительные мероприятия по обеспечению безопасности мореплавания, на что ни судовладелец ни портовые власти прилегающих вод без «добра» вышестоящих органов не разрешат, преславутой «человеческий фактор» и бюрократические препоны; в третьих, это экономическое обоснование необходимости их проведения и пр. Сегодня судовладелец имеет на судах практически полный комплект данных по маневренным качествам судна в соответствии с требованиями резолюций ИМО, которые, как правило, являются результатами испытаний компьютерных моделей.

Однако, рост навигационной аварийности в стесненных водах ставит перед исследователями новые вопросы и задачи по выявлению истинных причин их возникновения, что в свою очередь, требует более достоверных знаний о маневренных элементах судна и перепроверке существующих. Стандарты ИМО к уровню подготовки моряков и маневренных качеств судов на стадии проектирования, можно сказать, сегодня не обеспечивают должного уровня безопасности мореплавания судна в стесненных «не стандартных» национальных водах прибрежных стран. Сегодня становится актуальным вопрос обеспечения безопасности плавания судов с большим разбросом стандартных маневренных качеств в конкретных стесненных водах, ограниченных существующим природным ландшафтом и в соответствии с местными правилами плавания, и т.д.

Теоретическое обоснование движения судов в стесненных водах в условиях влияния ветра является чрезвычайно сложным вопросом. Надводный борт и надстройки судна представляют поверхность сложной кривизны, что значительно влияет на величину и распределение давления на корпусе и на точку приложения равнодействующей этого давления, и др. Величина угла дрейфа зависит также и от сил сопротивления воды движению судна. Положение второй точки - гидродинамической силы, определяется центром бокового сопротивления. Положение точки пересечения сил давления на надводную и подводную части судна с диаметральной плоскостью, определяет рыскливость и поворотливость судна. Таким образом, для правильного

управления судном в стесненных водах и при швартовке, в целях придания ему необходимых маневренных качеств необходимо знать величину указанных выше сил, расположение точек их приложения, так и способы возможного их смещения.

В выражениях для аэродинамической и гидродинамической сил присутствующие коэффициенты сопротивления определяют влияние всех особенностей форм, характер поверхности и особенности движения судна, на величину их влияет также скорость ветра и движения судна. Коэффициенты сопротивления определяются экспериментальным путем при обдувании моделей судна в аэродинамических трубах или буксируют в специальных бассейнах. В них сосредоточены все неизвестные зависимости силы, действующей на тело сложной формы при движении его в воздухе или воде и зависящей от формы тела и характера движения. В свою очередь, возможность найти величину коэффициентов сопротивления опытным путем и позволяет обойти трудность нахождения аналитического выражения этих зависимостей. Какую бы общую или частную задачу о движении судна мы не решали, всегда понадобится определить величины аэрогидродинамических сил, действующих на судно, а следовательно и величины коэффициентов сопротивления, от которых эти силы зависят.

В докладе изложен способ определения значений коэффициентов сопротивления, по результатам наблюдений на судне в натуральных условиях. Преимущества предложенного способа заключаются в том, что он позволяет учитывать ряд условий, которые не могут быть учтены в условиях лабораторного эксперимента, такие как неоднородность потока ветра, влияние волнения и волнового сопротивления и др. Главное преимущество заключается в том, что эксперимент ставится на конкретном судне с практически нулевыми экономическими затратами. Предложенный способ может быть успешно использован для разработки методики и программы проведения натурального эксперимента по определению аэродинамической и гидродинамической сил на корпусе судна в конкретных эксплуатационных и гидрометеорологических условиях.

СУДОВЫЕ СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Юдин Ю.И., Барахта А.В. (МГТУ, кафедра «Судовождение»
e-mail: alexandr.bar@mail.ru)

Abstract. Vessels with dynamic positioning systems (DP) are very useful in our Barents Arctic region according to the developing economic situation. Safety of navigation and environmental protection will be on the excellent level, if oil-researching companies use vessels with DP systems. DP system is future of scientific-research vessels (SRV), tankers? passenger liners and other types of offshore vessels.

Север имеет определяющее значение для формирования и развития экономического потенциала Российской Федерации. Особую роль в этом играет освоение природных ресурсов шельфовой зоны арктических морей, богатой различными видами полезных ископаемых, в частности углеводородного сырья. Континентальный шельф Российской Федерации является крупнейшим в мире. Потенциальные запасы углеводородного сырья шельфовой зоны составляют более 30 % начальных суммарных ресурсов (НСР) углеводородов, содержащихся в недрах Мирового океана. Основная часть российского шельфа приходится на арктические и дальневосточные моря. Недра российского шельфа арктических морей содержат более 75 % от НСР углеводородов, оцененных на шельфе всех морей страны [1].

Основные, из разведанных месторождений на шельфе Российской Федерации сосредоточены в Баренцевом и Карском морях: это такие гиганты, как Штокмановское, Русановское и Ленинградское месторождения.

Ведущим геофизическим методом поисков и разведки месторождений углеводородов на шельфе является сейсморазведка. Основной объем работ на шельфе выполняется специализированными судами, оснащенными буксируемыми сейсмодонорами, системами высокоточной дифференциальной навигации и мощными судовыми обрабатывающими центрами. Всего в мире по данным журнала "Offshore" насчитывалось около 100 геофизических судов, выполняющих сейсмические работы.

В России только три компании имеют всего 10 судов, построенных до 1990 г. для сейсморазведочных работ, две из которых в Мурманске – ОАО "Севморнефтегеофизика" (СМНГ), ОАО "Арктические морские инженерно-геологические экспедиции" (АМИГЭ). Поэтому в ближайшие годы остро встанет вопрос обновления флота за счет современных научно-исследовательских судов, отвечающих современным требованиям и технологии геофизических работ на морских шельфах. Для примера сейсморазведочные работы 3D могут выполнять только два судна, способные буксировать 4 косы длиной 6000 м. Работы 2D выполняют 8 судов имеющих косы длиной от 6 до 12 км. Все суда оснащены сейсмическими комплексами зарубежного производства, и только одно судно ОАО "Арктические морские инженерно-геологические экспедиции", оборудовано отечественным комплексом, который существенно дешевле зарубежных аналогов.

Для бурения скважин на континентальном шельфе используются в основном мобильные буровые установки различных типов. Выбор конкретного типа установки определяется в зависимости от глубин моря:

- от 20 до 75 м – самоподъемные установки с выдвигными опорами;
- от 50 до 200 м – полупогружные установки с якорной системой позиционирования;
- от 50 до 300 м – буровые суда с динамической системой позиционирования.

По оценкам как зарубежных, так и отечественных специалистов наиболее эффективными средствами для решения задач, связанных с освоением месторождений нефти и газа Мирового океана и, в частности на шельфе арктических морей являются суда с динамической системой позиционирования (ДП). Суда с динамической системой позиционирования обеспечивают наибольшую безопасность и целесообразность при освоении морских ресурсов нефти и газа в неблагоприятных гидрометеорологических условиях арктических морей. Технические средства судов с динамической системой позиционирования, а также позволяют обеспечить проходку скважин практически в любом районе континентального шельфа. Важно отметить, что данные современные технические средства обеспечивают возврат буровой установки на точку бурения, что крайне необходимо в условиях арктических морей, где продолжительность безледового периода не позволяет обеспечить проходку скважины за один сезон.

Безопасность мореплавания таких судов в сложных условиях Арктики обеспечивается как специальной конструкцией корпуса, так и автоматизированными системами управления техническими средствами судна и судовождения, к которым можно отнести и систему динамического позиционирования.

Основная функция судовой системы динамического позиционирования – это контроль местоположения судна и его курса, а также обеспечение автоматизированного удержания судна в «маршрутной» точке и на заданном курсе. Таким образом, судовая система динамического позиционирования включает в себя: систему контроля местоположения судна и систему контроля за направлением курса судна. ДП является многоконтурной системой управления с обратной связью, которая способна управляться при изменении влияния внешних факторов на судно и при отказе оборудования определения местоположения. Гарантией надежности работы системы является ее основа – это интегрированная база данных проекта судна, точная электронная модель, с которой работает современное высокотехнологичное программное обеспечение.

В режиме ДП судно удерживается в определенном положении, относительно заданной точки, сохраняя при этом заданный курс. В данном режиме контроль места судна осуществляется средствами определения местоположения, а курс судна – гирокомпасом. При выборе режима управления ДП: текущее местоположение судна и курс принимаются за «эталон», и движители судна работают на удержание данного места судна и курса, противодействуя влиянию внешних факторов, действующих на судно. В данном случае под внешними факторами понимаются ветер, течение и волнение, степень влияния которых зависит от формы надводной и подводной части корпуса судна. Для противодействия внешним силам в системе ДП используются различные совмещения подруливающих устройств, гребных винтов и рулей. Необходимо отметить минимальные требования к совмещенным системам движительно-рулевых комплексов для обеспечения эффективного использования системы ДП – судно должно быть оборудовано: либо двумя подруливающими устройствами туннельного типа и гребным винтом; либо подруливающим устройством туннельного типа и поворотной колонкой, имеющей разворот вокруг вертикальной оси на 360° , которая используется и в качестве движителя, и в качестве средства управления судном; либо такими же двумя поворотными колонками. При использовании совмещенных систем движительно-рулевых комплексов движители располагают таким образом, чтобы обеспечить максимальный момент и минимальное потенциальное воздействие друг на друга; при использовании подруливающих устройств туннельного типа – целесообразным считается такое размещение ниже ватерлинии, насколько это практически возможно.

ДП системы позволяют работать в различных режимах управления судном, которые могут быть как ручными, так и автоматическими. Количество и разновидность режимов управления судном динамической системы позиционирования зависят от назначения каждого конкретного судна. Рассмотрим основные, часто встречаемые на практике режимы управления судном:

Joystick Manual Heading (JSMH) – в данном режиме изменение местоположения судна полностью соответствует перемещению ручки управления на консоли ДП системы; например: разворот судна осуществляется поворотом ручки управления вокруг своей оси. Режим JSMH используется при полностью ручном управлении маневрами судна.

Joystick Auto Heading (JSAH) – в данном режиме курс судна удерживается заданным автоматически, а перемещение судна осуществляется ручкой управления. Режим JSAH используется при маневрах сближения.

DP – удержание курса и места судна осуществляется полностью автоматикой системы динамического позиционирования.

Shuttle Tanker Loading – в данном режиме курс судна определяется преобладающими погодными условиями, а местоположение судна удерживается на заданной дистанции (радиусе) от базовой точки. Режим Shuttle Tanker Loading используется при погрузке, разгрузке танкеров. При резком ухудшении погодных условий в данном режиме предусмотрено удержание курса.

Средства определения местоположения системы ДП зависят от назначения судна и различаются по применяемой в них технологии:

- способ натяжного вайера,
- радиотехнология,
- GPS,
- гидроакустика,
- лазера.

Так для буровых судов и платформ необходимы средства определения местоположения обеспечивающие постоянное, фиксированное местоположение, а для танкеров регулярных перевозок достаточны средства определения местоположения, которые позволяют удерживать место судна относительно какой-либо конструкции или другого судна. Для повышения надежности работы ДП системы целесообразно одновременно использовать несколько средств определения местоположения.

Известно, что при эксплуатации судов в тяжелых условиях плавания арктических морей, особое внимание уделяется подготовке экипажа, высокому профессионализму членов команды, занимающихся эксплуатацией и обслуживанием точных современных электронных приборов и интегрированных систем управления. Обеспечение безопасности судовождения при выполнении транспортных операций и разведки районов Арктического шельфа России требует решения ряда сложных задач как научно-технического, так и организационного плана. Одной из главных задач является специальная подготовка прежде всего судоводительского состава. Тактика выполнения ряда сложных маневров должна быть отработана до совершенства, чтобы в реальных условиях ее можно было только незначительно корректировать с учетом объективно складывающейся обстановки в районе работ. Таким образом возникла потребность в наличии эффективного учебного курса с высоким уровнем усвоения теоретических знаний и формирования практических навыков управления транспортными объектами, оснащенными системой динамического позиционирования. Актуальность тренажерной подготовки операторов ДП в России определяется, в первую очередь, интенсивным освоением месторождений нефти и газа на шельфе арктических морей, что связано с эксплуатацией буровых платформ, буровых судов,

судов-снабженцев, трубоукладчиков, а также танкеров и других судов, требующих высокоточного позиционирования. Высокая стоимость оборудования, специфика эксплуатации систем ДП, а также высокая степень риска возможности загрязнения окружающей среды требует специальной подготовки на тренажере ДП, позволяющем моделировать различные типы судов, районы плавания и условия работ. Для этого целесообразно на базе компьютерного моделирования процессов и современных тренажерных технологий создать универсальный тренажер с помощью которого можно при обучении имитировать режимы работы системы динамического позиционирования и отрабатывать систему принятия решений в арктических условиях эксплуатации морской техники. Тренажер, имитирующий реальную судовую систему динамического позиционирования, обеспечивающую автоматическое удержание судна в «маршрутной» точке, должен иметь универсальный характер и способность настраиваться для работы с судами различных проектов.

Литература

1. Захаров, Е.В. Состояние и перспективы выявления ресурсов УВ на мелководных шельфах арктических морей России / Е.В. Захаров // Технические решения для круглогодичного бурения разведочных и эксплуатационных скважин на мелководье арктических морей. – М: ИРЦ РАО "Газпром", 1995. – С. 3–10.
2. Гофман, А.Д. Двигательно-рулевой комплекс и маневрирование судна: справочник / А.Д. Гофман. – Л. : Судостроение, 1988. – 360 с.
3. Афремов, А.Ш. Рыскание судов на волнении / А.Ш. Афремов // Труды ЦНИИ им. А.Н. Крылова. – 1966. – Вып. 232. – С. 3–21.
4. Березин, С.Я. Системы автоматического управления движением судов по курсу / С.Я. Березин, Б.А. Тетюев. – Л. : Судостроение, 1974. – 264 с.

РАСЧЕТ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ ZG ПО ПЕРИОДУ КАЧКИ T (РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ КАПИТАНА)

Дудченко В.М., Бахарев А.Е. (МГТУ, кафедра управления судном и промышленного рыболовства)

1. Введение

1.1. При плавании в море различными Правилами капитану рекомендуется контролировать остойчивость, непотопляемость и безопасность вверенного корабля, экипажа и груза, а также четкую, бесперебойную работу механизмов и систем (ГД, АУ, радионавигационное и электрооборудование, якорное, швартовное и спасательное устройства, прочность корпуса, переборок, водонепроницаемых закрытий, живучесть систем, вспомогательных и аварийных ВДГ, ПЗМ и др.).

1. 2. В соответствии с п.1.1 именно поэтому в Правилах Российского морского регистра судоходства указано, что формальное соблюдение указаний Информации “ не освобождает капитана от ответственности за остойчивость судна”.

1.3. Контроль остойчивости любого плавсредства производится принятыми в теории корабля и рекомендуемыми на практике способами определения аппликаты центра тяжести Z_g и поперечной метацентрической высоты h в каждом конкретном случае нагрузки корабля при его эксплуатации в море с учетом всех других факторов (шторм, обледенение, палубный груз на промысле, затопление отсека и др.).

Кроме того, технической документацией с постройки указаны характеристики плавсредства: водоизмещение Δ_0 и координаты его центра тяжести x_0 , y_0 , и z_0 ; ; осадка по грузовую марку d ; инерционный коэффициент c ; зависимости коэффициента общей полноты $C_v = f(d)$, коэффициента полноты ватерлинии $\alpha = f(d)$ и аппликаты поперечного метацентра $zm = f(d)$ – по данным кривых элементов теоретического чертежа в зависимости от осадки).

2. Корректная постановка задачи

2.1. Задача. Определить остойчивость плавсредства в случае загрузки при его эксплуатации.

2.2. Решение : а) длина L , м и ширина B , м; осадка d , м - по расчетному водоизмещению $d = \Delta/\gamma C_v LB$, или по замерам на марках углубления носом и кормой, см. построечный чертеж «Грузовая марка», или по замеру надводного борта на миделе : $d = D - (f_{пр} + f_{л})/2$, где $f_{пр}$ и $f_{л}$ - замеры Пр.Б и ЛБ; инерционный коэффициент c , $c \cdot m^{-0,5}$ или по расчету $c = 0,746 + 0,046 \cdot B/d - 0,086L/100$; плотность забортной воды расчетная $\gamma = 1,025 \text{ т/м}^3$ или фактическая по замеру денсиметром в порту, или по данным Гидрометцентра и справочников; площадь скуловых килей, или брускового кия или то и другое вместе A_k ; коэффициент A_k / LB , % (см. п.2.1.8, ч.1V. Остойчивость «Правил классификации и постройки морских судов» Российского морского регистра судоходства, издания 2003 г.).

2. 3. Множители X_1 , X_2 , S и коэффициент k (табл. 2.1.8.1-1, 2.1.8.1-2, 2.1.8.1-3 и 2.1.8.2 “Правил...” Российского морского регистра судоходства и Приложение 1. (См. в конце текста).

2.4. В море – замерами периода качки по секундомеру T , с., а амплитуды качки θ_1 , град. – по кренометру с точностью $\pm 0,3 \dots 0,4^0$, как среднее значение не менее, чем 8 замеров на Пр.Б и ЛБ при нерегулярном волнении, т. е. при $n = 8$ $\theta_{1cp} = (\Sigma \theta_{1ПрБ} + \Sigma \theta_{1ЛБ})/16$, а $T_{ПрБ} = (\Sigma T_{iПрБ})/8$, $T_{ЛБ} = (\Sigma T_{iЛБ})/8$, $T_{cp} = (T_{ПрБ} + T_{ЛБ})/2$. Следует считать

период качки T как время между наклонениями плавсредства (корабль, судно или др.) от и до на один борт.

Рассчитать по формуле $r = (Y/109)^2/S$, когда $Y = \theta_{1cp}/(X_1 \cdot X_2 \cdot k)$, а S - по табл. 2.1.8.1 – 3 и рис. 4, тогда расчетная величина $Z_g = d[1 + (r - 0,13)/0,6]$, $h = Z_m - Z_g \geq h_{кр}$ – условие остойчивости судна по Информации.

2.5. В порту – по фактическим замерам осадки d , плотности забортной воды γ и периода качки T в тихую погоду по «Правилам ...» Регистра при креновании судна. Расчет инерционного коэффициента по формуле «Правил...» $c = 0,746 + 0,046 \cdot B/d - 0,086 \cdot L/100$, поперечной метацентрической высоты – $h = (c \cdot B/T)^2$ (или переносом груза, переходом людей, как и при креновании; угол крена судна по расчету $\theta = \text{arctg}[(f_{ПРБ} - f_{ЛБ})/B]$, град., где $f_{ПРБ}$ и $f_{ЛБ}$ – замеры правого и левого надводного борта при переносе груза массой P с борта на борт (переходе людей) при плече переноса l , в этом случае $h = 57,3^\circ \cdot (Pl/\Delta \cdot \theta)$, м. Период качки судна T , c определяется замерами по секундомерам при раскачивании судна перебежками людей с одного борта на другой.

2.6. Проверка остойчивости судна по «Номограмме для определения амплитуд бортовой качки морских судов».

По информации об остойчивости для каждого конкретного случая загрузки судна при его эксплуатации в море при расчетных величинах Δ , d , Z_g , $h_o = Z_m - Z_g$, где Z_g без учета поправки на влияние жидких грузов; $\Delta h = h_o - h$, h – фактическая поперечная метацентрическая высота; по параметру $\sqrt{h_o}/B$ определяется амплитуда качки θ_{2r} по «Номограмме...» при расчетных $B/d, C_B$ и A_K/LB в первом приближении. Принимают $\theta_1 = \theta_{2r} - 1^\circ$ и определяют Y , по «Номограмме...» обратным входом. По «Номограмме c, T и $Y = 109 \cdot \sqrt{(rS)}$ » определяют по замеренному периоду качки T и расчетному значению B/d инерционный коэффициент c и параметр B/\sqrt{h} . Поперечная метацентрическая высота равна $h = (cB/T)^2$, рассчитывают по формуле $Z_g/d = 1,667(Y/109)^2/S - 0,217$, где $S = f(T)$.

Аппликата поперечного метацентра (по формуле проф. В. Г. Власова [1] при $\theta = 10^\circ$) равна:

$$Z_m = 0,287b - 0,207h + r_o[0,867 + 0,0574 \cdot (h/b)^3] + Z_{co} \quad (1)$$

В формуле (1) расчетные величины равны: $b = 0,5(1 - 0,972 d/H_1)$; $h = 0,64(1 - 1,032 d/H_1)$; $r_o = (0,0902\alpha - 0,02)(B^2/d)/C_b$;

$$Z_{co} = (0,372 + 0,168/\chi) \cdot d, \quad \text{где } \chi = C_b/\alpha; H_1 = D + D(L+B)/150d; \quad (2)$$

α – коэффициент полноты ватерлинии; r_o и Z_{co} – поперечный метацентрический радиус аппликата центра величины при угле крена $\theta = 0$ (величины C_b, α, r_o и Z_{co} также определяются по Кривым элементов теоретического чертежа); H_1 – условная высота борта, учитывающая влияние стандартных погниби бимсов и седловатости палубы.

Уточняют значение аппликаты центра тяжести судна $Z'_g = Z_m - h$, по расчету $r' = 0,13 + 0,6Z_g/d$, $S = f(T)$, проверка $\theta_{2r} = 109 \cdot k \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot \sqrt{(r' \cdot S)} + 1^\circ$ и обратным входом по «Номограмме...» определить $\sqrt{(h_o)}/B$, затем h_o , поправка $\delta Z_g = h_o - h$. В последнем приближении $Z'_{gucnp} = Z_m - h_o + \delta Z_g$.

Проверяют Y при Z'_{gucnp}/d , затем расчет $\theta_1 = k \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot Y$, рассчитывают

$$Z_{gucnp} = [1,667 \cdot (\theta_1/109 \cdot k \cdot X_1 \cdot X_2)^2/S - 0,217] \cdot d, \quad (3)$$

Сравнивают полученный результат Z_{gucnp} с данными по Информации об остойчивости и проверяют остойчивость судна $Z_{gucnp} \leq Z_{gкр}$, т.е. исправленная аппликата центра тяжести судна в данном случае нагрузки судна для водоизмещения Δ , m и осадки d, m меньше или равна критической аппликате центра тяжести.

Таблица 2.1.8.1-1

Множитель X_1

B/d	$\leq 2,4$	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,5	3,6	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	$\geq 6,5$
X_1	1,00	0,96	0,93	0,90	0,86	0,82	0,80	0,79	0,78	0,76	0,72	0,68	0,64	0,62

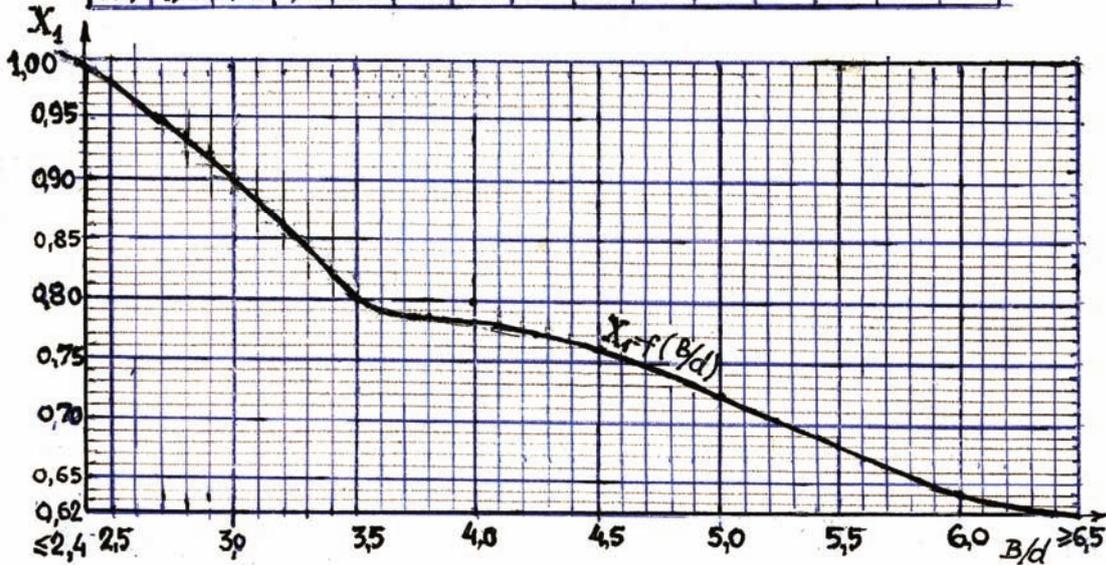


Рис. 1

Примечание. Множитель X_1 определяется по табл. 2.1.8.1 линейной интерполяцией, а по Рис. 1 с графика по расчетному значению B/d .

Множитель X_2

Таблица 2.1.8.1-2

C_b	$\leq 0,45$	0,50	0,55	0,60	0,65	$\geq 0,70$
X_2	0,75	0,82	0,89	0,95	0,97	1,00

Множитель X_2 определяется по табл. 2.1.8.1-2 линейной интерполяцией, а по Рис. 2 снимается с графика по расчетному значению C_b .

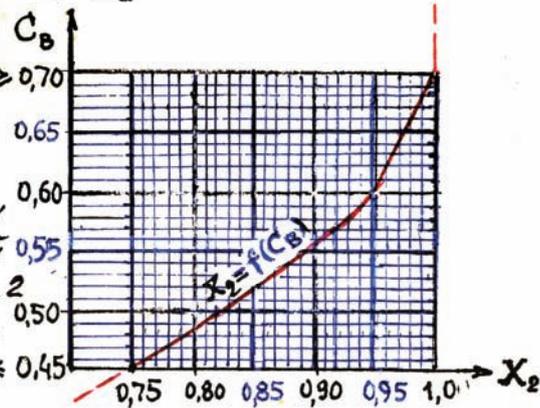


Рис. 2

Допустимая точность расчета $\delta\theta_1 = \pm 0,4^\circ$, δZ_g и δh - ± 2 см.

При неизвестной осадке d в первом приближении принимают $\theta_{2r} = 20^\circ$ и $\theta_1 = 19^\circ$, при этом прямая BC на «Номограмме θ_{2r} и θ_1 » и «Номограмме c , T и $Y = 109\sqrt{(rS)}$ » должна быть горизонтальной при расчетах h_o , h , Y и T , т.е. согласована при задании $r = 1$ в первом приближении, когда известен период качки.

Таблица 2.1.8.2

Коэффициент k

$A_k/LB, \%$	0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
k	1,00	0,98	0,95	0,88	0,79	0,74	0,72	0,70

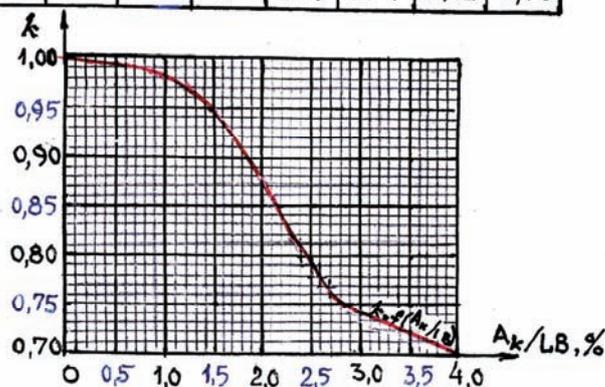


Рис. 3

Примечание. Коэффициент k определяется по табл. 2.1.8.2 линейной интерполяцией, а по Рис. 3 снимается с графика по расчетному значению A_k/LB .

Это позволяет определять по исходным данным L , B , и T характеристики своего судна по справочным данным и теории корабля для судна-прототипа по соотношениям B/d , L/B и Z_g/d и коэффициентам C_e и α , по типу судна, грузоподъемности, мощности ГД и скорости хода.

3. Рекомендации капитану по сохранению остойчивости судна при эксплуатации

3.1. Для судов с коэффициентом общей полноты $C_e \geq 0,7$ ограниченных районов плавания 1 и 11, без скуловых килей, при соотношении $B/d \leq 2,4$, критическими параметрами качки являются $T_{кр} \geq 14$ с и $\theta_{1кр} \geq 20^\circ$ ($\theta_{2r} \geq 21^\circ$). В этом случае $Z_g/d = 1,45$ и капитану следует для обеспечения остойчивости судна принять и/или жидкий балласт, убрать палубный груз в трюм, околотить лед и выйти из зоны обледенения.

Данное ограничение для судов неограниченного района плавания составляет $T_{кр} \geq 20$ с и $\theta_{кр} = \theta_{2r} = \theta_1 \geq 20^\circ \dots 21^\circ$.

3.2. Ограничение по п.3.1 для судов с резкой качкой явление слемминга опасно при $T_{кр} \leq 5 \dots 7$ с, $Z_g/d \leq 0,45$ и $\theta_1 \geq 21^\circ$ ($\theta_{2r} \geq 22^\circ$).

3.3. При утере скуловых килей (или их повреждении) амплитуда качки θ_1/θ_{2r} возрастает в 1,3...1,4 раза, и надлежит следовать в порт-убежище для ремонта.

3.4. Любое остойчивое судно можно поставить в опасные условия или привести к опрокидыванию, если его неправильно грузить, плохо им управлять или при эксплуатации не соблюдать правил хорошей морской практики.

3.5. При балластировке судна жидким балластом, а при бункеровке – при его откачке, для сохранения достаточной остойчивости принимать меры предотвращения загрязнения моря и окружающей среды, выполнять экологические требования и ПЗМ.

3.6. Согласно п.2.2.1 ч.1У. Остойчивость «Правил...» Российского морского регистра судоходства, изд. 2003 г., критическая метацентрическая высота из условия $l_d (30^\circ) \geq 0,055$ м радиан должна быть :

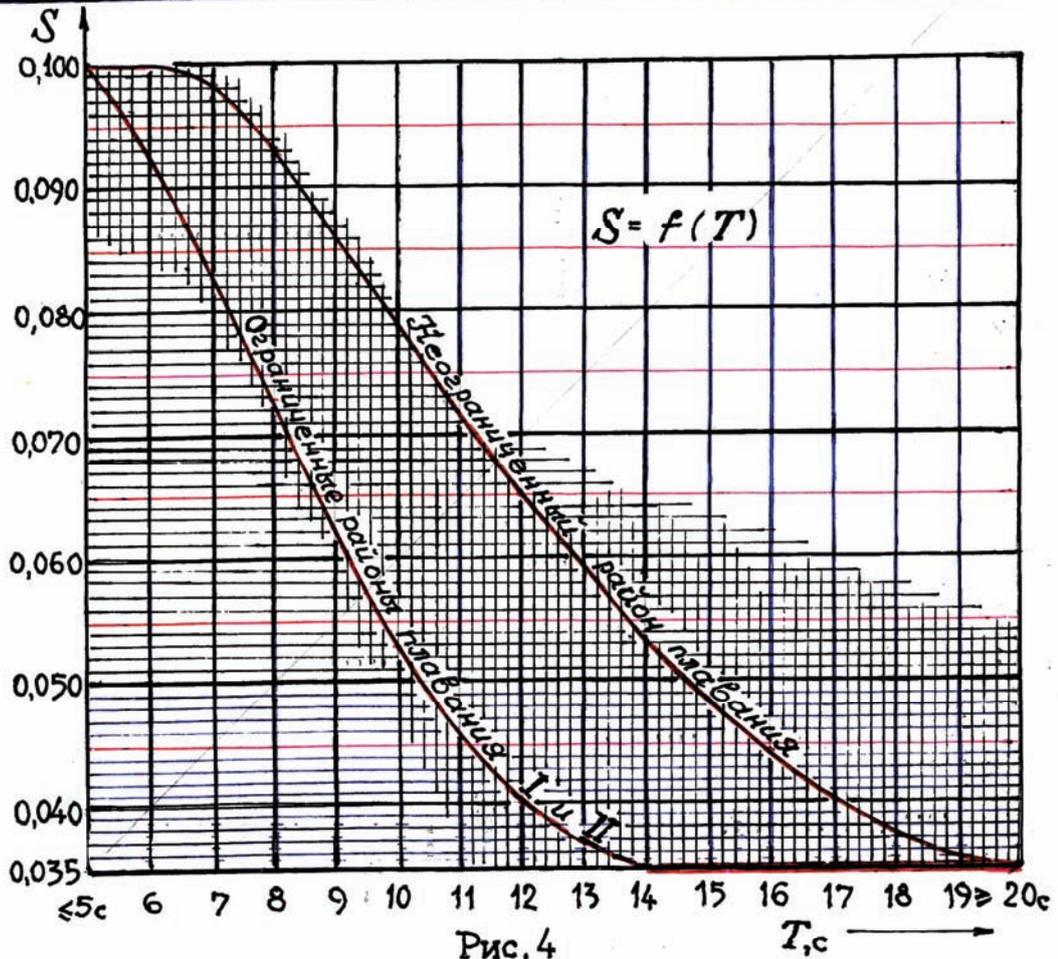
$$h_{кр} = l_d (30^\circ) / (1 - \cos 30^\circ), \text{ т.е. } h_{кр} \geq 0,41 \text{ м,} \quad (4)$$

(исключение составляют суда, кили которых заложены или модернизация которых начата до 01 июля 2002 года).

Таблица 2.1.8.1-3

Множитель S

Район плавания	Период качки корабля T, c									
	≤ 5	6	7	8	10	12	14	16	18	≥ 20
Неограниченный	0,100	0,100	0,098	0,093	0,079	0,065	0,053	0,044	0,038	0,035
Ограниченный I и II	0,100	0,093	0,083	0,073	0,053	0,040	0,035	0,035	0,035	0,035
$\gamma = 109 \sqrt{S}, \text{ град.}$ $r = 1 \text{ при } z_g/d = 1,45$	$34,5^\circ$	34,1	33,2	30,6	27,8	25,1	22,9	21,2	20,4	$20,4^\circ$



Примечание. Множитель S определяется по табл. 2.1.8.1-3 линейной интерполяцией, а по Рис. 4 снимается с графика по расчетному значению T .

БИОЭКОНОМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОКЕАНИЧЕСКОГО РЫБОЛОВСТВА, КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ТЕОРИИ МОРСКОЙ СИЛЫ

Жук В.А. (г. Мурманск, ООО «Морское Информационное Агентство» e-mail: zhuk-v@mail.ru), **Клочков Д.Н.** (г. Мурманск, НПК «Морская информатика» e-mail: morinfo@mail.ru)

Abstract. The major making theory of sea force in modern conditions is oceanic fishery. The system of bioeconomic monitoring allows to provide increase of a management efficiency by activity of fleet on the basis of optimization of his arrangement, qualitative improvement of an industrial and technological mode of a craft, as nature-production process.

Как известно, теория морской силы является частью геополитики, понимаемой как система взглядов на цивилизованное развитие общества (отдельных стран и мировой системы в целом), согласно которой политика государств (в основном внешняя) определяется географическими факторами (конфигурацией территории, наличием природных и ресурсов и т.п.) (1,2,3). Вместе с тем ограниченность и переэксплуатация континентальных ресурсов усиливает соперничество ведущих мировых держав в борьбе за экономическое обладание морем. При этом важнейшей составляющей морской силы является промышленное (океаническое) рыболовство, обеспечивающее пищевыми белками.

В то же время в последние годы быстро растут объемы добычи и перевозок углеводородов и другие виды деятельности в арктических и дальневосточных морях, неся огромную потенциальную угрозу живым ресурсам гидросферы. Поэтому практика требует более совершенных подходов к методам оценки ущерба, наносимого гидробионтам (запасы которых эксплуатирует промышленное (океаническое) рыболовство). Они должны включать не только денежное измерение прямого воздействия промысла на уровень запасов биоресурсов, но и стоимостную оценку множества услуг, предоставляемых морскими экосистемами. Поэтому при комплексном природопользовании правильнее говорить не об управлении рыболовством, а об интегрированном управлении морскими экосистемами, одной из функций которого должна стать стоимостная (экономическая, денежная) оценка морских биоресурсов как природного капитала на основе биоэкономического мониторинга.

В соответствии с Конвенцией ООН по морскому праву (1982) и Соглашением по положениям Конвенции, касающимся запасов трансграничных и далекомигрирующих рыб (1995), использование живых морских ресурсов необходимо вести с учетом экосистемного и предосторожного подходов (принципов). Экосистемный подход означает управление биоресурсами с учетом как биопродукционного потенциала морской экосистемы, так и всех факторов, влияющих на его величину и структуру, как природных (космических, климатических, взаимодействие атмосферы и океана, трофические взаимодействия в пределах экосистемы и между экосистемами), так и антропогенных (загрязнение, разведка и добыча минеральных ресурсов, промысел, транспорт и др.). Становится очевидным, что информационно-организационным базисом этого подхода должен быть комплексный биоэкономический мониторинг.

Результаты ряда НИР, проведенных в последние годы научно-исследовательскими организациями Северного бассейна, позволили сформулировать экономически значимые задачи и обосновать необходимость построения и

эксплуатации системы биоэкономического мониторинга промысловой деятельности судов, основой которой является непрерывная диагностика океанологических процессов, биологических характеристик морских экосистем, промысловых, производственных и экономических показателей деятельности промысловых судов.

Полученные результаты являются основанием для разработки и совершенствования необходимых средств поддержки управленческих решений на промысле и развития самой системы биоэкономического мониторинга рыболовства.

Формирование системы биоэкономического мониторинга промысловой деятельности судов основывается на непрерывной диагностике океанологических процессов, биологических характеристик морских экосистем, промысловых, производственных и экономических показателей деятельности флота. Система включает в себя постоянную и переменную информацию, состоящую из классификаторов, справочников, норм и нормативов, цен на рыбопродукцию, топливо, материалы и т.д.

Система биоэкономического мониторинга позволяет обеспечить повышение эффективности управления деятельностью флота на основе оптимизации его расстановки, качественного улучшения производственного и технологического режима промысла, как природно-производственного процесса.

Организация и проведение крупномасштабного биоэкономического мониторинга за состоянием экосистемных связей на регулярной основе позволит резко повысить качество информации о ее состоянии. Это даст возможность учесть динамику географического перераспределения запасов внутри различных фаз годового биологического цикла и в различных экономических зонах, позволит максимально учесть влияние природных, антропогенных и экономических факторов на динамику запасов промысловых гидробионтов и обеспечит устойчивую эксплуатацию их на долговременной основе.

Изложенный подход реализован на Северном бассейне в ходе информационной поддержки деятельности отечественного крупнотоннажного флота на сопряженных промыслах в Северо-Восточной Атлантике и в Баренцевом море. Его положительный опыт может быть использован при возвращении отечественного флота в отдаленные районы Мирового океана на современной информационно-технологической основе.

Литература

1. Колумб Ф. Морская война //Изд-во АСТ. Сер.: Классическая военная мысль. М. 2003. 668 с.
2. Мэхэн А.Т. Влияние морской силы на историю // Изд-во АСТ. Сер.: Классическая военная мысль. М. 2002. 634 с.
3. 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.

ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ТЕОРИИ МОРСКОЙ СИЛЫ И ТЕОРИИ ВЛАДЕНИЯ МОРЕМ

Жук В.А. (г. Мурманск, ООО «Морское Информационное Агентство»,
e-mail: zhuk-v@mail.ru)

Abstract. The modern contents of the theory of sea force consists not so much in geopolitic, how many in geoeconomic aspect, in the concept of economic possession by sea which essence will be, that destinies of mankind are solved on open spaces of World ocean, and driving force of progress is the competition between sea (island, seaside) and overland (continental) forces.

История развития человечества характеризуется постоянной борьбой за власть над ресурсами и территориями, в том числе и борьбой за обладание морем. Освоение Мирового океана и морских ресурсов становится приоритетным направлением в развитии мировой цивилизации в XXI веке.

Идеи маринизма легли в основу теории владения морем Ф. Колумба (1) и теории морской силы А.Т. Мэхена (2,3), трансформировались в морскую стратегию, ядром которой стала концепция морской силы – важнейшего фактора, влияющего на установление мирового господства.

Надо отметить, что современное содержание теории морской силы заключается не столько в геополитическом, сколько в геоэкономическом аспекте, в концепции экономического обладания морем, сущность которой состоит в том, что судьбы человечества решаются на просторах Мирового океана, а движущей силой прогресса является конкуренция между морской (островной, приморской) и сухопутной (континентальной) силами.

К сожалению, из понятия «великая морская держава» Россия сохранила лишь его географическую составляющую, утратив политическую, экономическую и военную. Но державность – категория комплексная. Это мировоззрение должно стать не только стержнем национальной морской политики России, но и основой общественного поведения, критерием оценки социально-экономического развития страны, залогом ее экономической независимости и процветания. Идея морской державности должна укрепиться в умах россиян, стать ориентиром в деле возрождения экономической морской деятельности государства.

В этом смысле важно понять, что Россия не столько континентальное, сколько морское государство, и у нее есть реальный шанс, используя морскую силу (понимаемую скорее в политическом и экономическом, чем в чисто в военном смысле), получить конкурентные преимущества на мировых рынках и развивать конкурентоспособную морскую экономику.

При современном прочтении исследований классиков теории морской силы явно выделяется ее экономический аспект, что ранее не замечалось, поскольку в геополитической традиции ведущая роль отводится морской силе, а экономике – подчиненная.

Положительным утверждением теории морской силы является тезис о том, что море в отличие от земли не может быть собственностью, поэтому для социально-экономического развития главное значение имеет не собственность на морские акватории, т.е. не владение, а обладание морем, что подразумевает гарантированный доступ к коммуникациям и морским ресурсам. В этом заключается коренное отличие морской экономики от континентальной.

Море не может иметь цену. Кроме того, морская среда является менее изученной, более труднодоступной и чуждой человеку, поэтому на экономическом морском пространстве по существу отсутствуют прочные устоявшиеся социально-экономические связи по поводу мореплавания, что определяет пространственную конкуренцию между функциональными элементами системы морского хозяйства, прежде всего в рыболовстве, освоении морских месторождений нефти и газа в акватории континентального шельфа и в военно-морской деятельности.

Понятие «абсолютное обладание морем» введено в научный оборот Ф. Коломбом в 1890 г. Оно включает в себя географическую, военную и экономическую составляющие.

А. Т. Мэхэн на основе исторического опыта рассматривал господство на море как элемент геополитики, который впоследствии стал важнейшим принципом стратегии не только США и Великобритании (традиционно обладающей мощным флотом), но также СССР и Германии.

В теории морской силы Мировой океан рассматривается как коммуникационная линия, связывающая «разобщенные водой» страны. Доминирующим в этой теории является принцип – море разъединяет и объединяет, что означает – основой экономического развития является морская торговля, которая должна быть защищена военно-морским флотом, имеющим соответствующую инфраструктуру.

По А. Т. Мэхэну, правительство своей политикой может способствовать естественному развитию такой промышленности, которая будет выгодна населению при развитии мореходства, и которое должен защищать военный флот.

Авторами теории морской силы не учитывались такие факторы морепользования, как промышленное рыболовство, поскольку на рубеже XIX и XX веков последнее не имело товарного значения.

К сожалению, в современной России отсутствует морская стратегия как политико-экономическая категория и, следовательно, научное обоснование системного применения флота; морская стратегия подменяется стратегией боевого использования Военно-Морского Флота и имеет достаточно узкий геополитический характер.

Дальнейшее развитие концепции экономического обладания морем связано с тем, что в начале XXI века впервые сформировалось понимание необходимости утверждения России как морской державы. Это нашло отражение в принятой в 2001 году «Морской доктрине Российской Федерации на период до 2020 года», в материалах созданной при Правительстве РФ Морской коллегии на государственном уровне положено начало формированию национальной морской политики как долговременной и системной государственной политики в области морской деятельности. Основой национальной морской политики является построение российской морской системы как синергетической совокупности региональных (по стратегическим направлениям) и функциональных систем морепользования, включая промышленное рыболовство (4).

Как известно, основу сырьевой базы рыбного хозяйства России составляет океаническое рыболовство (около 95% общих уловов). Отечественное рыболовство рассматривается как составная часть Мирового рыболовства. Как следствие, основные параметры развития увязываются с характером протекания аналогичных процессов в Мировом рыболовстве и неразрывно связаны с внешнеэкономическими и внешнеполитическими аспектами освоения биоресурсов Мирового океана.

Рыбное хозяйство России имеет реальные возможности не только для стабилизации производства, но и для возрождения отрасли на современной основе уже в среднесрочной перспективе. Это обусловлено наличием соответствующих природных, ресурсных, рыночных, экономических и социальных предпосылок.

В Морской доктрине Российской Федерации на период до 2020 года подчеркивается, что «освоение ресурсов Мирового океана является обязательным и необходимым условием сохранения и расширения сырьевой базы Российской Федерации, обеспечения ее экономической и продовольственной безопасности».

Развитие промышленного рыболовства во многих странах (Япония, США, Канада, Норвегия и др.) и отечественный опыт показывают, что долговременная эксплуатация морских биоресурсов возможна только при условии проведения единой государственной (федеральной) политики в деле использования этих ресурсов, подчинения при необходимости интересов отдельных регионов общей цели.

С позиции обеспечения национальной безопасности в морской экономике Европейского севера России наиболее значимым является Баренцево море. По критерию «высокий биоресурсный потенциал» важнейшими для страны также являются Берингово и Охотское моря. Следовательно, обладание этими морями позволяет субъектам морепользования распространить свое влияние на ближнюю, а в перспективе и на океанскую морские зоны.

В заключение необходимо подчеркнуть, что в современных условиях морская экономика, включающая промышленное рыболовство и нефтегазодобычу, становится решающим фактором глобального развития.

Литература

1. Коломб Ф. Морская война //Изд-во АСТ. Сер.: Классическая военная мысль. М. 2003. 668 с.
2. Мэхэн А.Т. Влияние морской силы на историю // Изд-во АСТ. Сер.: Классическая военная мысль. М. 2002. 634 с.
3. 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.
4. Полухович Г., Козьменко С. Теория морской силы и экономическое обладание морем // Морской сборник, 2005. С.36-42.

ТЕОРИЯ МОРСКОЙ СИЛЫ И МОРСКАЯ ДОКТРИНА РОССИИ

Жук В.А. (г. Мурманск, ООО «Морское Информационное Агентство»
e-mail: zhuk-v@mail.ru)

Abstract. It is important to understand, that Russia not so much continental, how many the sea state, and she has real chance, using sea force (understood more likely in political and economic, than in only in military sense) to receive competitive advantages in the world markets and to develop competitive sea economy.

Использование ресурсов Мирового океана является обязательным и необходимым условием сохранения экономической независимости и продовольственной безопасности Российской Федерации.

Мы являемся одним из ведущих рыбопромышленных государств мира. Рыбное хозяйство играет значительную роль в продовольственном комплексе страны и является одним из основных источников занятости населения в большинстве приморских регионов.

Вне всякого сомнения, утверждение Президентом РФ «Морской доктрины Российской Федерации» (1) можно считать прорывом в формировании морской политики и стратегии государства. Но этот прорыв пока, к сожалению, носит исключительно декларативный характер.

Морское промышленное рыболовство с момента развала СССР находится в состоянии перманентного разрушения и деградации. Приводимые примеры официальной статистики о каких-то улучшениях не выдерживают серьезной критики.

Уже не один год на самых разных уровнях ведутся дебаты о необходимости возрождения отечественного судостроения. Однако дальше разговоров дело пока не продвинулось. Между тем в российской рыбодобывающей отрасли сложилось катастрофическое положение: физический износ ее флота превышает 51%. Низкая рентабельность и малая эффективность работы старых судов при отсутствии новостроя в течение десяти лет могут привести к значительному снижению вылова в ближайшие годы (с 4 до 2,5 млн т), таков прогноз Госкомрыболовства.

Известно, что на протяжении многих веков люди и государства вели непримиримые войны (именно войны) за контроль - то есть власть – над ресурсами и территориями, с том числе и борьбу за обладание морем. В XXI веке освоение Мирового океана и морских ресурсов становится приоритетным направлением в развитии мировой цивилизации.

В настоящее время Россия из понятия «великая морская держава» сохранила лишь его географическую составляющую, утратив политическую, экономическую и военную. То есть, Россия сегодня не является полноценным участником, игроком в борьбе за «владение морем» (2), и, прежде всего - за экономическое обладание морем.

В тоже время в Морской доктрине РФ продекларировано: «Сущность национальной политики ведущих морских держав и большинства государств мирового сообщества в обозримом будущем составят самостоятельная деятельность и сотрудничество в освоении Мирового океана, а также неизбежное соперничество на этом пути».

А национальная морская политика страны – это «определение государством и обществом целей, задач, направлений и способов достижения национальных интересов Российской Федерации на морском побережье, во внутренних морских водах, в

территориальном море, в исключительной экономической зоне, на континентальном шельфе Российской Федерации и в открытом море» (1).

Стержнем национальной морской политики России, основой общественного поведения, критерием оценки социально-экономического развития страны, залогом ее экономической независимости и процветания должна стать идея морской державности. Эту идею необходимо возродить, укрепить в умах россиян. Идея морской державности - ориентир, маяк в деле возрождения экономической морской деятельности государства.

В этом смысле важно понять, что Россия не столько континентальное, сколько морское государство, и у нее есть реальный шанс, используя морскую силу (понимаемую скорее в политическом и экономическом, чем в чисто военном смысле), получить конкурентные преимущества на мировых рынках и развивать конкурентоспособную морскую экономику. Поскольку принятая в 2001 г. «Морская доктрина РФ до 2020 года» по определению может рассматриваться как морская стратегия России на среднесрочную и долгосрочную перспективу.

К сожалению, в современной России отсутствует морская стратегия как политико-экономическая категория и, следовательно, научное обоснование системного применения флота. Морская стратегия подменяется стратегией боевого использования Военно-Морского Флота и имеет достаточно узкий геополитический характер.

При современном прочтении исследований классиков теории морской силы (2,3,4) явно выделяется ее экономический аспект тогда, как ранее в геополитической традиции ведущая роль отводилась морской (военной) силе.

Теория морской силы утверждает тезис о том, что море в отличие от земли не может быть собственностью, поэтому для социально-экономического развития главное значение имеет не собственность на морские акватории, т.е. не владение, а обладание морем, что подразумевает гарантированный доступ к коммуникациям и морским ресурсам. В этом заключается коренное отличие морской экономики от континентальной.

Россия же при всех ее необъятных сухопутных просторах - не столько континентальное, сколько морское государство, и у нее есть реальный шанс, используя морскую силу (понимаемую скорее в политическом и экономическом, чем в чисто военном смысле), получить конкурентные преимущества на мировых рынках и развивать конкурентоспособную морскую экономику.

Если рассматривать морское промышленное рыболовство в контексте (взглядов) идеолога теории морской силы А.Т. Мэхэна (3,4), то государство своей политикой может и должно способствовать естественному развитию такой промышленности, которая будет выгодна населению всей страны (продовольствие, занятость, налоги и т.д.). Что такое национальные интересы Российской Федерации в Мировом океане? Это – совокупность сбалансированных интересов личности, общества и государства в сфере морской деятельности, реализуемых на основе морского потенциала государства» (1). А целью национальной морской политики является реализация и защита интересов Российской Федерации в Мировом океане и укрепление позиции Российской Федерации среди ведущих морских держав.

По установившейся традиции теория морской силы является частью геополитики, понимаемой как система взглядов на цивилизованное развитие общества (отдельных стран и мировой системы в целом), согласно которой политика государств (в основном внешняя) определяется географическими факторами (конфигурацией территории, наличием природных и ресурсов и т.п.). Вместе с тем ограниченность и переэксплуатация континентальных ресурсов усиливает соперничество ведущих мировых держав в борьбе за экономическое обладание морем, при этом

противостояние в акватории Мирового океана трансформируется из блокового в региональное.

Рассматривая динамику национальных морских уловов и состояние материально-технической базы рыболовства России, по крайней мере, за последние пять лет, прослеживается явный дисбаланс общего объема брутто-регистрационного тоннажа действующего рыбопромыслового флота и добываемого сырья. Так, вылов на одну тонну регистрационного тоннажа рыбопромыслового флота России в последние годы не превысил 2 т обезличенного рыбного сырья. Заметим при этом, что именно этот показатель важен для оценки экономической эффективности использования рыбопромыслового флота. Согласно данным ФАО по величине этого показателя Россия стоит на одном из последних мест среди основных рыбодобывающих стран мира.

Становится понятным, что без радикальной реорганизации национального океанического рыболовства России, с активным участием самого государства, рыбопромышленники не смогут участвовать в сфере международного разделения труда, реализации произведенной рыбной продукции и оказании экономически оправданных услуг. Экспорт необработанного сырья - это прямой путь ускоренного уничтожения уникальных российских национальных биологических ресурсов, разрушения оставшейся рыбохозяйственной инфраструктуры государства и обнищания основной массы рыбаков.

Во всех экономически развитых странах действующая система морского и океанического рыболовства дотационная. Крупные затраты и финансовые потери неизбежно возникающие в экономически столь рискованном предпринимательстве как морское рыболовство, компенсируются за счет продуманной фискальной политики государства, хорошо отлаженных маркетинговых систем, формирующих соответствующие страховые фонды и инвестиционную базу в целом. Оперативные эксплуатационные расходы рыболовных судов почти всегда превышают стоимость реализованной «продукции первого предъявления». Чтобы покрыть финансовый дефицит многие страны прибегают к субсидиям, которые покрывают потери лишь частично, если в затратную часть, как правило, включается коммерческое обслуживание предоставленного капитала, выданного на приобретение и эксплуатацию рыболовных судов.

Какой же представляется хотя бы самая общая схема экономического оздоровления океанического рыболовства в России? Обеспечение первоочередных потребностей рыбной отрасли должно рассматриваться в общем контексте оздоровления экономики всей страны. Исходя из опыта становления национального рыболовства ряда развивающихся и экономических развитых стран и тех, к сожалению, негативных тенденциях, которые продолжают развиваться на основных промысловых бассейнах РФ, попытаемся хотя бы схематично очертить тот круг самых первоочередных задач, решение которых необходимо для начала оздоровления океанического рыболовства России, а точнее для приостановки его окончательной деградации. Для этого необходимо в ближайшее время найти практическое решение следующих основных проблем:

- разработать и внедрить многолетнюю национальную Программу поэтапной замены существующего морально устаревшего флота на современные суда, оснащенные специальным оборудованием и способных производить товарную продукцию, соответствующую стандартам, принятым в мировой практике;
- добиваться предоставления льготных национальных или экономически приемлемых кредитов международных финансовых институтов для ускоренной замены наиболее

капиталоемкой части основных производственных фондов рыбопромыслового флота, в исключительных случаях и под гарантии государства;

- добиваться целенаправленного и приоритетного обеспечения рыболовного флота энергоносителями по специально дотированным государством ценам (это общепринятая международная практика) со строжайшим контролем со стороны государства за их целевым использованием;
- провести целенаправленную и скрупулезную работу по построению новой системы охраны НЭЗ России с созданием специальных подразделений береговой охраны по типу аналогичной службы США, Канады и других стран, способных работать в тесном контакте с природоохранными подразделениями, МВД и другими силовыми структурами государства.

С точки зрения сроков действия Морской доктрины РФ они, по определению, не могут ограничиваться какими-то временными рамками. Но даже если брать за основу заявленную дату - 2020 год – время еще есть для того, что бы немедленно заставить работать весь государственный механизм для достижения цели национальной морской политики. И тогда теория морской силы (применительно к России) трансформируется в морскую стратегию государства, ядром которой станет концепция морской мощи – важнейшего фактора, влияющего на реализацию и защиту интересов Российской Федерации в Мировом океане, и укрепление ее позиций среди ведущих морских держав.

Литература

1. Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 г., утверждена Президентом РФ 27.07.2001 г. С.33
2. Коломб Ф. Морская война //Изд-во АСТ. Сер.: Классическая военная мысль. М. 2003. 668 с.
3. Мэхэн А.Т. Влияние морской силы на историю // Изд-во АСТ. Сер.: Классическая военная мысль. М. 2002. 634 с.
4. 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.

УСТОЙЧИВОСТЬ СОСТОЯНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СТРУКТУРАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВ

Кузминых И.С., Пасечников М.А., Кузьминых А.С., Гнилозубенко В.В.
(МГТУ, кафедра судовождения)

Принятие Международной Морской Организацией (ИМО) девятой главы Международной Конвенции «Солас – 74» и Кодекса к ней (МКУБ) было логичным и своевременным шагом международного сообщества, которое сознательно направляло усилия правительств морских государств на создание эффективных структур управления безопасной эксплуатацией судов и предотвращением загрязнения (СУБ). Однако как показывают статистические данные эксплуатация организационно-технических структур управления эксплуатацией судов, хотя и дали некоторый положительный результат, но все же не смогли существенно снизить аварийность на морском и рыболовном флоте. Поэтому комитеты морской безопасности и защиты морской окружающей среды при ИМО соответственно в мае и сентябре 1997 года приняли концепцию формальной оценки безопасности (ФОБ) и предложили к использованию временное руководство по применению этой концепции. Главной особенностью концепции ФОБ является переход от управления состоянием судна по целенаправленным планам к технологиям управления этим состоянием.

Для исследования особенностей, которые могут возникнуть в процессе поддержания состояния безопасной эксплуатации судна с использованием алгоритма ФОБ, зададимся структурой в виде:

$$\eta = (Y, I, X, R, U, G), \quad (1)$$

где: Y - элементное множество организационно-технической системы, включающее как береговые подразделения компании, так и суда, объединенные информационными и управляющими связями;

I – система действий, правил и отношений, обеспечивающая стандартное состояние судам в структуре;

X – множество процессов, идущих в структуре;

R – множество целей управления;

U – множество целенаправленных планов управления;

G – множество оптимальных по стоимости с согласованными ограничениями на затраты управленческих ресурсов.

Пусть с помощью мероприятий, реализуемых в рамках требований культуры соответствия c , осуществляется оценка состояния судна, причем, так что результат этой оценки можно определить с помощью индикаторной функции, записанной следующим образом

$$F(s) = \begin{cases} 1, & \text{если } s \subset c \text{ при безопасном состоянии судна } \eta_0 \\ & \text{и структуры в целом } \eta; \\ 0, & \text{если } s \not\subset c \text{ при субстандартном состоянии судна } \eta_0 \\ & \text{и структуры в целом } \eta, \end{cases}$$

где s – величина, характеризующая текущие состояние мореходные качества судна.

Пусть далее процесс, идущий в структуре управления эксплуатацией (1) для конкретного судна $\eta_0 \subset \eta$ при выявленных признаках $s \not\subset c$, описывается с помощью набора параметров состояния $\{X_i\}$, удовлетворяющих системе феноменологических уравнений вида

$$\partial X(r, t) = f_{\lambda}(X(r, t)), \quad (2)$$

где $X(r, t)$ и $f_\lambda(X(r, t))$ – векторы, компонентами которых являются параметры состояния судна и функциональные зависимости, выражающие локальную эволюцию параметров во времени t и пространстве r , а $\lambda = s \cap c$ – величина несоответствий, принятая за параметр варьирования состояния судна.

При неизменности требований культуры соответствия реально предположение о том, что система (2) имеет, по крайней мере, одно не зависящее от времени решение, которое можно принять за опорное решение

$$f_\lambda(X^*) = 0,$$

отвечающее отношению $s \in c$. Тогда описание процесса поддержания безопасного состояния судна в рамках культуры соответствия можно представить так

$$X(r, t) = X^* + x(r, t), \quad (3)$$

где $x(r, t)$ – ограниченно малые колебания состояния судна, выявленные в процессе контроля.

Для определения показателя устойчивости решений (3) на общем множестве X введем индикаторную функцию вида:

$$f(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } x \in X(r, t) \\ 0, & \text{если } x \notin X - X(r, t), \end{cases}$$

где $X(r, t)$, X – m -измеримые множества.

Тогда очевидно, что выражение

$$1/n \sum_{k=1}^n f(x)$$

равно отношению между числом находжений $x \in X(r, t)$ и общим числом n фиксированных состояний x . В силу этого предел

$$f^*(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} 1/n \sum_{k=1}^n f(x)$$

является средней частотой пребывания $x \in X(r, t)$.

Далее рассмотрим самый простейший случай, когда функция $f^*(x)$ равна постоянной величине для любого множества $X(r, t)$, Тогда исходя из соотношения:

$$\int_X f^*(x) dm = \int_X f(x) dm \quad (3)$$

можно получить очевидное равенство

$$1/n \sum_{k=1}^n f(x) = m(X(r, t)) / m(X) = fixe. \quad (4)$$

Таким образом, полученный показатель устойчивости состояния структуры (4) создает предпосылки к разработке приемов оценки эффективности управления применительно к организационно-технической структуре (1).

МЕТОД РАСЧЕТА СИЛОВЫХ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ СТАВНОГО НЕВОДА

Недоступ А.А. (г. Калининград, ФГОУ ВПО «КГТУ», кафедра промышленного рыболовства, e-mail: nedostup@klgtu.ru).

Abstract. The method of calculation of force and geometrical characteristics of a set-net.

Известно, что основными орудиями рыболовства дальневосточного бассейна являются ставные невода (далее НС). Аварийность НС в результате воздействия штормов очень высокая, что подтверждается данными рыболовецких организаций. Главной причиной аварий НС является снижение надежности их установки из-за упрощения конструкции (Коваленко, Лапшин, Герасимов 2006). Как известно, верхняя подбора НС при возникновении штормовых условий (при увеличении гидродинамического давления на сетные элементы невода) погружается под поверхность воды (см. рис. 2), а при прекращении шторма – занимает рабочее положение (см. рис 1).

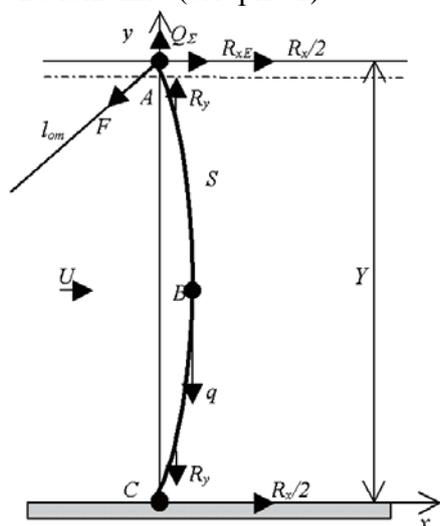


Рис. 1. Форма крыла ставного невода (НС) в рабочем состоянии

На рис. 1 приведено следующее обозначение: S - высота полоски крыла НС; l_{om} - длина оттяжки; U - скорость течения; Y - глубина места установки; q - вес в воде полоски крыла НС; R_y - распорная сила полоски крыла НС; R_x - сопротивление полоски крыла НС; Q_S - плавучесть полоски крыла НС; F - натяжение в оттяжке; R_{xE} - сопротивление оснастки верхней подборы крыла НС (в расчетах пренебрегаем).

Исследованию работы ставных неводов посвящено много работ (Калиновский, 1955; Андреев, 1990; Jung, 1997; Inada et al., 1997; Розенштейн, 2000, 2007; Akiyama et al., 2000; Hwang et al., 2003; Телятник, Осипов, 2005; Коваленко, Лапшин, Герасимов 2006; C-W Lee, 2007). При проектировании НС необходимо использовать методы расчета геометрических и силовых характеристик сетных элементов невода, в частности крыла. Один из таких методов базируется на численном интегрировании дифференциальных уравнений равновесия сил, приложенных к элементарной сетной полоске, вырезанной двумя вертикальными сечениями из крыла НС (Розенштейн, 2007).

В настоящей статье приводится метод расчета характеристик крыла НС с применением конечных уравнений равновесия сил, приложенных к элементарной сетной полоске, вырезанной двумя вертикальными сечениями из крыла НС, к примеру расстояние между наклонными оттяжками. По аналогии (Розенштейн, 2005) представим деформированную под действием возросшего давления воды стенку крыла НС, как комбинацию разноглубинной и донной сетей (см. рис. 3 и 4). Скорость течения принята одинаковой по всей глубине. Выдуванием по длине крыла (между оттяжками) и влиянием волнения пренебрегаем. Нижняя подбора крыла НС закреплена мертвыми якорями.

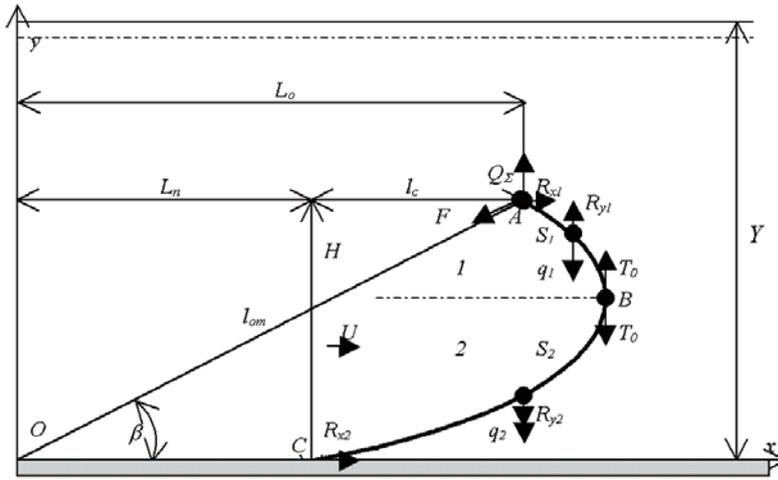


Рис. 2. Форма крыла ставного невода (НС) при самозотапливании

На рис. 2 изображено: S_1 – высота 1-го участка полосы крыла НС (разноглубинная сеть); S_2 – высота 2-го участка полосы крыла НС (донная сеть); q_1 – вес в воде 1-го участка полосы крыла НС; q_2 – вес в

воде 2-го участка полосы крыла НС, $q_2=q-q_1$; R_{y1} – распорная сила 1-го участка полосы крыла НС; R_{y2} – распорная сила 2-го участка полосы крыла НС; R_{x1} – сопротивление 1-го участка полосы крыла НС; R_{x2} – сопротивление 2-го участка полосы крыла НС; $H=h_1+h_2$ – глубина погружения верхней подборки крыла НС; T_0 – усилие в сетной полосе крыла НС на границе участков; $L_0=L_n+l_c$; $L_n=(l_{om}^2-Y^2)^{1/2}$; $l_c=l_2-l_1$ – отклонение верхней подборки в горизонтальной плоскости; β – угол наклона оттяжки к горизонтальной плоскости.

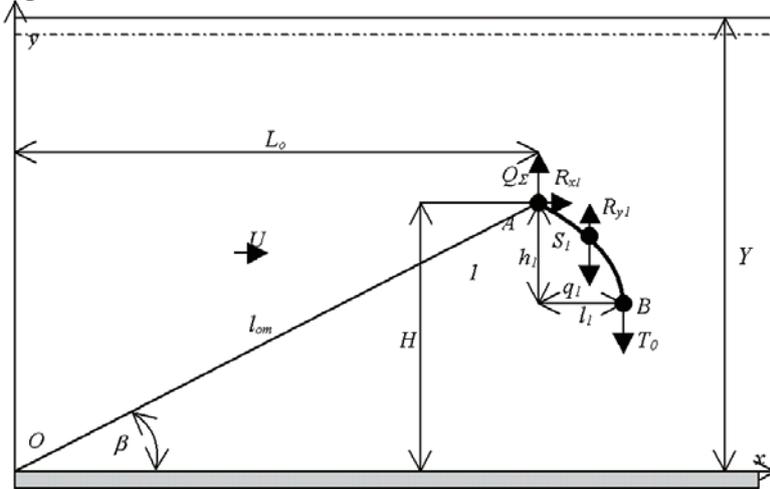


Рис. 3. Участок 1 крыла НС (разноглубинная сеть)

На рис. 3 изображено: h_1 – вертикальная проекция высоты 1-го участка полосы крыла НС; l_1 – горизонтальная проекция высоты 1-го участка полосы крыла НС (Недоступ, 2007).

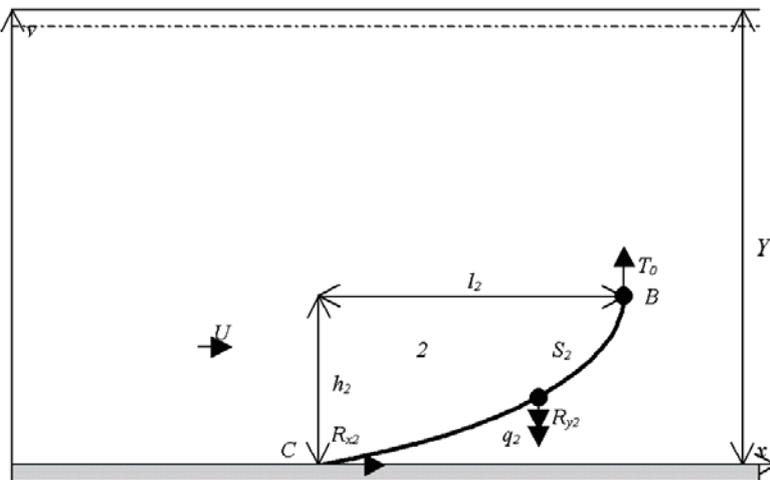


Рис. 4. Участок 2 крыла ставного невода (донная сеть)

На рис. 4 изображено: h_2 – вертикальная проекция высоты 2-го участка полосы крыла НС; l_2 – горизонтальная проекция высоты 2-го участка полосы крыла НС (Недоступ, 2007).

Для вывода конечных уравнений, позволяющих определить силовые и геометрические характеристики крыла НС воспользуемся формулами для расчета характеристик разноглубинной и донной ставных сетей, (Недоступ, 2007). Приведем выражения геометрических характеристик для участка крыла ставного невода -1: $h_1=(1-e^{-\chi_1})S_1$, $l_1=e^{-\chi_1}S_1$ и для участка крыла ставного невода -2: $h_2=(1-e^{-\chi_2})(S-S_1)$ и $l_2=e^{-\chi_2}(S-S_1)$. Запишем 24 уравнения системы (1). В системе уравнений (1) обозначено расстояние между наклонными оттяжками крыла НС - l_n , (ширина сетной полосы).

$$\left. \begin{aligned} l_{om} \sin \beta &= H \\ l_{om} \cos \beta &= L_n + l_c \\ R_{x1} &= c_{x1} \frac{\rho U^2}{2} S_1 l_n F_o \\ R_{x2} &= c_{x2} \frac{\rho U^2}{2} (S - S_1) l_n F_o \\ R_{y1} &= c_{y1} \frac{\rho U^2}{2} S_1 l_n F_o \\ R_{y2} &= c_{y2} \frac{\rho U^2}{2} (S - S_1) l_n F_o \end{aligned} \right\}, \quad \left. \begin{aligned} c_{x1} &= c_0 + (c_{90} - c_0) \sin \alpha_1 \\ c_{x2} &= c_0 + (c_{90} - c_0) \sin \alpha_2 \\ c_{y1} &= (0,6\alpha_1 - 0,385\alpha_1^2) F_o \\ c_{y2} &= (0,6\alpha_2 - 0,385\alpha_2^2) F_o \\ \alpha_1 &= \arctg(e^{\chi_1} - 1) \\ \alpha_2 &= \arctg(e^{\chi_2} - 1) \\ \chi_1 &= \zeta_1 - \xi_1 + \psi_1 \\ \chi_2 &= -\zeta_2 - \xi_2 + \psi_2 \\ \beta &= \arctg(\varphi - \chi_1) \end{aligned} \right\}, \quad \left. \begin{aligned} \zeta_1 &= q_c l_n S_1 / R_{x1} \\ \zeta_2 &= q_c l_n (S - S_1) / R_{x2} \\ \xi_1 &= R_{y1} / R_{x1} \\ \xi_2 &= R_{y2} / R_{x2} \\ \psi_1 &= T_0 / R_{x1} \\ \psi_2 &= T_0 / R_{x2} \\ H &= (1 - e^{-\chi_1}) S_1 + (1 - e^{-\chi_2}) (S - S_1) \\ l_c &= e^{-\chi_2} (S - S_1) - e^{-\chi_1} S_1 \\ \varphi &= Q_\Sigma l_n / R_{x1} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где: c_0 - коэффициент сопротивления сети, расположенной параллельно потоку воды; c_{90} - коэффициент сопротивления сети, расположенной перпендикулярно потоку воды, (Недоступ, 2007).

На основании вышеприведенной системы уравнений (1) можно рассчитать силовые и геометрические характеристики сетных элементов НС, такие как: глубина погружения верхней подборы H ; силы сопротивления участков крыла НС R_{x1} и R_{x2} , натяжение в оттяжке F и др.. Для примера, приведем расчетные характеристики крыла НС, имеющей следующие параметры: $d=1,6$ мм – диаметр нитки; $a=60$ мм – шаг ячеи; $u_x=0,71$ – посадочный коэффициент по верхней подборе; $F_o=0,053$ – относительная площадь крыла НС; $Q_\Sigma=20$ Н/м; $U=0,2 \div 1,5$ м/с; $l_{om}=15$ м; $S=9$ м; $q_c=0,18$ Н/м² - вес в воде 1-го квадратного (габаритного) метра сети. При расчете характеристик НС приняты условия: $Y=8$ м; $\rho=1034$ кг/м³ – плотность воды; $\nu=10^{-6}$ м²/сек – коэффициент кинематической вязкости воды. Весом в воде оттяжек пренебрегаем. В рассматриваемом примере: $l_n=30$ м.

На рис. 5 изображена форма крыла при скоростях течения 0,2 м/с, 0,6 м/с и 1,5 м/с.

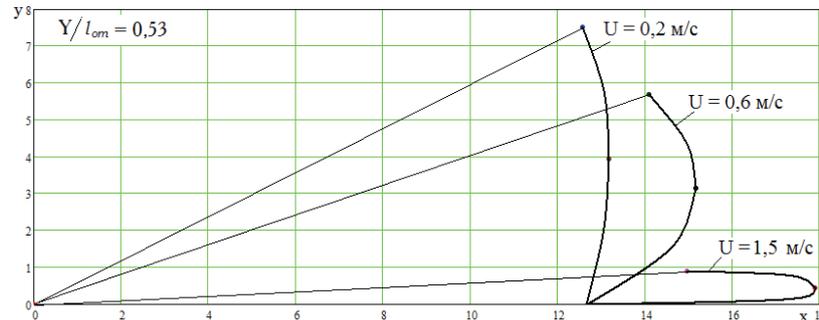


Рис. 5. Форма крыла НС при скоростях потока воды 0,2 м/с, 0,6 м/с и 1,5 м/с

В таблице приведены силовые характеристики крыла НС для оттяжек длиной 15 - 60 м.

Таблица. Силовые характеристики крыла НС (см. данные примера), $Y=8$ м

l_{om} , М	U , м/с	R_{x1} , Н	R_{x2} , Н	$R_{x1}+R_{x2}$, Н	$F=R_{x1}/\cos\beta$, Н
15	0,2	195	234	429	282
	1,5	2621	3900	6521	2626
25	1,5	2989	3676	6665	2991
35	1,5	3146	3600	6746	3148

45	1,5	3236	3570	6806	3238
60	1,5	3300	3540	6840	3318

Данный метод расчета позволяет проектировщику обосновать характеристики оттяжек (длину, материал и др.), количество оттяжек, их расстановку, плавучесть оснастки верхней подборы крыла, характеристики сетематериалов крыла и др. элементов НС, определиться с держащей силой якорей, необходимой для безаварийной работы ставных неводов и в результате подобрать якоря. В дальнейшем планируется исследовать характеристики элементов НС с учетом выдувания и волнения.

Литература

1. Андреев Н.Н., Панков В.М. Расчет ставных подвесных неводов на самозатопление/Сборник научных трудов: «Совершенствование орудий промышленного рыболовства в связи с поведением гидробионтов». – М: ВНИРО, 1990. – С. 233-244.
2. Калиновский В.С. Штормоустойчивые ставные невода. Постройка, установка, эксплуатация. Владивосток. 1955. с. 136.
3. Коваленко М.Н., Лапшин О.М., Герасимов Ю.В. Исследование показателей промыслово-технологических параметров интенсивности и уловистости ставных неводов для лова лососей/ Сборник научных трудов: «Успехи рыболовства». – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. – С. 46-67.
4. Недоступ А.А., Косиков С.С. Физическое моделирование ставной сети// Успехи рыболовства. Владивосток, Дальрыбвтуз, 2007. С. 74- 83.
5. Розенштейн М.М. Механика орудий промышленного рыболовства/ М.М. Розенштейн. - Калининград: КГТУ, 2000. – с. 363.
6. Розенштейн М.М. К определению формы сетной стенки крыла ставного подвесного невода при самозатоплении/ Сборник научных трудов: «Промышленное рыболовство». - Калининград: Издательство КГТУ, 2005. – с. 74-80.
7. Розенштейн М.М., Попов С.В. Алгоритм расчета геометрических и силовых характеристик деформированной сети. Тезисы докладов V Международной научной конференции «Инновации в науке и образовании –2007»/ КГТУ. 2007. с. 206-210.
8. Телятник О.В., Осипов Е.В. Технология промысла и проектирование ставных неводов на Дальнем востоке. Владивосток, 2005. с. 115.
9. Akiyama S., Arimoto T. Analysis of accumulation performance of differing set-net designs. Fisheries science, 2000. 66, p. 78-83.
10. Hwang B-K., Shin H-O. Analysis on the movement of bag-net in set-net by acoustic telemetry techniques. Fisheries science, 2003. 69, p. 300-307.
11. Inada H., Koike A., Tokeuchi S., Hiramoto T., Ishidoya H. Influence of current on bag-net Volume of set-net. J. Tokyo Univ. Fish. 1997. 83, p. 139-152.
12. Jung GC, Kwon BK, LEEJH. Dynamic behavior of model set-net in the flow. Bull. Korean Soc. Fish. Tech. 1997. 33, p. 275-284.
13. Lee C.W., Lee G.H., Choe M.Y., Lee M.K. Development of a design and simulation tool for the moored underwater flexible system/ 12th International Congress of the International Maritime Association of the Mediterranean IMAM 2007. Maritime Industry, Ocean Engineering and Coastal Resources. 2007. Taylor and Francis. London. p. 935-939.
14. Rozenshtein M.M., Nedostup A.A., Popov S.V., Ermakova T.V. Some questions of numerical and physical modelling of fishing gears/ 12th International Congress of the International Maritime Association of the Mediterranean IMAM 2007. Maritime Industry, Ocean Engineering and Coastal Resources. 2007. Taylor and Francis. London. p. 953-959.

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ СКОРОСТИ ПОГРУЖЕНИЯ СТЕНКИ КОШЕЛЬКОВОГО НЕВОДА

Недоступ А.А. (г. Калининград, ФГОУ ВПО КГТУ, кафедра промышленного рыболовства, e-mail: nedostup@klgtu.ru).

Abstract. Process of immersing of the net purse seine is described. The differential equations of process of immersing of the net purse seine are resulted.

Успешность облова скопления рыб на прямую зависит от скорости погружения стенки кошелькового невода на заданную глубину. Процесс погружения стенки кошелькового невода является сложным процессом, который зависит кроме отношения диаметра нитки к шагу ячеи d/a , посадочных коэффициентов u_x, u_y , высоты невода в посадке H , текущей глубины погружения Y , веса сетного полотна в воде q_c , загрузки по нижней подборе q_n , веса в воде стяжного троса q_{cm} , угла атаки сетного полотна при погружении β ; сплошности сетного полотна F_o , зависит от целого ряда факторов: во-первых, от скорости замета невода и длины вытравленного стяжного троса (Кручинин, 2005); во-вторых, от способа консервирования и степени влажности невода: сухой или слегка смоченный водой невод тонет очень медленно; в третьих, от тщательности сборки невода. Скорость погружения нижней подборки V не является постоянной на всем протяжении равном высоте кошелькового невода. При расчете времени погружения нижней подборки на заданную глубину, используя различные формулы (Баранов, 1969; Nakamura, 1964, 1967; Виноградов, 1968; Хмаров, 1967; Василенко, 1968; Гуревич, 1969; Буй-Хыу-Ки, 1969; Зверьков, 1971, 1976; Печерский, 1976; Misund, 1992; Kim, 1992, 2002; Кулагин, 1985; Великанов, 2001; Won, 2002; Кручинин, 2005) получаем противоречивые результаты, которые резко отличаются друг от друга.

В учебнике (Фридмана, 1981) приведены зависимости 1 и 2, характеризующие изменение скорости погружения стенки кошелькового невода (см. рис. 1).

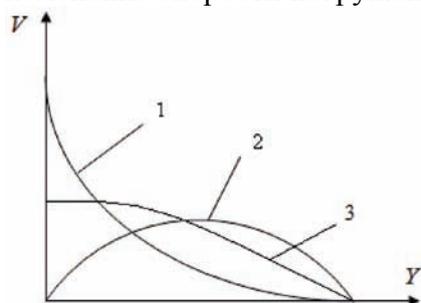


Рис. 1. Зависимости скорости погружения от глубины
 1 - характер кривой, полученной на основании использования формулы Ф.И. Баранова (Баранов, 1969);
 2 - характер кривой, полученной на основании использования формулы М.И. Гуревича (Гуревич, 1969);
 3 - характер кривой, при влиянии веса в воде сетного полотна и веса в воде загрузки нижней подборки

Отметим, что характеры зависимостей 1, 2 и 3 справедливы для трех случаев, встречаемых на практике (Kim, 1992): кривая 1, при условии $q_c/q < 1$, (при значительном влиянии веса в воде загрузки по нижней подборе q_n и веса в воде стяжного троса q_{cm} или $(q=q_n+q_{cm})$, по сравнению с весом в воде сетного полотна q_c); кривая 2, при условии $q_c/q > 1$, (при значительном влиянии q_c , по сравнению с влиянием q); кривая 3, при условии $q_c/q \approx 1$, (при одинаковом влиянии q_c и q).

Остановимся на более подробном анализе экспериментальных данных, полученных японскими исследователями Kim S.J., Imai T. и Kikukawa H. (Kim, 1992). Исследовались 5 сетных образцов с характеристиками, приведенными в табл. 1. На рис. 2 изображены схемы погружения сетной стенки трех опытных образцов. На рис. 3 изображена зависимость глубины погружения нижней подборки от времени для 5-и сетных образцов.

Таблица 1. Характеристики сетных образцов

Тип сети	d мм	a мм	u _x	F _o	n	m	L м	H м	Вес в воде	
									q _c × 10 ⁻² Н	q × 10 ⁻² Н
А	0,36	10,5	0,707	0,069	121	61	1,8	0,9	0,0	19,9
В									3,8	16,1
С									7,8	12,1
Д									13,2	6,7
Е									19,9	0,0

Примечание: n - кол-во ячеей по верхней и нижней подборам; m - кол-во ячеей по боковым подборам; L - длина верхней и нижней подбор; H - длина боковых подбор.

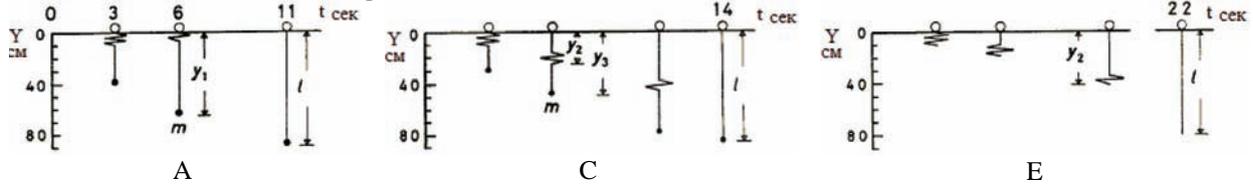


Рис. 2. Схемы погружения сетной стенки трех опытных образцов А, С, Е (Y - глубина; m - масса нижней подборки; y₁ и y₃ - глубины погружения нижней подборки от верхней подборки; y₂ - глубина погружения сетного полотна от верхней подборки; l - максимальная глубина погружения сетного полотна; t - время процесса)

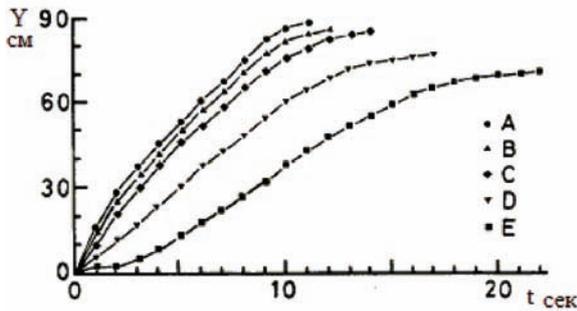


Рис. 3. Зависимость глубины погружения нижней подборки от времени (● - образец А; ▲ - образец В; ◆ - образец С; ▼ - образец D; ■ - образец Е)

Запишем уравнения движения сетной полоски исходя из теоремы о производной количества движения:

- для образца А,

$$\frac{d(mV)}{dt} = q_1 + \frac{q_c}{H} y_1 - c_0 \frac{\rho}{2} F_o y_1 \left(\frac{dy_1}{dt} \right)^2 - c_{y90} \frac{\rho}{2} d_c \left(\frac{dy_1}{dt} \right)^2, \quad (1)$$

- для образца С,

$$\left. \begin{aligned} \frac{d(m_c V)}{dt} &= \frac{q_c}{H} \cdot (l - y_3) - c_D \frac{\rho}{2} F_o (l - y_3) \left(\frac{dy_2}{dt} \right)^2 \\ \frac{d(mV)}{dt} &= q_1 + \frac{q_c}{H} \cdot (y_3 - y_2) - c_0 \frac{\rho}{2} F_o (y_3 - y_2) \left(\frac{dy_3}{dt} \right)^2 - c_{y90} \frac{\rho}{2} d_c \left(\frac{dy_3}{dt} \right)^2 \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

- для образца Е,

$$\frac{d(m_c V)}{dt} = \frac{q_c}{H} \cdot (l - y_2) - c_D \frac{\rho}{2} F_o (l - y_2) \left(\frac{dy_2}{dt} \right)^2, \quad (3)$$

где, y₁ и y₃ - глубины погружения нижней подборки невода; q₁ - вес в воде 1 м загрузки нижней подборки и стяжного троса; c₀ - коэффициент сопротивления сети c₀=0,1Re^{0,14}, (Re=dV/v), v - коэффициент кинематической вязкости воды; c_{y90} - коэффициент сопротивления стяжного троса, c_{y90}=f(Re_d), (Re_d=d_cV/v); d_c - диаметр стяжного троса; m_c - масса раскрывающегося сетного полотна; c_D - коэффициент сопротивления раскрывающегося сетного полотна c_D=f(Re_D, F_o); y₂ - глубина погружения раскрывающегося сетного полотна.

В уравнениях (1) - (3) присоединенной массой воды пренебрегли.

На рис. 4 изображены зависимости скорости погружения нижней подборки V и скорости погружения сети V_c (для 7,5 яч, 15 яч, 23 яч, 31 яч и 46 яч по высоте сетного образца от верхней подборки) от времени t для 5 образцов.

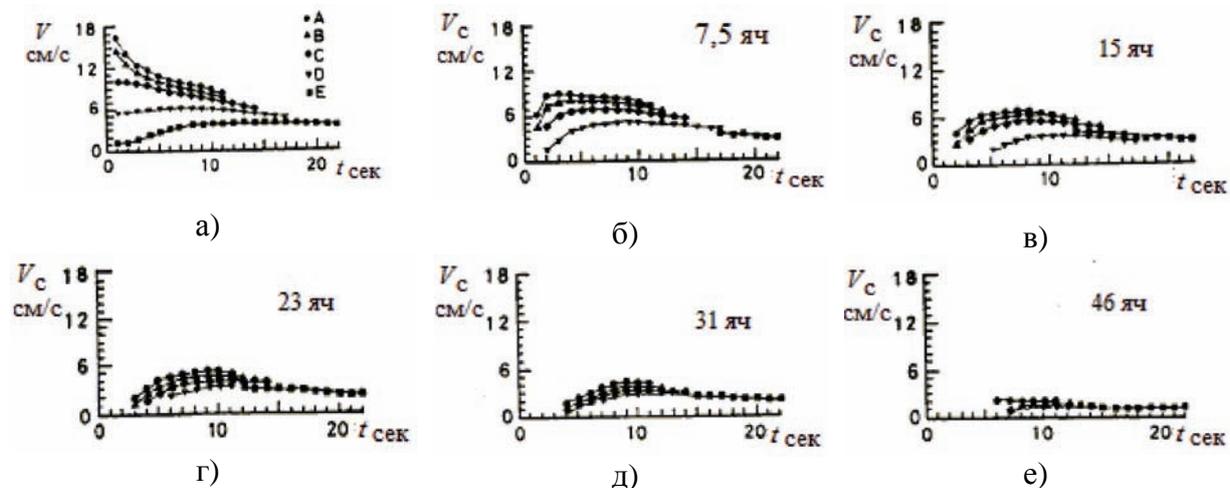


Рис. 4. Зависимости скорости погружения нижней подборки V от времени t

(● - образец А; ▲ - образец В; ◆ - образец С; ▼ - образец D; ■ - образец Е)

а) для нижней подборки; б) для 7,5 яч; в) для 15 яч; г) для 23 яч; д) для 31 яч; е) для 46 яч по высоте

Движение сетных образцов А и Е являются частными случаями движения сетной полоски С. Необходимо при определении скорости погружения V стенки кошелькового невода использовать систему уравнений (2).

Учитывая, что массы системы переменны:

$$\left. \begin{aligned} m &= \frac{q_c y / H + q_l}{g} = \frac{q_{lc} y + q_l}{g}, \\ m_c &= \frac{q_c (l - y) / H}{g} = \frac{q_{lc} (l - y)}{g} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

выражения (4) могут быть проинтегрированы с помощью приема - понижения порядка:

$$\frac{d(mV)}{dt} = V \frac{d(mV)}{dy}, \quad \frac{d(m_c V)}{dt} = V \frac{d(m_c V)}{dy}. \quad (5)$$

В формулах (1) - (5) рассматривается погружение мысленно вырезанной из невода вертикальной сетной полоски, протяженностью вдоль подбор 1 м. Влиянием волнения и натяжением стяжного троса пренебрегаем.

Список литературы

1. Баранов Ф.И. Избранные труды: В 3 т. - М., 1969.
2. Буй-Хыу-Ки. Методика экспериментального изучения процесса погружения нижней подборки кошелькового невода. Дисс.... канд.тех.наук. Калининград. 1969. С. 134.
3. Гуревич М.И. Скорость погружения нижней подборки кошелькового невода. Труды КТИРПиХ. Выпуск XXI. 1969. с. 202-207.
4. Василенко В.А. Определение скорости погружения нижней подборки кошелькового невода. Рыбное хозяйство. № 11. 1968. С. 35-36.
5. Великанов Н.Л. Механика кошелькового невода. - Калининград. Издательство КГТУ. 2001. С. 166.

6. Виноградов Н.Н. Некоторые вопросы конструкции кошельковых неводов и малых донных тралов. Доклад, представленный на соискание ученой степени кандидата технических наук (по совокупности опубликованных работ). М. 1968. с. 38.
7. Зверьков В.П. Некоторые результаты исследования режимов работы высокостенными кошельковыми неводами на промысле скумбрии. Труды ТИНРО. Т.76. 1971. С. 156-167.
8. Зверьков В.П. О скорости погружения нижней подборы на первом этапе кошелькования. Рыбное хозяйство. № 4. 1976. С. 52-54.
9. 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.
10. Кулагин В.Д., Печерский Б.Г. Разноглубинные кошельковые невода. М. Агропромиздат. 1985. С. 88.
11. Печерский Б.Г., Герман Б.И., Кулагин В.Д. Скорость погружения разноглубинного кошелькового невода. Рыбное хозяйство. №5. 1976. С. 52-54.
12. Розенштейн М.М. Механика орудий промышленного рыболовства/ М.М. Розенштейн. - Калининград: КГТУ, 2000. – с. 363.
13. Фридман А.Л. Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства. М. 1981. с. 327.
14. Хмаров В.В. К вопросу моделирования погружения нижней подборы кошельковых неводов. Труды ТИНРО. Том 61. 1967. С. 271-282.
15. 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.
16. 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.
17. Kim S.J., Imai T., Kikukawa H. An analysis on the sinking characteristics of weighted netting. Nippon Suisan Gakkaishi, 1992. 58(6), p. 1037-1042.
18. Misund O.A., Dickson W., Beltestad A.K. Optimization of purse seines by large meshed sections and low lead weight. Theoretical considerations, sinking speed measurements and fishing trials. Fisheries research. 1992. 14, p. 305-317.
19. 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.
20. Shimizu T., Takagi T., Hiraishi T., Yamomoto K. Application of NaLA to net-cage and purse seine/ International workshop - Methods for the development and evaluation of maritime technologies DEMAT 2005. V 4. 2006. Busan. p. 81 - 91.
21. 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.

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗНОГЛУБИННОЙ ТРАЛОВОЙ СИСТЕМЫ

Недоступ А.А. (г. Калининград, ФГОУ ВПО «КГТУ», кафедра промышленного рыболовства, e-mail: nedostup@klgtu.ru).

Abstract. Experiments in the flume tank with model of mid-water trawl were conducted as the result of which the dependences of coefficients value of drag c_x and lift c_y forces from the constructive characteristics trawl and forces created by their equipment were received. On the basis of minimization of an absolute mistake of a deviation of value of the attack angle α_m of model of a trawl net from value of the full-scale fishery gears α_n ($\alpha_n - \alpha_m \rightarrow \min$) conditions of modelling were received, at which value of scale effect is minimally.

Физическому моделированию тралов уделяется большое внимание во всем мире (Fridman, 1981, Розенштейн, 2000, Fiorentini, 2004, Fuxiang, 2001, O'Neill, 1993, Недоступ, 2007). Цель настоящих исследований – создание методики физического моделирования траловой системы, способной адекватно воспроизводить стационарные и динамические процессы движения разноглубинной траловой системы и форму устья трала, а также выявления зависимостей масштабного эффекта от конструктивных и силовых факторов траловой оболочки. Известно, что при моделировании разноглубинных тралов, работающих в стационарном режиме необходимо выполнить силовое (1) и геометрическое подобие (2) (Фридман 1981, Розенштейн, 1997, 2000):

$$\left. \begin{aligned} C_d \cdot C_U / C_v = 1 \\ C_R \cdot C_a / C_k \cdot C_\rho \cdot C_U^2 \cdot C_l^2 \cdot C_d = 1 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \alpha = idem \\ F_o = idem \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где, $C_d = d_m/d_n$ - масштаб средневзвешенного диаметра ниток (d_m - средневзвешенное значение диаметра нитки модели разноглубинного трала; d_n - средневзвешенное значение диаметра нитки натурального трала); C_U - масштаб скорости; $C_v = v_m/v_n = 1$ - масштаб коэффициентов кинематической вязкости воды; C_R - масштаб сил (гидростатических и гидродинамических); C_a - масштаб средневзвешенного шага ячеи; $C_\rho = 1$ - масштаб плотности воды; C_l - масштаб линейных размеров траловой системы; C_k - масштаб гидродинамических коэффициентов; α - угол атаки меридиана траловой оболочки; $F_o = F_n/F_g$ - сплошность канатно-сетной части траловой оболочки (F_n - площадь канатов и ниток; F_g - габаритная площадь траловой сети и канатной части).

Масштаб гидродинамических коэффициентов силы сопротивления канатно-сетной части трала R_x и составляющей полного давления на нее R_y (Rozenshtein, M.M., Nedostup A.A., 2007) представим, как:

$$C_k = c_{x_M} / c_{x_n} = c_{y_M} / c_{y_n} \quad (3)$$

где, c_x - коэффициент сопротивления канатно-сетной части трала; c_y - коэффициент составляющей полного давления канатно-сетной части трала.

Условие (3) можно представить в виде:

$$c_{y_M} / c_{x_M} = c_{y_n} / c_{x_n},$$

или

$$k_M = k_n \quad (4)$$

где, k_n - гидродинамическое качество натурной канатно-сетной части трала; k_M - гидродинамическое качество модели канатно-сетной части трала.

Таким образом, необходимо выполнить дополнительное условие моделирования (4), которое характеризует равенство значений гидродинамического качества канатно-сетной части натурального трала и его модели.

Геометрическое подобие трала соблюдается при условии равенства углов атаки меридиана траловой оболочки $\alpha_m = \alpha_n$ (Rozenshtein, M.M., Nedostup A.A., 2007):

$$\alpha = A(\tau, \xi, \chi) + 110e^{-6,74F_o} (P - 0,02), \quad (5)$$

где, $A(\tau, \xi, \chi)$ - силовой параметр траловой сети; $\tau = R_y^{o.b.}/(R_x + R_x^E)$ - безразмерная распорная сила, создаваемая траловой доской ($R_y^{o.b.}$ - распорная сила траловой доски; R_x - сопротивление канатно-сетной оболочки трала; R_x^E - сопротивление оснастки трала); $\xi = Q/(R_x + R_x^E)$ - безразмерная подъемная сила оснастки верхней подборы трала (Q - подъемная сила оснастки верхней подборы трала); $\chi = (G_t + 2G_g)/(R_x + R_x^E)$ - безразмерная заглубляющая сила оснастки нижней подборы и грузов-углубителей (G - вес в воде оснастки нижней подборы трала; G_g - вес в воде груза-углубителя); $P = Iu_x^2/(2\pi(U+0,5))$ - конструктивный параметр траловой оболочки (I - количество пластей; u_x - средний взвешенный посадочный коэффициент; U - средний взвешенный цикл кроя пластей).

При моделировании тралов необходимо выполнить условия (1) и (2) при $Re \geq 10^3$. При выполнении второго условия (2) автоматически соблюдается равенство $A(\tau_m, \xi_m, \chi_m) = A(\tau_n, \xi_n, \chi_n)$. В ряде случаев обеспечить масштабы $C_{F_o} = 1$ и $C_P = P_m/P_n = 1$ не возможно из-за габаритных размеров рабочих участков экспериментальных установок, тогда необходимо выполнить условие (6), или (Rozenshtein, Nedostup, 2006, 2007):

$$C_{F_o} = 1 - \frac{u_{xf} \sqrt{1 - u_{xf}^2}}{6,74(d_f/a_f)} \ln \left(\frac{0,02 - P_f}{0,02 - P_f C_P} \right). \quad (6)$$

Предлагается следующий порядок определения характеристик модели разноглубинного трала. С учетом формулы (6) и значений натурального трала: u_{xn} , d_n , a_n , P_n строится график зависимости $C_{F_o} = f(C_P)$ из которого произвольно выбираются значения C_{F_o} и C_P . Затем с учетом первого условия (1), первого условия (2) и ассортимента делей подбираются значения d_m , a_m и u_{xm} . По второму условию (1) подбираются Q_m , G_m и G_{gm} , $R_{ym}^{o.b.}$ при постоянстве C_R . Далее определяется значение гидродинамического качества траловой оболочки k , или $k = c_y/c_x$. Для примера, рассмотрим моделирование разноглубинного трала (Matuda, 1991) с характеристиками, приведенными в табл. 1.

Таблица 1. Конструктивные характеристики натурального разноглубинного трала

L_{Vn} , м	d_n , мм	a_n , мм	u_{xn}	U_n	F_{nn} , м ²	$P_n \times 10^{-4}$	F_{on}
100,0	2,9	162	0,11	27,8	91,0	1,7	0,16

где, L_{Vn} - длина ваера.

С учетом правил моделирования (1), (2) и (6) были определены масштабы моделирования разноглубинного трала (см. табл. 2), изготовлена модель и проведены эксперименты в гидроканале ЗАО «МариНПО» (см. рис. 1).

Таблица 2. Масштабы моделирования разноглубинного трала

C_d	C_a	C_{F_o}	C_P	C_U	C_l	C_{Fn} x 10 ⁻³	C_R x 10 ⁻³	C_k	C_ρ	C_v
0,39	0,3	1,0	6,2	0,8	0,042	2,8	1,48	1,0	1,0	1,0

На рис. 2 изображена трехмерная зависимость $k=f(Re, F_o, \alpha)$ для натурального разноглубинного трала (Matuda et al. 1991) и его модели, позволяющая оценить отклонение от натуральных значений характеристик модели разноглубинного трала. В данном примере моделирования разноглубинного трала (см. рис. 2 и табл. 3) отклонение от натуральных значений k_n характеристик модели k_m или величина масштабного эффекта по линейным размерам составляет менее 1%. Величина масштабного эффекта по силовым характеристикам составляет не более 7%.

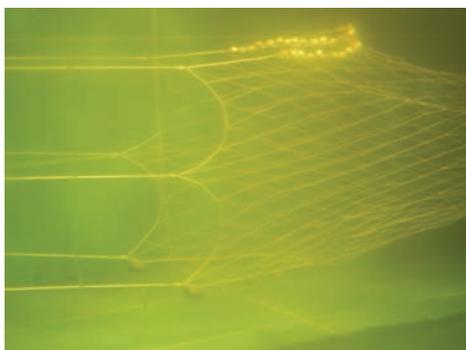


Рис. 1. Фотография модели разноглубинного трала в гидроканале ЗАО «МариНПО»

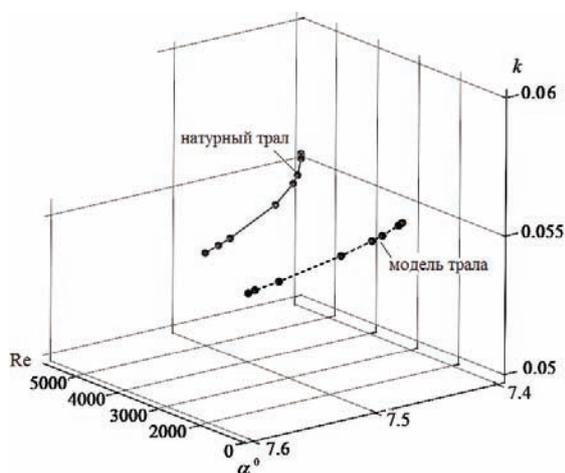


Рис. 2. Трехмерные зависимости $k = f(Re, F_o, \alpha)$ для натурального разноглубинного трала (Matuda et al. 1991) и его модели

В табл. 3 приведены значения отношений $L_n H_n / F_{nn}$ (L_n - горизонтальное раскрытие устья натурального трала, H_n - вертикальное раскрытие устья натурального трала) и $L_m H_m / F_{mm}$ (L_m - горизонтальное раскрытие устья модели трала, H_m - вертикальное раскрытие устья модели трала) при различных скоростях траления U_n и потока воды (для гидроканала ЗАО «МариНПО») U_m .

Таблица 3. Значения $L_n H_n / F_{nn}$ и $L_m H_m / F_{mm}$ при различных значений U_n и U_m .

Трал	Скорости траления и потока воды, м/с																	
	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
	U_n	U_m	U_n	U_m	U_n	U_m	U_n	U_m	U_n	U_m	U_n	U_m	U_n	U_m	U_n	U_m	U_n	U_m
	1,21	0,97	1,25	1,0	1,3	1,03	1,53	1,22	1,72	1,37	1,81	1,44	2,0	1,6	2,02	1,62	2,06	1,64
Натурный H_n/L_n	2,1		2,17		2,3		1,63		1,46		1,41		1,0		-		0,97	
Натурный $H_n L_n$	182		212		190		215		227		227		256		-		243	
Модель H_m/L_m		2,02		2,09		2,2		1,58		1,4		1,4		1,0		0,98		0,95
Модель $H_m L_m / C_l^2$		175		198		185		198		218		210		245		240		238

На рис. 3 изображены зависимости сопротивления канатно-сетной части натурального трала с оснасткой от скорости траления и сопротивления канатно-сетной части модели трала с оснасткой от скорости потока воды в гидроканале с учетом пересчета.

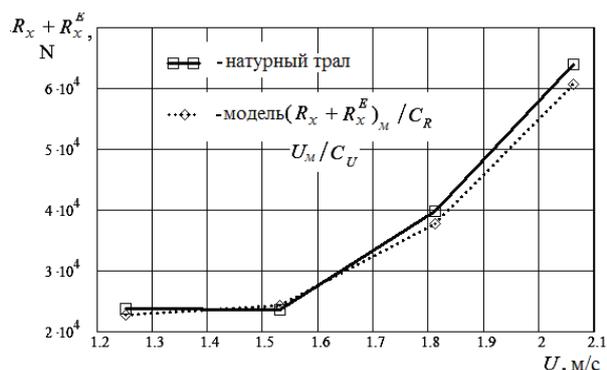


Рис. 3. Сопоставление значений сопротивлений натурального разноглубинного трала с оснасткой (Matuda et al. 1991) и его модели при длине ваера 100 м

Разработанные правила физического моделирования разноглубинных тралов, позволяют обеспечить высокую точность получаемых результатов при пересчете их на натурные условия. Как следует из приведенного примера, ошибки пересчета не превышают 7%, что является вполне приемлемым для инженерных приложений.

Литература

1. Недоступ А. А. Исследование масштабного эффекта при моделировании стационарных режимов движения разноглубинной траловой системы. Известия КГТУ. - К., 2006 – С. 72-76.
2. Недоступ А. А. Масштабный эффект при моделировании разноглубинной траловой системы// Вестник молодых ученых «Ломоносов». Вып. III. МГУ им. М.В. Ломоносова. М. 2007. - С. 235-239.
3. Розенштейн М. М., Недоступ А. А. Метод расчёта коэффициента сопротивления сетной части // Рыбное хозяйство. - 1997. - № 4. - С. 47-48.
4. Розенштейн М.М. Механика орудий промышленного рыболовства/ М.М. Розенштейн. - Калининград: КГТУ, 2000. – с. 363.
5. Фридман А.Л. Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства. М. 1981. с. 327.
6. Fiorentini L., Sala A., Hansen K., Cosimi G., Palumbo V. Comparison between model testing and full-scale trials of new trawl design for Italian bottom fisheries. Fisheries Science 70: 2004. 349-359.
7. Fuxiang H., Matuda K., Tokai T. Similarity laws and modelling rules for fishing nets. Contributions on the Theory of Fishing Gears and Related Marine Systems. DEMAT'99. 1999. p 137-149.
8. Matuda K., Fuxiang H., Satoh K., Saotome Y., Kasuga I. Field experiment on static characteristics of midwater trawl system. Nippon Suisan Gakkaishi 57(4): 1991. 655–660.
9. O'Neill F.G. Small-scale modelling rules of trawl nets. Fisheries Research 18: 1993. 173-185.
10. Rozenshtein M.M., Nedostup A.A., Popov S.V., Ermakova T.V. Some questions of numerical and physical modelling of fishing gears/ 12th International Congress of the International Maritime Association of the Mediterranean IMAM 2007. Maritime Industry, Ocean Engineering and Coastal Resources. 2007. Taylor and Francis. London. p. 953-959.
11. Rozenshtein M.M., Nedostup A.A., Ermakova T.V. Physical modelling of gill net, drift net and trawl net/ 8th International workshop - Methods for the development and evaluation of maritime technologies DEMAT 2007. 2007. Rostock. p. 89 - 100.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕЖИМА РАБОТЫ ПОРТАЛЬНЫХ КРАНОВ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЕТРА С УЧЕТОМ ИХ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ

Подобед Н.Е., Подобед В.А. (МГТУ, кафедра управления судном и промрыболовства)

Abstract. The loading diagram on port bridge crane accounting wind load has been made. The mathematical model of an operating mode of the portal cranes under dynamic influence of wind has been worked out.

В работах (1-3) были выполнены исследования режимов работы портовых порталных кранов при динамическом воздействии ветра с целью обоснования допустимых ветровых нагрузок для их рабочего состояния в зависимости от парусности грузов и технологии погрузочно-разгрузочных работ. В выполненных исследованиях передвижение крана не учитывалось, так как оно являлось установочным движением. В таких условиях передвижение крана должно осуществляться только под наблюдением сменного инженера (механика) портовой механизации. Однако, для этих случаев важно знать при какой максимальной скорости ветра без особого риска угона крана ветром можно использовать механизм передвижения крана в качестве рабочего движения. С этой целью на основании работ (1-4) составлена математическая модель режима работы портовых порталных кранов при динамическом воздействии ветра, описывающая работу всех четырех крановых механизмов: механизма подъема груза, изменения вылета стрелы и поворота крана, а также работу механизма передвижения крана. Число независимых координат, являющихся следствием движения независимо управляемых механизмов, равно четырем: x , z , ρ , φ . При гибком подвесе груза возникают поперечные колебания груза по координатам ρ_α и φ_α .

Обобщенная математическая модель режима работы порталных кранов с гибким подвесом груза получена при следующих условиях и допущениях, вполне приемлемых при теоретическом исследовании режимов работы. Система порталного крана предполагается жесткой, неконсервативной (так как ее работе сопутствует энергия диссипации) с голономной (конечной, без производных) нестационарной, идеальной связью; колебания груза на гибком подвесе считаются малыми (как это, например, допускается при обычно наблюдаемых углах отклонения грузового каната от вертикали); упругую податливость звеньев и другие перемещения (зазоры, скольжение в приводе и т.д.) по сравнению с основными координатами полагаем пренебрежимо малыми.

Величины, начиная со второго порядка малости, не учитываются. Приведенная к точке подвеса груза масса стрелы принята за постоянную величину. Она является переменной для сложных (шарнирно-сочлененных) систем стрел. Но в этом случае диапазон изменения приведенной массы (и ее производной) невелик.

Обобщенная математическая модель режима работы порталных кранов получена на основе уравнения Лагранжа второго рода в виде нелинейной, неоднородной системы шести дифференциальных уравнений второго порядка с переменными коэффициентами. Эти уравнения составлены на основе обобщенных координат и соответствующих им обобщенных сил, включая ветровую нагрузку. Полученная система описывает сложный процесс работы четырех независимых механизмов порталного крана: двух поступательных по координатам: x -

передвижение крана по подкрановым рельсам, z - подъем груза, радиальное изменение вылета стрелы по координате ρ , вращательное (относительно вертикальной оси) по координате φ и колебания гибкого подвеса груза по координатам ρ_α , φ_α . Таким образом число дифференциальных уравнений движения крана с грузом соответствует числу обобщенных координат.

Ветровая нагрузка представлена в виде суммы двух ее составляющих: статической – соответствующей средней скорости ветра, осредненной за 2-х минутный интервал времени, и динамической составляющей, характер изменения которой в функции времени представляется графиками тригонометрических функций – синусоидами со случайными амплитудами пульсаций, определяемыми коэффициентами порывистости и продолжительностью порывов (пульсаций). Расчетные формулы ветровой нагрузки на кран с грузом представлены с учетом динамической ее составляющей, изменении скоростного напора ветра по высоте крана и собственных скоростей движения механизмов в функции обобщенных координат – передвижения крана x , угла поворота φ и вылета стрелы крана ρ .

Правые части уравнений системы содержат члены, описывающие силовые факторы управления механизмами и возмущения на кран с грузом. Приводом механизмов большинства порталных кранов являются асинхронные электродвигатели с фазным ротором. Регулирование пускового момента в таком приводе осуществляется ступенчатым реостатом в цепи ротора. Силовые факторы управления в уравнениях могут быть представлены в виде аппроксимированных линейных функций скоростей механизмов.

Моменты от сил трения в механизме поворота и наклона (крена) крана рассчитываются или принимаются согласно заводским данным. Нагрузки от сил трения в механизме изменения вылета стрелы и от неуравновешенности собственного веса стрелового устройства и веса груза также рассчитываются или принимаются согласно заводским данным. При этом величина нагрузки от неуравновешенности собственного веса стрелового устройства и веса груза аппроксимируется функцией вылета стрелы ρ .

Коэффициенты аэродинамического сопротивления стреловой системы и коэффициенты момента в функции угла атаки ветра при изменении вылета стрелы и угла поворота крана определены экспериментально (5) и аппроксимированы аналитическими зависимостями в функции вылета стрелы и поворота крана.

Таким образом полученная авторами математическая модель режима работы порталных кранов при динамическом воздействии ветра позволяет исследовать численными методами влияние ветровой нагрузки на механизмы передвижения порталных кранов и определять допустимые ветровые нагрузки для их рабочего состояния. При этом появляется возможность прогнозировать экстремальные ситуации при эксплуатации портовых порталных кранов и предупреждать их аварийные ситуации.

Литература

1. Подобед, В.А. Математическое моделирование ветровых нагрузок на портовые порталные краны / В.А. Подобед // Вестник МГТУ: труды Мурман. гос. техн. ун-та. – 2006. – Т.9, № 2. – С. 318-331.
2. Подобед, В.А. Теоретические исследования основных показателей работы порталного крана «Альбрехт» при динамическом воздействии ветра / В.А. Подобед // Вестник МГТУ: труды Мурман. гос. техн. ун-та. – 2006. – Т.9, № 3. – С. 522-531.

3. Подобед, В.А. Повышение эффективности использования портовых кранов при ветровых нагрузках: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / В.А. Подобед. – М.: МГАВТ, 2007. – 46 с.
4. Смехов, А.А. Оптимальное управление подъемно-транспортными машинами / А.А.Смехов, Н.И., Ерофеев. – М.: Машиностроение, 1975.- 239 с.
5. Ерофеев, Н.И. Экспериментальное определение аэродинамических характеристик модели порталного крана / Н.И. Ерофеев, П.Я.Лисовой, В.А.Подобед // Известия ВУЗов. Машиностроение. -1976. - № 5. – С. 127-131.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ РАВНОУДАЛЁННОЙ ЛИНИИ МОРСКОЙ ТЕРРИТОРИИ НА МОРСКОЙ НАВИГАЦИОННОЙ КАРТЕ МЕЖДУ ГОСУДАРСТВАМИ В АФРИКЕ ПРИ ОБЪЯВЛЕНИИ ИМИ 200-МИЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗОН

Санаев А.И., Кнышев Е.И., Кнышев А.И., Санаев А.М., Санаев Я.М.
(МГТУ, каф. судовождения)

Предлагается метод аналитического расчёта равноудалённой линии между двумя соседними морскими африканскими государствами при объявлении ими 200-мильной экономической зоны. Расчёт координат точек этой линии производится через равные расстояния на сфере, создаётся список координат этой линии, который согласуется между странами и должен опубликоваться через Извещения Мореплавателей, что будет являться основным законом при пересечении судами срединной линии этих государств. Два соседних морских государства Африки должны предоставить координаты двух своих береговых пунктов. Эти координаты пунктов могут быть сняты с крупномасштабной морской карты, официально признанной обоими государствами, или из других официальных документов. Имея координаты данных пунктов, необходимых для производства аналитического расчёта равноудалённой линии между государствами, авторы готовы произвести этот расчёт.

Соседние морские государства при объявлении ими 200-мильных экономических зон должны совместно решать проблему их разграничения. После того, как государства выбрали береговые пункты на своих территориях, согласовали и дали их координаты, возможно произвести аналитический расчёт равноудалённой линии между ними на сфере по следующей схеме с учётом положений международных морских конвенций.

Рассчитываются ортодромические направления с первого берегового пункта на второй и обратно. Определяется расстояние по ортодромии между этими береговыми пунктами.

Находим также точку пересечения внешних границ 200-мильных зон (точку в море, отстоящую на 200 миль от обоих данных береговых пунктов). Теперь имеем сферический треугольник с тремя известными сторонами. Из него определяем базовые углы на ортодромической линии при береговых пунктах.

Рассчитываем ортодромические направления с береговых пунктов на точку пересечения 200-мильных экономических зон. Зная эти направления, координаты базовых точек и расстояние до точки пересечения, каждое государство от своих береговых точек определяет координаты этой точки пересечения. После чего эти координаты должны быть рассмотрены и приняты для дальнейшего расчёта.

Имея ортодромические направления с первого берегового пункта на второй и обратно, а также половину расстояния между ними, каждое государство, рассчитывает координаты средней точки между береговыми пунктами, их сравнивают и окончательно принимают для дальнейшего использования.

Зная координаты точки пересечения экономических зон и координаты средней точки между береговыми пунктами, определяем ортодромические направления от точки пересечения зон на среднюю точку между береговыми пунктами и обратно. Также определяется ортодромическое расстояние между данными точками. Это ортодромическое расстояние разбиваем на «*n*» равных частей так, чтобы отдельная часть была не более 7 морских миль. Точность берём до девятого знака после запятой.

Наконец, имея ортодромическое направление с точки пересечения экономических зон на среднюю точку между береговыми пунктами и текущее расстояние, которое определяется благодаря равномерным отрезкам, рассчитываем текущие координаты дуги большого круга. Дуга большого круга является равноудалённой линией между государствами.

Аналогично, второе государство определяет координаты равноудалённой линии от средней точки между береговыми пунктами до точки пересечения экономических зон. После чего координаты равноудалённой линии сравниваются. Теоретически координаты должны быть равны, так как они определяются от одинаковых данных, вытекающих из прямоугольных сферических треугольников.

Из нижеприведённых формул можно составить два алгоритма для расчёта равноудалённой линии каждым государством. Сопоставив координаты срединной линии, оба государства официально могут опубликовать эти координаты срединной линии в "Извещениях Мореплавателям", что будет официальным документом.

Аналитический расчёт равноудалённой (срединной) линии между государствами в Африке при объявлении 200-мильных экономических зон.

Морские государства, объявив 200-мильные экономические зоны, столкнулись с проблемой нанесения равноудалённой линии между соседними государствами. Графический способ не удовлетворял требованиям по точности. Нами предлагается достаточно точный аналитический способ определения равноудалённой линии на сфере. Данный способ не учитывает исторически сложившихся ситуаций разделения морских территорий между соседними странами, а даёт только математический метод определения координат равноудалённой линии между странами.

Соседние государства должны взять морскую карту приграничного морского района самого крупного масштаба, которая официально признана обоими государствами. На этих картах каждая страна на своей территории выбирает береговой пункт, от которых будет производиться расчёт равноудалённой линии согласно Международным морским конвенциям. Если в странах существует развитая геодезическая сеть и имеется список координат береговых пунктов и исходных линий, от которых рассчитывается внешняя граница территориальных вод, то береговые пункты необходимо взять из этого списка. В развитых морских странах координаты береговых

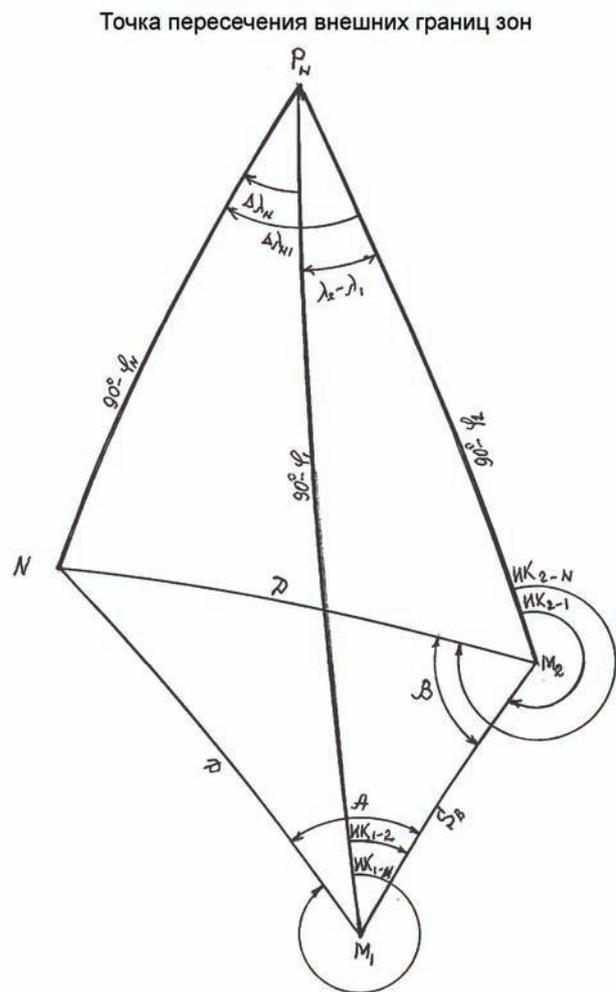


Рис. 1

пунктов и исходных линий опубликованы в "Извещениях Мореплавателям".

После того, как государства совместно выбрали два береговых пункта для расчёта равноудалённой линии и, соответственно, их официально зафиксировали, каждый может произвести аналитический расчёт срединной линии от своей береговой точки для ширины данной экономической зоны $D=3,333333333^\circ$, а затем координаты срединной линии сравнить и окончательно принять за основу.

Расчёт необходимо производить по следующей схеме: (рис.1)

Имея координаты пункта первого и второго, рассчитываем ортодромические направления с первого пункта на второй и обратно по формулам:

$$\text{TgИК}_{1-2} = ((\text{Sin}(\lambda_2 - \lambda_1)) / ((\text{Tg}\varphi_2 \cdot \text{Cos}\varphi_1 - \text{Sin}\varphi_1 \cdot \text{Cos}(\lambda_2 - \lambda_1))) \quad (1.1)$$

$$\text{TgИК}_{2-1} = ((\text{Sin}(\lambda_2 - \lambda_1)) / ((\text{Sin}\varphi_2 \cdot \text{Cos}(\lambda_2 - \lambda_1) - \text{Tg}\varphi_1 \cdot \text{Cos}\varphi_2)) \quad (1.2)$$

Аргументы тригонометрических функций выражаются в градусной мере, с точностью до девятого знака после запятой. Значения снимаются с такой же точностью.

Расстояние между двумя пунктами (база) рассчитывается по ортодромии по формуле косинуса.

$$\text{CosS}_B = \text{Sin}\varphi_1 \cdot \text{Sin}\varphi_2 + \text{Cos}\varphi_1 \cdot \text{Cos}\varphi_2 \cdot \text{Cos}(\lambda_2 - \lambda_1) \quad (1.3)$$

При использовании этой формулы для малых расстояний между точками точность тригонометрических функций (Sin, Cos) должна быть взята до девятого знака после запятой.

Углы при базе M_1M_2 в сферическом треугольнике $M_1P_NM_2$ определяются.

$$\text{Sin}^2A/2 = \text{Sin}^2B/2 = [\text{SinS}_B/2 \cdot \text{Sin}(D - S/2)] / (\text{Sin}D \cdot \text{SinS}_B) \quad (1.4)$$

При использовании указанной формулы нужно значения тригонометрических функций брать с точностью до девятого знака после запятой.

Находим ортодромические направления от точек M_1 и M_2 на точку пересечения 200-мильных зон N .

Желательно сделать рисунок, где указать точки M_1 , M_2 , N и P_N , чтобы правильно определить знаки у углов A и B . (Рис.2.)

$$\text{ИК}_{1-N} = \text{ИК}_{1-2} + (-) A \quad (1.5)$$

$$\text{ИК}_{2-N} = \text{ИК}_{2-1} - (+) B \quad (1.6)$$

Имея ортодромическое направление ИК_{1-N} от точки M_1 на точку пересечения N и дистанцию $D=3,333333333^\circ$, определяем координаты точки N из сферического треугольника M_1P_NN .

$$\text{Sin}\varphi_N = \text{Sin}\varphi_1 \cdot \text{Cos}D + \text{Cos}\varphi_1 \cdot \text{Sin}D \cdot \text{Cos}\text{ИК}_{1-N} \quad (1.7)$$

$$\text{Tg}\Delta\lambda_N = (\text{Tg}D \cdot \text{Sin}\text{ИК}_{1-N}) / (\text{Cos}\varphi_1 - \text{Tg}D \cdot \text{Sin}\varphi_1 \cdot \text{Cos}\text{ИК}_{1-N}) \quad (1.8)$$

$$\lambda_N = \lambda_1 + \Delta\lambda_N \quad (1.9)$$

Координаты из градусной меры переводим в градусы, минуты, секунды и десятые доли секунды.

Аналогично определяем эти же координаты точки пересечения N из сферического треугольника M_2P_NN , сравниваем их и окончательно принимаем или берём среднее их значение, если они расходятся на несколько десятых долей дуговой секунды.

$$\text{Sin}\varphi_N = \text{Sin}\varphi_2 \cdot \text{Cos}D + \text{Cos}\varphi_2 \cdot \text{Sin}D \cdot \text{Cos}\text{ИК}_{2-N} \quad (1.10)$$

$$\text{Tg}\Delta\lambda_{N1} = (\text{Tg}D \cdot \text{Sin}\text{ИК}_{2-N}) / (\text{Cos}\varphi_2 - \text{Tg}D \cdot \text{Sin}\varphi_2 \cdot \text{Cos}\text{ИК}_{2-N}) \quad (1.11)$$

$$\lambda_N = \lambda_2 + \Delta\lambda_{N1} \quad (1.12)$$

Координаты точки N сравниваются и принимаются обоими государствами для дальнейшего расчёта.

После того, как координаты точки N зафиксированы обоими государствами, необходимо рассчитать дважды координаты средней точки O линии M₁M₂, как от точки M₁, так и от M₂. Они в этих условиях практически равны с высокой точностью.

Имея ортодромические направления от точек M₁ и M₂ на точку O и расстояние S/2, рассчитываем координаты точки O.

Вначале от точки M₁.

$$\sin\varphi_0 = \sin\varphi_1 \cdot \cos S/2 + \cos\varphi_1 \cdot \sin S/2 \cdot \cos \text{ИК}_{1-2} \quad (1.13)$$

$$\text{Tg}\Delta\lambda_0 = (\text{Tg}S/2 \cdot \sin \text{ИК}_{1-2}) / (\cos\varphi_1 - \text{Tg}S/2 \cdot \sin\varphi_1 \cdot \cos \text{ИК}_{1-2}) \quad (1.14)$$

$$\lambda_0 = \lambda_1 + \Delta\lambda_0 \quad (1.15)$$

От точки M₂.

$$\sin\varphi_0 = \sin\varphi_2 \cdot \cos S/2 + \cos\varphi_2 \cdot \sin S/2 \cdot \cos \text{ИК}_{2-1} \quad (1.16)$$

$$\text{Tg}\Delta\lambda_{01} = (\text{Tg}S/2 \cdot \sin \text{ИК}_{2-1}) / (\cos\varphi_2 - \text{Tg}S/2 \cdot \sin\varphi_2 \cdot \cos \text{ИК}_{2-1}) \quad (1.17)$$

$$\lambda_0 = \lambda_2 + \Delta\lambda_{01} \quad (1.18)$$

Координаты точки O сравниваются и фиксируются государствами.

Имея координаты точки N и точки O, рассчитываем ортодромические направления с точки N на точку O и обратно.

$$\text{Tg}\text{ИК}_{N-0} = [\sin(\lambda_0 - \lambda_N)] / [\text{Tg}\varphi_0 \cdot \cos\varphi_N - \sin\varphi_N \cdot \cos(\lambda_0 - \lambda_N)] \quad (1.19)$$

$$\text{Tg}\text{ИК}_{0-N} = [\sin(\lambda_N - \lambda_0)] / [\text{Tg}\varphi_N \cdot \cos\varphi_0 - \sin\varphi_0 \cdot \cos(\lambda_N - \lambda_0)] \quad (1.20)$$

Определим ортодромическое расстояние между точками N и O .

$$\cos S_{\text{орт}} = \sin\varphi_N \cdot \sin\varphi_0 + \cos\varphi_N \cdot \cos\varphi_0 \cdot \cos(\lambda_N - \lambda_0) \quad (1.21)$$

Вычисленное расстояние S_{орт} между точками N и O , должно быть принято обоими государствами, после чего это расстояние S_{орт} делится на «n» равных частей так, чтобы величина одной части ΔS была не более 7 морских миль. Эта часть ΔS рассчитывается в градусной мере с точностью до девятого знака после запятой. Наконец, приступают к расчёту координат равноудалённой линии как от точки O одного государства, так и от точки N другого государства..

Расчёт равноудалённой линии от точки M₁ первого государства. (Рис.2.)

$$\sin\varphi_i = \sin\varphi_0 \cdot \cos(i \cdot \Delta S) + \cos\varphi_0 \cdot \sin(i \cdot \Delta S) \cdot \cos \text{ИК}_{0-N} \quad (1.22)$$

$$\text{Tg}\Delta\lambda_i = [\text{Tg}(i \cdot \Delta S) \cdot \sin \text{ИК}_{0-N}] / [\cos\varphi_0 - \text{Tg}(i \cdot \Delta S) \cdot \sin\varphi_0 \cdot \cos \text{ИК}_{0-N}] \quad (1.23)$$

$$\lambda_i = \lambda_0 + \Delta\lambda_i, \quad (1.24)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n.$$

Начало координат начинается от точки O.

Расчёт равноудалённой линии от точки M₂ второго государства.

$$\sin\varphi_j = \sin\varphi_N \cdot \cos(i \cdot \Delta S) + \cos\varphi_N \cdot \sin(i \cdot \Delta S) \cdot \cos \text{ИК}_{N-0} \quad (1.25)$$

$$\text{Tg}\Delta\lambda_{j1} = [\text{Tg}(i \cdot \Delta S) \cdot \sin \text{ИК}_{N-0}] / [\cos\varphi_N - \text{Tg}(i \cdot \Delta S) \cdot \sin\varphi_N \cdot \cos \text{ИК}_{N-0}] \quad (1.26)$$

$$\lambda_j = \lambda_N + \Delta\lambda_{j1}. \quad (1.26)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n.$$

Начало координат начинается от точки N.

После расчёта в двух вариантах координат срединной линии значения в градусах и десятичных долях нужно пересчитать в градусы, минуты, секунды и десятые доли секунды. Соответствующие точки срединной линии необходимо сравнить. Теоретически координаты могут расходиться в пределах нескольких десятых долей секунды. В этом случае координаты берутся средние, согласуются с обоими государствами. Точность может быть понижена до десятых долей минуты, чтобы было удобно работать на морской карте. Кроме того, если рассмотреть сферический треугольник M_1NM_2 и срединную линию (дугу большого круга) NO , то теоретически можно показать, как получаются текущие гипотенузы из двух прямоугольных сферических треугольников. Для вычисления соответствующих гипотенуз используются одинаковые величины катетов. Беря текущую точку N_i на срединной линии NO , находим гипотенузу как произведение косинусов катетов. Один катет общий, а два другие равны $S/2$, следовательно, рассчитанные гипотенузы по двум сферическим треугольникам теоретически равны.

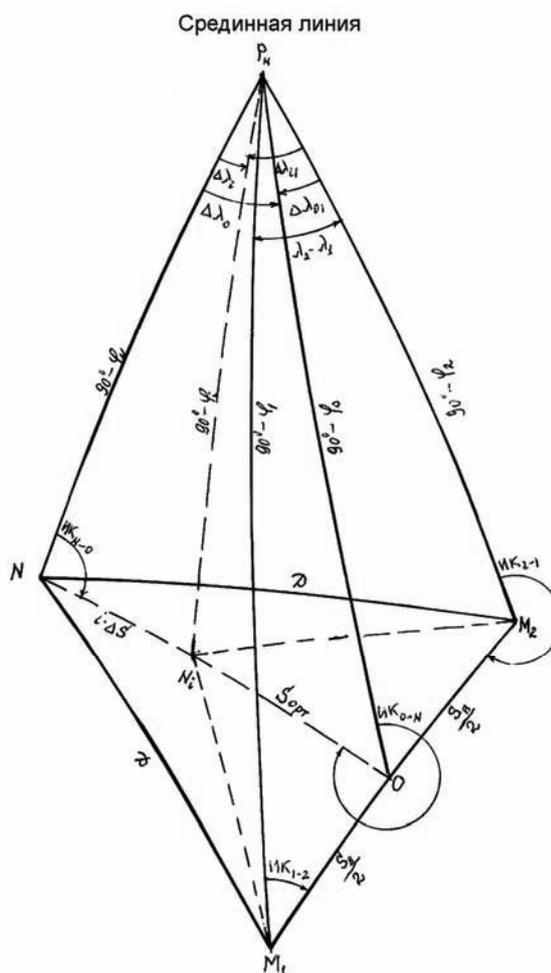


Рис. 2

Литература

1. Н.Н. Матусевич, А.И. Холодняк - Справочник штурмана по математике. Выпуск 1. Элементарная математика, начала высшей математики. Изд. Гидрографическое Управление ВМС, 1948. 355 с.
2. Женевские Конвенции по морскому праву 1958 г. (Конвенция о территориальном море и прилегающей зоне; Конвенция о континентальном шельфе; Конвенция об открытом море; Конвенция о рыболовстве и охране живых ресурсов открытого моря.).
3. Третья Конференция по морскому праву. (3 декабря 1973 г. – 10 декабря 1982г.)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОМАГНИТНОЙ НАВИГАЦИИ ДЛЯ СПАСАТЕЛЬНЫХ ШЛЮПОК И ПЛОТОВ В ОТКРЫТОМ МОРЕ

Санаев А.И., Кнышев Е.И., Кнышев А. И., Санаев А.М., Санаев Я.М.
(МГТУ, кафедра судовождения)

Аннотация: Предлагается автономный способ определения места спасательных средств в открытом океане (открытом море). Дается краткое описание планеты Земля. Основы земного магнетизма. Краткая история измерения магнитных сил Земли. Использование геомагнитной навигации для определения координат места спасательных средств в открытом море после кораблекрушения. Графический способ определения с помощью прибора тесламетра и морской магнитной карты.

1. Понятие о Земле и морских путешествиях.

Земля – одна из планет солнечной системы с площадью примерно 510,1 миллионов км²., из которых 381,3 – площадь Мирового океана, а 128,8- площадь поверхности суши. Земной шар также окружен сплошным воздушным океаном. Кроме того, космическими исследованиями установлено, что нашу планету охватывает невидимая, неосязаемая материя магнитного океана.

Материя магнитного океана находится всюду и она простирается на расстояние десятки и сотни радиусов Земли. Как более полно и грамотно использовать этот магнитное пространство, учёные пока не могут. На данный момент с помощью магнитного поля Земли довольно просто определяется направление движения почти всех судов, самолётов, а также искусственных спутников Земли (ИСЗ), что следует слишком мало. Хотя изобретение магнитной стрелки и магнитного компаса имело громадное значение для цивилизации всей Земли. Бурное развитие навигации, великие географические открытия как в океане так и на суше. Не так уж много можно назвать изобретений человека, которые довольно сильно помогли развитию мировой цивилизации, такие как колесо, солнечные часы, ветряные и водяные мельницы и им подобные. Можно сказать, что магнитный компас инструмент небольшой, но без него не была бы открыта Америка и не было бы кругосветного путешествия Магеллана. Христофор Колумб, когда вёл свои каравеллы, то через неделю плавания все узнали, что магнитная стрелка компаса не указывает на Полярную звезду, а отклонена от неё даже более чем на один румб. Только великий исследователь мог убедить всех, что сама Полярная звезда ушла от обычно занимаемой точки на небе и так было дважды за это плавание. Благодаря находчивости и твёрдости Колумба экипаж на судах не поднял мятеж и каравеллы, хотя с большими трудностями, но открыли так называемую страну чудес и богатств Индию, хотя в действительности достигли островов Америки.

Следует отметить, что магнитные компасы обязательно устанавливаются на все морские суда даже тогда, когда судно оснащено самыми современными электрорадионавигационными приборами. При правильной эксплуатации компаса – это один из самых автономных и надёжных приборов. Только при физическом повреждении он не будет правильно работать.

В последние годы учёные, инженеры обратили внимание на использование магнитного поля Земли для точного измерения составляющих элементов земного магнетизма с помощью приборов-тесламетров.

2. Земной магнетизм.

В 1600 году вышло шесть книг английского учёного Вильяма Гильберта, где он подробно описал о своих опытах на магнитах. Как великий исследователь он знал, что

в Китае за 4000 лет до этого уже были известны основные свойства магнита и, что плавающие магнитные стрелки или подвешенные на шелковой нитке, смотрят на юг. Вильям Гильберт знал, что английский компасный мастер в середине 16 века Роберт Норман заметил, что свободно подвешенная магнитная стрелка наклонена относительно плоскости истинного горизонта. Это явление было названо магнитным наклоном, кроме того, он определил, что наклонение на разных широтах разное по величине. В 1724 году в России была учреждена Академия наук, где в частности изучался земной магнетизм. Академик Михаил Васильевич Ломоносов сделал заметный вклад в учение о земном магнетизме. В своих трудах, в частности, он утверждал, что магнитное поле есть результат сложения полей огромного числа малых магнитов, находящихся в недрах Земли. Если разделить магнит, то мы получим два магнита. Уже в 1832 году К. Гаусс указал как наиболее точно измерить магнитные силы Земли.

3. Начальные познания о земном магнетизме

Наиболее известные элементы земного магнетизма это:- магнитное склонение, магнитное наклонение, а также полное значение индукции магнитного поля Земли. Это значение нужно как можно точнее измерять и определить направление индукции. Полная магнитная индукция Земли представляет собой вектор T . Как любой вектор его можно разложить на горизонтальную составляющую, которая направлена на Норд магнитный и на вертикальную составляющую Z , которая в северном магнитном полушарии направлена вниз, а в южном вверх.

Ещё В. Гильберт утверждал, что на Земле есть две точки, где магнитный вектор наклонения направлен под углом 90^0 от горизонта к этим точкам. Это будут магнитные полюса Земли. В этих точках величина Z будет максимальна и равна полному значению магнитной индукции Земли, а горизонтальная составляющая H равна нулю. Кроме того он указал, что есть линия, где величина H будет максимальна, а вертикальная составляющая будет равна нулю. На этой линии, подвешенная магнитная стрелка будет горизонтальна. Это так называемый магнитный экватор. Эти точки магнитного экватора удалось найти с помощью измерений в 19 веке. В самом начале 19 века немецкий натуралист Александр Гумбольдт во время своего путешествия из Европы в Южную Америку впервые установил опытным путём магнитный экватор Земли.

В 1821 году шлюпы «Восток» и «Мирный» под руководством Ф.Ф. Беллинсгаузена произвели магнитные измерения в районе южного магнитного полюса.

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 была вертикальна на довольно обширном районе. Примерно координаты средней точки района и были приняты за северный магнитный полюс.

В 1835 году русский магнитолог И.М. Симонов доказал, что магнитное поле земного шара, если считать его намагниченным однородно, подобно полю огромного линейного магнита, проходящего через центр Земли. В дальнейшем положение этого линейного магнита было уточнено. Оказалось, что он должен быть смещён на расстояние порядка 200 миль от центра Земли в сторону Тихого океана, а ось магнита повернута на $11,5^0$ от направления оси вращения Земли в сторону северного магнитного полюса.

В 1841-1843 годах Джеймс Росс подошел довольно близко к Антарктиде и был примерно в 300 милях от южного полюса, где произвёл магнитные наблюдения и вычислил координаты южного магнитного полюса.

В 1909 году антарктическая экспедиция под руководством Эрнста Шелктона впервые непосредственно произвела поиск южного магнитного полюса. Они определили, где наклонение равно 90^0 и соответственно координаты этой точки.

В действительности магнитное поле Земли и его элементы намного сложнее и они находятся в динамике. В течение геологических эпох магнитные полюса Земли меняли свою намагниченность на противоположную, кроме того имеются магнитные аномалии. Но чем будет выше точка над поверхностью, тем однороднее будет магнитное поле земного пространства.

Магнитное склонение, наклонение измеряются в градусной мере наносятся на магнитные карты в виде изолиний и называются изогонами и изоклинами. На магнитные карты также наносятся изолинии T , H , Z – называемые изодинамы. Магнитные карты переиздаются через 5-10 лет, так как магнитные параметры Земли изменяются, а также изменяются, хотя и медленно, координаты полюсов. Координаты магнитных полюсов даются для определённой эпохи.

Магнитное поле Земли относится к слабым и его индуктивная сила T в среднем составляет 50 мкТл., и изменяется от магнитного экватора довольно в широких пределах. Наименьшее значение у берегов Южной Америки и оно равно 24 мкТл., а наибольшее на побережье Антарктиды, где индуктивная сила T равняется 70 мкТл. Горизонтальная составляющая индукции H , от величины которой зависит надёжность работы магнитного компаса, достигает максимальной величины у южной оконечности Азии до 41 мкТл., и уменьшается сравнительно равномерно к магнитным полюсам. Вертикальная составляющая Z изменяется от нуля на магнитном экваторе до 60 мкТл., в районе северного магнитного полюса, а вблизи южного магнитного полюса до 70 мкТл.. Диапазон изменения склонения практически и теоретически от $+180^0$ до -180^0 . Величина склонения 180^0 находится на меридиане магнитного полюса между географическим полюсом Земли и магнитным полюсом.

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 целый румб от направления на Полярную звезду. Появилась необходимость изучения данного явления, зафиксированного Колумбом.

В конце 16 века начали измерять магнитное склонение и наклонение.

В 1785 году Шарль Кулон нашел закон, с помощью которого можно было определять величины индукции магнитных полей. Руководствуясь этим законом взаимодействия магнитных сил, Кулон разработал способ определения значений силовых сил элементов магнитного поля Земли. Далее великий учёный Карл Гаусс усовершенствовал способ определения горизонтальной составляющей H геомагнитного поля Земли. Уже в начале 20 века был предложен новый способ измерения элементов магнитного поля, получивший название «магнитные весы».

В 1914 году русские учёные Н.Д. Папалекси и крупнейший специалист по магнитным компасам В.Я. Павлинов создали феррозондовые чувствительные приборы тесламетры, которые более широко стали использовать в конце 1930 годах. Теперь тесламетры с феррозондовыми датчиками стали применять для измерения составляющих элементов индукции геомагнитного поля Земли на море, в океане, в воздухе и в космическом пространстве Земли, Луны и у других планет солнечной системы. Дальнейшее развитие геомагнитные измерения получили после создания так называемых атомных преобразователей с оптической ориентацией электронов. Тесламетры с атомными преобразователями получили в настоящее время широкое применение и устанавливаются на ИСЗ, других космических аппаратах, а также на самолётах при геологических изысканиях.

В 1958 году впервые на третьем советском ИСЗ был применён магнитометрический прибор, который имел высокую точность и обеспечивал в широком диапазоне измерений регистрацию магнитного поля земли. Вскоре был запущен американский ИСЗ «Авангард-3», где был установлен протонный тесламетр, который при прямой видимости этого ИСЗ с высокой точностью давал данные о магнитном поле Земли, которые принимались на Земле и обрабатывались. В дальнейшем автоматические межпланетные спутники запускались Россией, Америкой и другими странами, которые пролетали вблизи Луны, Марса, Меркурия, Юпитера и измеряли магнитное поле этих планет. Работы в этом направлении продолжаются.

5. Использование геомагнитной навигации для спасательных средств

Настало время, чтобы сделать первый шаг и создать простой автономный надёжный графический способ определения своего места в открытом море с помощью квантового тесламетра и морской магнитной карты. Учёные всего мира пытаются понять и изучить как ориентируются в пространстве перелётные птицы, почтовые голуби, а в океане киты, касатки, дельфины, черепахи, рыбы и многие другие живые существа, когда делают океанские переходы.

Проблема точного определения места судна на данный момент решена с помощью спутниковых навигационных систем. На судах имеется хорошая спутниковая аппаратура. Имеются индивидуальные приборы, с помощью которых можно определить своё место на Земле и в море.

Это всё хорошо, но раз человек создал какую либо систему, то он может её заблокировать или уничтожить. Не зря в морских заведениях преподают астрономию и способы определения места судна в открытом море и океане по звёздам и Солнцу, потому что человек не сможет их уничтожить. Это запасной, но очень нужный метод определения места судна.

В связи с выше сказанным и предлагается простой, автономный способ определения места спасательных средств в открытом море, где высокой точности к координатам не нужно. Старший на спасательной шлюпке, хорошо если это штурман, может определить приближенные координаты шлюпки, а с помощью вёсел, паруса, корабчатого змея или другого средства для перемещения, направить шлюпку в район интенсивного движения морских судов. Всё это поднимет моральный дух на спасательной шлюпке или на плоту.

Уже в 16 веке В. Гильберт пришел к выводу, что магнитное поле Земли можно использовать не только для определения курса судна, но если измерить с помощью подвешенной магнитной стрелки на судне магнитное наклонение, то можно определить широту места судна в данный момент.

В конце 18 века учёные искали пути определения долготы в открытом море на судне. Была предложена идея определять долготу по склонению магнитного компаса. Но подобная идея не могла осуществиться, так как а то время не было магнитных морских карт, тем более достоверных.

В настоящее время делаются попытки использовать магнитные морские карты с изолиниями элементов земного магнетизма. Пытаются создать на этих картах «намагниченные» параллели, связанные с магнитным наклонением и «намагниченные» меридианы, связанные с магнитным склонением или с другими элементами земного магнетизма (Т,Н,З.). Кроме того на магнитных картах можно указать проекции горизонтальной магнитной силы на истинные меридианы и географические параллели. Создать сетку из этих проекций для конкретного района. Пока это теоретические предпосылки.

Великие морские державы Россия и Америка могут выпускать магнитные морские карты через 5-10 лет специально для морских судов и при наличии квантовых

тесламетров можно предложить простой графический способ определения своего места в открытом море. Для этого рассмотрим магнитные карты, а именно изолинии элементов земного магнетизма.

Изоклины – линии равного наклонения. Они в основном параллельны географическим широтам. Даже при определении прибором наклонения, можно судить о приближенной широте места шлюпки.

Изогоны – линии равных склонений. Они довольно часто пересекают изоклины под углом более 30° , что даёт возможность определить широту и долготу.

Изодинами – линии равных магнитных элементов T , H и Z . Они в основном проходят в широтном направлении.

На магнитных картах дана дата эпохи и годовые изменения элементов земного магнетизма. По этим данным элементы приводятся к году плавания. Имея магнитные морские карты, прибор для измерения элементов земного магнетизма (T , H , Z , J , d) можно на магнитной морской карте подобрать пару изолиний, пересекающих под хорошим углом, нанести их на карту и определить место спасательного средства в открытом море графическим способом. После анализа можно считать, что магнитные морские карты можно использовать в диапазоне широт от $70^{\circ}N$ – $70^{\circ}S$.

Приведём формулы, связывающие элементы земного магнетизма друг с другом.

$$1. T^2 = H^2 + Z^2, \quad 2. H^2 = T^2 - Z^2, \quad 3. H = T \cdot \cos J, \quad 4. Z^2 = T^2 - H^2, \quad 5. Z = T \cdot \sin J, \\ 6. \operatorname{Tg} J = Z / H, \quad 7. \sin J = Z / T, \quad 8. d = N_{и} - N_{м}, \quad 9. N_{и} = H \cdot \sin d, \quad 10. N_{Е} = H \cdot \cos d.$$

Первый способ определения места спасательного средства в открытом море. Получив с помощью прибора элементы магнетизма T , H , Z , J , d данного района выбираем две изолинии, приводим их к году плавания и наносим их на магнитную морскую карту. Точка пересечения даст координаты места спасательного средства. Дано теоретическое обоснование графического способа. Для практического приобретения навыков в определение своего места всё это можно проделать на Земле.

Второй способ. Определив значение горизонтальной составляющей H земного магнетизма для данного района моря определяем проекции на меридиан и параллель. В этом случае нужно заранее вычислить и нанести на морские магнитные карты проекции наиболее выгодных магнитных элементов. Создать соответствующую сетку проекций для конкретных морских районов. Предстоит совершенно новая работа для независимой системы определения места спасательных средств в открытом море.

Литература

1. Кожухов В.П., Воронов В.В., Григорьев В.В. Магнитные компасы. М.: Транспорт. 1981. 212с.
2. Михлин Б.З., Селезнёв В.П., Селезнёв А.В. Геомагнитная навигация. М.: Машиностроение. 1976. 280с.
3. Михлин Б.З. Навигация в магнитном океане. М.: Транспорт. 1986. 96с.

ОБОСНОВАНИЕ РЕФЕРЕНЦ-ЭЛЛИПСОИДА АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА ДЛЯ МОРСКИХ НАВИГАЦИОННЫХ КАРТ

Санаев А.И., Кнышев Е.И., Санаев А.М., Кнышев А.И., Санаев Я.М.
(МГТУ, кафедра судовождения)

Аннотация: Предлагается создание трёх референц-эллипсоидов океанов – Тихого, Атлантического и Индийского на основе современных спутниковых исследованиях геоида Земли. В этом случае все морские страны, смогут печатать и создавать навигационные карты для каждого океана на одной геодезической основе, что повысит безопасность судовождения, особенно в прибрежных районах, а также решать вопросы, связанные с нарушением границ режимных зон любыми судами, в том числе и рыболовными судами в новых условиях промысла морепродуктов.

Введение

Высокоразвитые морские государства, изучив с помощью спутников Земли её гравитационное поле, в частности гравитационное поле своей страны, приняли свой национальный референц-эллипсоид и свою геодезическую дату для создания различных карт как для своей страны так и для морских прибрежных карт, открытого моря и океанов.

В настоящее время для создания морских навигационных карт используется около 20 референц-эллипсоидов и 57 геодезических дат. Это привело к тому, что морские карты меркаторской проекции различных государств, имея различные геодезические даты не стыковались, что приходилось учитывать при плавании в прибрежных водах.

Россия и США тщательно изучили гравитационное поле Земли, в частности гравитационное поле океанов, выпустили карты-схемы с геоидной высотой этих океанов.

Следует заметить, что вся морская водная поверхность составляет 70.8% от всей площади Земли. Из этой водной поверхности Тихий океан занимает – 49,5%, Атлантический – 25,3% , Индийский – 21.1%, Северный Ледовитый Океан – 4,1%.

Поэтому предлагается создать ТРИ референц-эллипсоида и ТРИ геодезические даты, исключив пока СЛЮ, так как пока там не слишком интенсивное судовождение.

Краткая история формы Земли

Вначале земная поверхность была представлена в виде плоскости. Религия поддержала эту теорию, и она была более 1000 лет.

В 16 веке Землю стали принимать за шар и в 1569 году фламандским картографом Меркатором (Кремером) была создана проекция Земли, которая получила название Меркаторской. Математическая формула Земли имеет вид $X^2 + Y^2 = 1$.

Исак Ньютон впервые предложил теорию фигуры Земли, математически рассчитал сжатие Земли. В1880 г. Деламбр рассчитал размеры земного эллипсоида и его сжатие.

Математическая модель эллипсоида вращения имеет вид:

$$X^2/a^2 + Y^2/b^2 + Z^2/c^2 = 1.$$

Для создания морских карт меркаторской проекции различные государства проектируют принятый свой эллипсоид вращения на сферу с определённым радиусом, обычно равным половине большой полуоси эллипса вращения, а затем получают

меркаторскую проекцию с приведёнными координатами, которая отличается от других стран. Следует отметить, что координаты земной поверхности связаны с воображаемой осью Земли, а сама ось имеет прецессию с периодом 25729 лет и нутацию с периодом 18,6 лет и, видимо, имеются и другие пока не изученные причины, влияющие на ориентацию земной оси. Следовательно, координаты Земли нужно рассматривать только для эпохи.

В настоящее время форма Земли принимается за геоид. Это очень сложная фигура и её математической модели пока нет, но фактически форма Земли ещё сложнее и она находится в динамике. (Землетрясения, опускание и поднятие поверхности Земли, перемещение платформ континентов, человеческий фактор и т.д.) В моём понимании, геоид Земли получается под воздействием гравитационных сил и центра тяжести Земли. Сам же центр тяжести находится не в центре Земли, а смещён в направлении к Австралии и представляет неправильный шар в жидком состоянии, под большим давлением, имеющий на своей поверхности впадины и холмы, которые под воздействием магнитных и электрических сил удерживают сам центр тяжести, наподобие плазмы в магнитном поле. Форма центра Земли очень медленно, но может изменяться. Это всё сказывается на земной поверхности, особенно на поверхности океанов, что мы и видим на карте-схеме геоидной высоты океанов. Если мы попытаемся сравнить карты-схемы океанов за какой-то период, то мы можем найти небольшие, но изменения геоидной высоты океанов.

Для расчёта текущих координат навигационных спутников Земли (ИСЗ), в настоящее время России применяется квазигеоид М.С. Молоденского. Производят вычисления прямоугольных сферических координат ИСЗ в геоцентрической прямоугольной экваториальной системе координат X, Y, Z . Начало её находится в центре масс Земли. Ось X направлена в точку весеннего равноденствия, ось Y - на восток, а ось Z совпадает с осью вращения Земли. В этом процессе используется и геоцентрическая гринвичская прямоугольная система координат. От экваториальной системы она отличается тем, что ось X направлена в точку пересечения начального (принятого) меридиана с экватором. Имеются алгоритмы перехода от одной системы координат к другим.

Ученые морских государств, изучив гравитационное поле и проведя геодезические и астрономические исследования своей страны, выбрали математическую модель Земли, которую ориентировали так, чтобы она наилучшим образом подходила к поверхности геоида данной страны, учтя воображаемую ось Земли и плоскость экватора. Безусловно, проделаны большие геодезические, астрономические, гравитационные и другие работы для данной страны и их принятая модель Земли своеобразная гордость данной страны и международный престиж в этой области. Естественно эти референц-эллипсоиды и геодезические даты страны должны остаться для основы любых карт данной страны, так как они наиболее точно изображают поверхность данной страны. Но далее этот референц - эллипсоид страны был перенесен на прибрежный район, на морской промер, океанологические исследования и другие работы. Соответственно, были изданы морские карты в меркаторской проекции прибрежного района страны на геодезической основе этой же страны. Это можно считать правомерным, так как территориальное море принадлежит самой стране.

Но с развитием некоторых стран, которые имели техническую и финансовую возможность, стали производить гидрографические, океанологические геологические и другие работы в открытом море, а затем и в океанах. Естественно данные страны стали издавать морские карты на обследуемые районы открытых морей и океанов на своих референц-эллипсоидах, используя свои геодезические даты.

С международной правовой точки зрения это следует считать неправомерным. Открытые моря и океаны, по международному праву, не принадлежат какой-либо одной стране. Они принадлежат всем странам Мира. Все страны имеют право пользоваться открытыми морями и океанами.

В настоящее время для создания морских карт открытого моря и океанов морские страны используют около 20 референц-эллипсоидов и 57 геодезических дат.

В связи с этим морские навигационные имеют различия при измерении расстояния, так как они принимают различные значения морской мили, хотя эти изменения незначительны и для открытого моря они не существенны. Дело в том, что морское государство, признав референц-эллипсоид с его осями, проектирует его на сферу с радиусом, равным половине значения большой полуоси «а», а затем сферу проектирует на плоскость, с определёнными искажениями и получают морскую навигационную карту с приведёнными координатами. Морская миля на этих картах, хотя незначительно, но отличается от других морских карт, изданных другими морскими странами. Но никакая страна не желает признать какой-либо другой эллипсоид и геодезическую дату, даже созданную на современных исследованиях геоида Земли.

Таблица референц-эллипсоидов морских государств.

Эллипсоид	Год	Бол. полуось (м)	Сжатие	Государства	1 миля (м)
1. Деламба	1800	6 375 653	1 : 334,0		1854.6022
2. Вальбек	1819	6 376 896	–		1854.9638
3. Эри	1830	6 377 491	1 : 299,3	Англия	1855.1369
4. Бесселя	1841	6 377 397	1 : 299,153	17 гос-в	1855.1095
5. Кларка 1	1866	6 378 206	1 : 294,98	2 гос-ва	1855.3449
6. Кларка 2	1880	6 378 249	1 : 293,5	2 гос-ва	1855.3574
7. Жданов	1893	6 377 714	1 : 299,6	–	1855.2017
8. Датский	–	6 377 019	1 : 300	Дания	1854.9996
9. Хейфорда	1910	6 378 388	1 : 297,0	10 гос-в	1855.3978
10. Красовского	1940	6 378 245	1 : 298,3	Россия	1855.3562
11. Ламберта	–	–	–	11 гос-в	
12. Хатта	–	–	–	Греция	
13. Гельмерта	–	–	–	Египет	
14. Эверест		6 377 272	–	Индия	1855.0732
15. Струве	–	–	–	Испания	
16. Стандартная Земля 2	1969	6 378 145	1 : 298,25	НСС Транзит	1855.3271
17. Всемирная геодезич. система (ВГС-72)	1972	6 378 195	1 : 298,26	НСС Навстар	1855.3417
18. Всемирная геодезич. система (ВГС-84)	1984	6 378 137	1 : 296,26	НСС Навстар-GPS	1855.3248
19. ПЗ-90	1990	6 378 136	1 : 298,257	НСС Глонасс	1855.3245

Расчёт большой полуоси эллипса можно определить по формуле

$$a = 3437.74677 \cdot 1' / 3.14159265359.$$

Если 1 миля равна 1852 метра, то большая полуось, точнее радиус сферы будет равен 6 366 707 м., что соответствует принятому значению радиуса в навигации для этой мили.

В 1928 г. Международное гидрографическое бюро в качестве стандартной морской мили приняло значение равное 1852 метра. В Англии и в Японии морская

миля принята равной 1853,18м., в Италии, Дании, Нидерландах- 1851,85м., в Португалии – 1850,00м. Величину морской мили для эллипсоида Красовского на различных широтах можно рассчитать по приближенной формуле:

$$1' \text{ дуги меридиана} = 1852,25 - 9,31 \cdot \cos 2\varphi,$$

где φ – данная широта места.

Укажем часто используемые системы координат в навигации и соответствующие им референц-эллипсоиды и их нахождение относительно центра ВГС-72.

Смещение от центра эллипсоида ВГС-72 по осям прямоугольной системы координат

Системы координат	Смещение по осям X, Y, Z. (м)		
	ΔX	ΔY	ΔZ
1. ВГС-72	0	0	0
2. ВГС-84	0	0	4,5
3. Красовского 1940	-28	135	89
4. Кларка 1	-22	157	176
5. Хейфорда	-84	-103	-127
6. Бесселя	-140	516	673

На современном этапе развития ВГС-84 используется в СНС «Навстар-GPS» и введена постоянная поправка в долготу + 0,554''.

Для СНС «Глонасс» используется референц - эллипсоид ПЗ-90. К сожалению не все морские государства приняли эти геодезические даты. Современная наука не может пока создать математическую модель Земли для всего земного шара. Слишком сложная форма геоида, но в этом направлении ведётся геодезическая астрономическая гравитационная и другие работы. В связи с этим предлагается промежуточный вариант решения принятия Всемирного референц-эллипсоида только для морских карт океанов.

Россия и США с помощью искусственных навигационных и других спутников Земли а также космических кораблей, станций , ракет и так далее довольно тщательно изучили гравитационное поле Земли и в частности гравитационные поля океанов. Уже выпущены карты-схемы где указаны геоидные высоты водной поверхности океанов.

Следует отметить, что площадь всей поверхности Земли составляет – 510,1 миллионов квадратных километров, а водная поверхность занимает 70,8% процентов всей поверхности Земли. Из них на Тихий океан приходится 49, 5% , Атлантический - 25,3%, Индийский - 21,1%, а на Северный ледовитый океан - 4,1%.

Рассмотрим площади океанов и самых больших морских стран.

Тихий океан	49,5%	178,66 миллионов кв. км.
Атлантический	25,3%	91,66
Индийский	21,1%	76,16
Северный Ледовитый	4,1%	14,79
Россия		17,1
Китай		10,0
Канада		10.
США		9,4
Бразилия		8,5
Австралия		7,7
Индия		3,3
Египет		1,0

В связи с этим предлагаю для водной поверхности Земли сделать первый шаг в унификации эллипсоидов и принять ТРИ референц-эллипсоида океанов и три геодезические даты, кроме Северного Ледовитого океана, так как он занимает всего 4,1% и интенсивность судоходства пока низкая.

По международному праву открытые моря и океаны не принадлежат какой-либо одной морской стране. Анализируя карты-схемы океанов можно выбрать места для береговых пунктов, где необходимо рассчитать исходные геодезические даты для океанов. Так, например, для Тихого океана место для исходного пункта можно взять в районе Полинезийских островов, для Атлантического – остров Сан-Паулу, Индийского – северная часть острова Мадагаскар. Высоту уровня океанов следует взять за среднее значение. Выбрав места в океанах необходимо произвести следующие геодезические работы подобные, как для референц – эллипсоидов ВГС –72, ВГС –84 и ПЗ –90.

Техническая задача состоит в следующем:

1. Определить по два исходных пункта в океанах и принять среднюю геоидную высоту океана;
2. Точно определить астрономическим методом координаты выбранных пунктов, а также азимут на другой пункт;
3. Астрономические координаты приравнять к геодезическим, а азимут должен совпадать с дирекционным геодезическим направлениям.
4. Выбрать среднюю геоидную высоту океанов так, чтобы сумма квадратов уклонов по высоте поверхности геоида от поверхности принятого референц-эллипсоида была минимальной.
5. Установить размеры референц – эллипсоидов: большая полуось, малая полуось, сжатие.
6. Правильно ориентировать референц – эллипсоид.
7. Центры референц – эллипсоидов должны совпадать с центрами тяжести океанов.
8. Плоскость экватора референц – эллипсоида океана должна совпадать с плоскостью земного экватора.
9. Объём эллипсоида вращения должен быть равен объёму геоида.
10. Дать алгоритмы перехода от любого референц – эллипсоида к референц – эллипсоиду данного океана, который создан на основе современных исследованиях геоида Земли.

Если будут приняты три референц-эллипсоида океанов и три геодезические даты, то проблема морских навигационных карт будет решена, что повысит безопасность судоходства, особенно в прибрежной зоне и в узких морских проливах. При ловле морепродуктов в новых условиях и при нарушении границ зон Арбитражный суд будет справедливо решать вопросы, связанные с нарушением границ зон, что можно будет применить и при нарушении любых режимных границ зон, любыми судами.

Практическое решение определения элементов референц-эллипсоида Атлантического океана (один из вариантов):

Необходимо взять на поверхности Земли следующие точки:

1. В районе Гренландии взять основную точку широта, которой равняется примерно 70°N , долгота равняется 30°W , а также дополнительную точку, вблизи от основной. Координаты этих точек определить астрономическим наиточнейшим способом и определить между ними астрономическое направление. Астрономические координаты приравнять к геодезическим координатам, а азимут приравнять к дирекционному направлению. Взять среднюю геоидную высоту меридиана 30°W .
2. Взять координаты теоретической точки. Широта равняется 0° , долгота равняется 30°W .

3. В районе Антарктиды взять третью основную точку, широта которой равняется примерно 75°S , долгота равняется 30°W , а также иметь дополнительную точку, вблизи неё. Координаты этих точек определить наиточнейшим астрономическим способом. Рассчитать астрономический азимут с основной точки на вспомогательную точку. Астрономические координаты перевести в геодезические координаты, а астрономический азимут приравнять к геодезическому дирекционному направлению. Взять среднюю геоидную высоту меридиана 30°W , используя карту-схему водной поверхности Атлантического океана.
4. Двумя гидрографическими (океанологическими) судами произвести следующие работы. Оба судна следуют по меридиану 30°W на расстоянии примерно 30- 60 миль. Примерно через разность широт 120-240 минут суда производят измерения расстояния между ними с помощью лазерных дальномеров. Лазерные отражатели и дальномеры должны быть установлены на антеннах спутниковых приёмных индикаторов навигационной аппаратуры на высоте не менее 64 м, чтобы измерить расстояние между судами не менее 30 миль.

В данный физический момент суда определяют свои места с помощью определённой навигационной спутниковой системы. Рассчитав разность широт между судами в данный физический момент и расстояние по лазерному дальномеру, можно определить расстояние одной минуты меридиана для данного района с точностью до миллиметров. Такие измерения делаем до экватора.

Промежуток максимального расстояния по широте взят из-за того, что вся Земля разбита на трапеции по долготам 6° , а по широте – 4° . Для этих трапеций создаются топографические карты в масштабе 1:1000000.

Среднюю геоидную высоту меридиана $\lambda = 30^{\circ}\text{W}$ определяем с помощью специальной карты-схемы земной поверхности. Она получилась равной +15 м., а средняя высота экватора между Южной Америкой и Африкой получилась равной +5 м. Следовательно, среднюю высоту поверхности воды Атлантического океана можно принять равной +10 м.

Зная, что морские карты создаются для диапазона широт от $\varphi = 0^{\circ}$ до $\varphi = 80^{\circ}$, изредка до широты 85° , то длину одной мили, видимо, можно взять для средней широты в 40° . Таким же образом, определяем, для контроля, в южном полушарии длину одной минуты данного меридиана от широты 0° до южной широты (куда может пойти судно). При анализе данных обоих полушарий может быть возникнет вариант принятия двух геодезических дат для северного и южного полушария Атлантического океана.

Малую полуось эллипса определяем таким же способом, который описан выше, взяв две точки на экваторе в Южной Америке и в Африке, а два судна будут следовать точно по экватору.

После астрономических, геодезических работ, ориентации референц-эллипсоида, определения значения полуосей эллипсоида и средней геоидной высоты уже меридиана и экватора принимаем геодезическую дату Атлантического океана для эпохи. (примерно на 50-100 лет.). Данная геодезическая дата не может принадлежать какому-либо государству, так как она принадлежит Атлантическому океану, а он принадлежит всем государствам Мира.

Развитые морские государства могут принять две геодезических даты. Одну для открытого моря и океана, а в своих территориальных водах применять свою геодезическую дату, для внутренних нужд, а геодезическую дату океана для международных навигационных морских карт.

Второй вариант определения параметров референц-эллипсоида Атлантического океана. Были попытки принять в 1924 году Международный референц-эллипсоид

(Хейфорда), потом Стандартную Землю 2, далее систему ВГС- 1972, ВГС-1984. (WGS-72, WGS-84), видимо, этот процесс ещё не завершен и до настоящего времени.

Анализируя существующие референц-эллипсоиды, а также ПЗ-90, принятый в России и квазигеоид М.С. Молоденского можно предложить такой вариант принятия геодезической даты только для морских навигационных карт в широтах от $\varphi=0^0$ до $\varphi=80^0$ обоих полушарий.

Рассмотрим большие полуоси следующих референц-эллипсоидов: Бесселя, Кларка 2, Хейфорда, Красовского, Стандартная Земля 2, ВГС-72, ВГС-84 и ПЗ-90. Найдём среднее значение большой полуоси, $a = 637811,5$ м. Сферу с этим радиусом примем за поверхность Атлантического океана и спроектируем на плоскость. Получим меркаторскую проекцию океана с приведёнными координатами. Стандартная миля для этой проекции будет равна 1 миля=1855,3174 м. Округлённо можно взять за 1855,32. Среднее значение сжатия из восьми референц-эллипсоидов равно: $\alpha = 1 / 297,6225$. Кроме того, сжатие можно определить по формуле: $\alpha = (a - b) / a$, из неё определяем среднее значение малой полуоси. Оно равно $b = 6356681,3$ м. Полученные данные необходимо принять на самом высоком Международном уровне. На этой основе печатать морские навигационные карты, как в бумажном варианте, так и в электронном виде на всех картографических фабриках Мира. После согласования с другими морскими странами желательно принять геодезическую дату Атлантического океана, только для морских навигационных карт открытого моря, как в бумажном исполнении, так и в электронном виде.

Принятую геодезическую дату Атлантического океана можно будет принимать для выпуска, как бумажных карт, так и в электронном виде. Поэтому, все морские карты Атлантического океана будут иметь одну геодезическую дату, будут одинаковы, и на них можно будет справедливо решать все спорные вопросы, связанные с различными нарушениями, а также повысится безопасность судоходства вблизи берега различных морских стран и островов.

Литература

1. Г.Е. Лазарев, Е.М. Самошкин. Основы высшей геодезии: -М.: Недра.1980.424с.
2. А.А. Изотов и др. Основы спутниковой геодезии:-М.: Недра.1974.320 с.
3. Ю.К. Баранов. Использование радиотехнических средств в морской навигации. Изд. 2-е, перераб. и доп.: М.: Транспорт. 1978.224 с.
4. М.М. Лесков, Ю.К. Баранов, М.И. Гаврюк. Навигация. Учебник для вузов мор. Трансп.-М.: Транспорт. 1980.344 с.
5. В.Е. Ольховский. Навигация и промысловая навигация:- М.: Пищевая промышленность. 1979.544 с.
6. В.Е. Ольховский, В.Я. Сарлаев. Учёт геометрии эллипсоида и геодезической основы морских карт при решении задач современной навигации: Учеб. пособие по дисциплине «Навигация» для спец. 240200 «Судоходение». – Мурманск. 1997. 66 с.- (Гос. комитет Рос. Федерации по рыболовству).
7. В.Е. Ольховский. Среднеорбитальные спутниковые навигационные системы: Учеб. пособие для спец. «Судоходение» и курсов повышения квалификации плавсостава. – Мурманск: Изд. МГТУ, 1998.- 57с.
8. К.А. Куликов. Вращение Земли: - М.: Недра. 1985. 159с.
9. А.В. Павлова. Морские навигационные карты. Л. ЛОЛГУ.1961.180 с.
10. Картографические таблицы. Изд. УНГС ВМФ.1957.312 с.

УНИЧТОЖЕНИЕ ПОЛУКРУГОВОЙ ДЕВИАЦИИ МАГНИТНОГО КОМПАСА ШТУРМАНСКИМ СОСТАВОМ В ОТКРЫТОМ МОРЕ

Санаев А.И., Кнышев Е.И., Кнышев А.И., Санаев А.М., Санаев Я.М.
(МГТУ, каф. судовождения)

Аннотация. Дается методика уничтожения полукруговой девиации магнитного компаса в открытом море силами штурманского состава судна. Приводится краткое описание магнитного склонения. Описывается девиация магнитного компаса на металлическом судне. Начальные сведения о магнитном поле Земли и магнитном поле на металлическом судне. Уравнение Пуассона. Направление и силы, вызывающие постоянную, полукруговую и четвертную девиации. Приведение судна на главные магнитные курсы с помощью гирокомпаса в открытом море. Уничтожение полукруговой девиации магнитного компаса. Краткое теоретическое обоснование способа Эри. Практическое выполнение данного способа. Вычисление коэффициентов А,В,С,Д,Е.

Расчёт таблицы остаточной девиации

Земля огромный естественный магнит. Так называемый Северный магнитный полюс (N_m) находится в точке с координатами $Ш \sim 74^{\circ} N$, $ДОЛГ \sim 100^{\circ} W$ для эпохи 1975 г. Южный магнитный полюс находится в Антарктиде. В районах магнитных полюсов магнитная стрелка, имеющая свободу в вертикальной плоскости, устанавливается вертикально. Северная стрелка магнитного компаса указывает на Северный магнитный полюс, следовательно, здесь находится магнетизм южного наименования, но исторически его называют Северным магнитным полюсом, т.к. он находится вблизи истинного Северного полюса. Магнитное поле мы не видим и не чувствуем, но приборы показывают, что оно есть.

Кроме того, Земля вращается, поэтому у неё есть воображаемая ось вращения. Там, где ось выходит из Земли и показывает почти точно на Полярную звезду будет Северный географический истинный полюс (N_i), с координатами $Шир.=90^{\circ} N$, $Долг.=0-180^{\circ} E/W$ (все меридианы сходятся в одной точке). Судоводитель обязан знать Полярную звезду. Измерив вертикальный угол между истинным горизонтом и Полярной звездой сразу же определяют географическую широту в северном полушарии Земли, а взяв направление на Полярную звезду, определяют истинный пеленг, который равен 0° или 360° .

Если на Земле взять направление на (N_i) и на Северный магнитный полюс N_m , то угол между ними будет называться склонением и обозначаются буквой d . Склонение d изменяется теоретически и практически от 0° до 180° (E,W). Если судно будет на меридиане $Долг.=100^{\circ} W$ между Северным истинным полюсом и Северным магнитным полюсом, то $d=180^{\circ} E/W$. Если N_m отклонён в право от N_i , то угол между ними будет d , имеет наименование E и знак +. Если N_m будет отклонён влево от N_i , то угол между ними также будет d , наименование W и знак «-». Значение склонения указывается на морской карте.

Когда строили деревянные суда и магнитный компас находился на судне, а рядом не было железа, например, железных пушек, то девиации магнитного компаса не было. Судоводители привыкли ложиться на магнитные курсы и брать магнитные пеленги на объекты и исправлять их только склонением d , приведенным к году плавания. На навигационных картах они откладывали истинный $ИК=МК+d$ (формула алгебраическая) и вели счисления, а откладывая от приметных ориентиров $ОИП=ОМП+d$, они уточняли счисляемое место судна. Судоводители уже знали, что в

высоких широтах магнитный компас работал ненадёжно и нельзя было полагаться на показания компаса во время полярных сияний, магнитных бурь

Девиация магнитного компаса на металлическом судне

Магнитное поле судна от продольных, поперечных и вертикальных брусков, а также от проекции любых наклонных конструкций судна на оси судна, «твёрдого» и «мягкого» в магнитном отношении железа взаимодействуя с магнитным полем Земли устанавливает стрелку магнитного компаса на металлическом судне по горизонтальной равнодействующей всех сил и северный конец стрелки компаса показывает на компасный север (Nк). Зная направление на Nк судоводитель может задавать рулевому компасный курс по магнитному компасу и рулевой приведет судно на заданный курс ориентируясь носовой курсовой чертой компаса и с заданным числом градусов, которые снимает с картушки. Кроме того судоводитель может пеленговать навигационные ориентиры и получать обратные компасные пеленги.

Угол между Нордом магнитным (N_м) и Нордом компасным (N_к) называется девиацией и обозначается буквой «δ». Если N_к отклонен вправо от N_м то девиация имеет знак «+», если влево знак «-». На судне, где уничтожена девиация магнитного компаса и есть таблица остаточной девиации магнитного компаса, то девиация на любом компасном курсе не превышает величины $\pm 5^{\circ}$, поэтому можно считать что $MK \approx KK$. Теоретически девиация может достигать $\pm 180^{\circ}$, но такой магнитный компас судоводителю не нужен.

На судне судоводитель следит за девиацией и не реже одного раза в год девиаторы на девиационном полигоне уничтожают девиацию и вычисляют таблицу остаточной девиации, которой пользуется судоводитель. Еще раз напомним, что остаточная девиация не бывает $\pm 5^{\circ}$ на любых компасных курсах. За этим следит штурман.

Для того чтобы найти девиацию магнитного компаса (МК) для определенного компасного курса в таблицу девиации МК входят с компасным курсом (КК_{МК}) и интерполируя находят точное значение девиации. Иногда приходится входить в таблицу девиаций с магнитным курсом, когда штурман имеет истинный курс (ИК) и склонение снятое с карты, приведенное к году плавания. Определяем магнитный курс и с ним входим в таблицу девиаций и находим приближенное значение девиации с достаточной для практики точностью.

Примечание: с истинным курсом в таблицу девиации МК входить НЕЛЬЗЯ!

Краткие сведения о магнитном поле Земли

Магнитное поле Земли (возможно электромагнитное) можно представить, как плоский магнит, который проходит чуть-чуть в стороне от центра Земли и имеет Северный и Южный полюса, которые названы, согласно с близлежащими географическими полюсами.

Если возьмём магнитную стрелку, которая имеет 2 степени свободы в горизонтальной и вертикальной плоскостях, то стрелка на магнитном экваторе (приблизительно на географическом экваторе) будет располагаться горизонтально. На Северном магнитном полюсе стрелка встанет вертикально, и её синий, северный конец покажет вниз на N_м. А в Южном магнитном полюсе красный конец стрелки покажет вниз на S_м.

Общая сила магнитного поля Земли обозначается буквой T и её можно разложить на горизонтальную H и вертикальную Z. $T^2 = H^2 + Z^2$. На магнитном экваторе

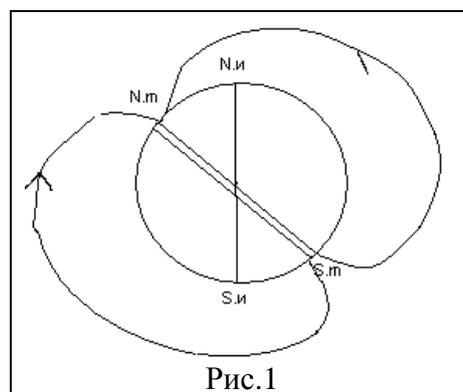


Рис.1

$H=T$, $Z=0$, и магнитный компас в этих условиях работает надёжно. На Северном магнитном полюсе (Nm) $H=0$, $Z=T$, на южном магнитном полюсе (Sm) $H=0$, $Z=-T$, т.к. нет горизонтальной составляющей, то магнитный компас в этих районах не работает.

Зная магнитное поле Земли и магнитное поле металлического судна от продольных, поперечных и вертикальных брусков «твёрдого» и «мягкого» в магнитном отношении железа можно создать теорию магнитного поля судна.

Краткая теория магнитного поля на металлическом судне.

Металлическое судно не имеет ни крена, ни дифферента находится в магнитном поле Земли и, чтобы учесть все магнитные силы, которые возникают на судне при различных положениях, необходимо взять систему координат и закрепить центр системы на конце северной магнитной стрелки. Положит направление оси X направлено в нос судна, положительное направление по оси. Y – в правый борт. А ось Z – вниз. Горизонтальная сила H всегда направлена на Nm. Полную составляющую магнитного поля Земли T разложим по осям и обозначим X, Y, Z . Переменные магнитные силы на судне от продольных, поперечных и вертикальных брусков мягкого железа будут:

по оси X a_x, b_y, c_z .

по оси Y d_x, e_y, f_z .

по оси Z g_x, h_y, k_z .

Силы a_x, d_x, g_x зависят от магнитного курса судна, $x=H \cdot \cos(MK)$. Силы b_y, e_y, h_y , также зависят от курса судна, $y=-H \cdot \sin(MK)$ Силы c_z, f_z, k_z не зависят от курса судна, а зависят только от перемены магнитной широты. $z=T \cdot \text{ctg}(I)$, по характеру они похожи на постоянные силы от магнита для данного магнитного района.

От продольных, поперечных и вертикальных брусков судна («твёрдого» в магнитном отношении железа) будут постоянные магнитные силы: по оси X сила P , по оси Y - Q , по оси Z - R .

Теперь сможем написать систему уравнений, которые способны решить все случаи при перемене судном курса и магнитной широты. Это уравнение имеет вид:

$$X_1 = X + aX + bY + cZ + P,$$

$$Y_1 = Y + dX + eY + fZ + Q,$$

$$Z_1 = Z + gX + hY + kZ + R.$$

Это и есть общие уравнения Пуассона, которое решают вопросы, связанные с девиацией магнитного компаса на металлическом судне.

Если судно не имеет ни крена, ни дифферента, то только силы первого и второго уравнений устанавливают магнитную стрелку по равнодействующей ($X_1 + Y_1$) и показывает на N_k . N_k на Земле определенного места не имеет, он у нормального магнитного компаса, где-то колеблется вблизи магнитного полюса (Nm). После решения двух первых уравнений Пуассона получаем:

сила λH	Всегда направлена на Nm.
сила $A\lambda H$	Вызывает постоянную девиацию. Положительное направление ее $MK=90^0$, отрицательное $=270^0$
сила $B\lambda H$	Вызывает полукруговую девиацию. Положительное направление $=MK$, отрицательное $MK + \backslash - 180^0$
сила $C\lambda H$	Вызывает полукруговую девиацию. Положительное направление ее $MK + 90^0$, отрицательная $MK - 90^0$
сила $D\lambda H$	Вызывает четвертную девиацию. Положительное направление $2MK$, отрицательное $2MK + \backslash - 180^0$
сила $E\lambda H$	Вызывает четвертную девиацию. Положительное направление $2MK + 90^0$, отрицательное $2MK - 90^0$

Из этих указанных магнитных сил находится равнодействующая сила H_k , которая указывает на N_k .

Приведение судна на главные магнитные курсы с помощью гирокомпаса

На судне имеется надёжный гирокомпас и достоверная поправка $\Delta GK = \Delta + \delta_v$. Выбираем время, когда ветер и волнение не более 1-2 бал и район работы на навигационной карте с достаточными глубинами, надёжным и плавным изменением склонения, и нет магнитных аномалий. На район где будем производить маневры снимаем склонение и приводим к году плавания. Далее рассчитываем ГКК на главные магнитные направления, по схеме:

МК	d	ИК	ΔGK	ГКК
0^0	$+7,5^0$	$7,5^0$	$-1,5^0$	$9,0^0$
180	+7,5	187,5	-1,5	189,0
90	+7,5	97,5	-1,5	99,0
270	+7,5	277,5	-1,5	279,0

Уничтожение полукруговой девиации на четырёх главных магнитных курсах в открытом море

Рассмотрим самый простой, надёжный и довольно точный способ Эри. При этом способе компенсируются силы от «твёрдого» в магнитном отношении железа судна, полученные от продольных брусков, сила $V\lambda H$ и от поперечных брусков судна, сила $C\lambda H$. Эти силы можно уничтожить подбором постоянных продольных и поперечных магнитов нактоуза, их ориентации и изменением расстояния до магнитной стрелки компаса. Сила $V\lambda H$ уничтожается продольными магнитами нактоуза, сила $C\lambda H$ – поперечными. Для выполнения уничтожения полукруговой девиации от сил $V\lambda H$ и $C\lambda H$ диаметрально плоскость судна (ДП) нужно направить с помощью гирокомпаса на главные магнитные курсы и лежать на них не менее 5 минут.

Краткое теоретическое обоснование способа Эри

Находясь на магнитном курсе 0^0 , изобразим графически положительные силы $V\lambda H$ и $D\lambda H$, $C\lambda H$, $A\lambda H$, $E\lambda H$. Сила λH самая большая и всегда направлена на N_m . (рис. 2) На рис. 2 видно, что на МК=0 девиацию δ_N производят силы $C\lambda H$ от «твёрдого» железа, $E\lambda H$ от «мягкого» железа, а $A\lambda H$ вызывает постоянную девиацию. Если ДП судна лежит на МК=0, то магнитный компас показывает какое-то значение (КК). $\delta_{N=0^0} = KК$.

Поперечным постоянным магнитом нактоуза, изменяя его высоту добиваемся, чтобы компасный курс (КК) по магнитному компасу равнялся бы 0^0 . Силы $E\lambda H$ и $A\lambda H$ способом Эри уничтожить нельзя. Они не большие и их просто надо оставить. Для этого надо привести ДП судна на магнитный курс $=180^0$, на этом курсе лежать не менее 5 минут, чтобы «мягкое» железо перемагнитилось. Сравнить МК=180⁰ с компасным курсом магнитного компаса и определить величину девиации, она равна $2\delta_s$, т.к. силы $E\lambda H$ и $A\lambda H$ изменили свое направление на этом курсе на 180^0 , а $C\lambda H$ не изменило. Девиация $2\delta_s$ небольшая и поэтому поступаем так: поперечным магнитом нактоуза доводим девиацию до значения δ_s , т.е. оставляем силы $E\lambda H$ и $A\lambda H$. Если же девиация от сил $E\lambda H$, $A\lambda H$ большая, то их уже уничтожают девиаторы на девиационном полигоне с измерением приборами значения H и Z Земли.

Теоретическое обоснование уничтожения полукруговой девиации от силы $V\lambda H$ аналогично уничтожению силы $C\lambda H$ (рис. 3).

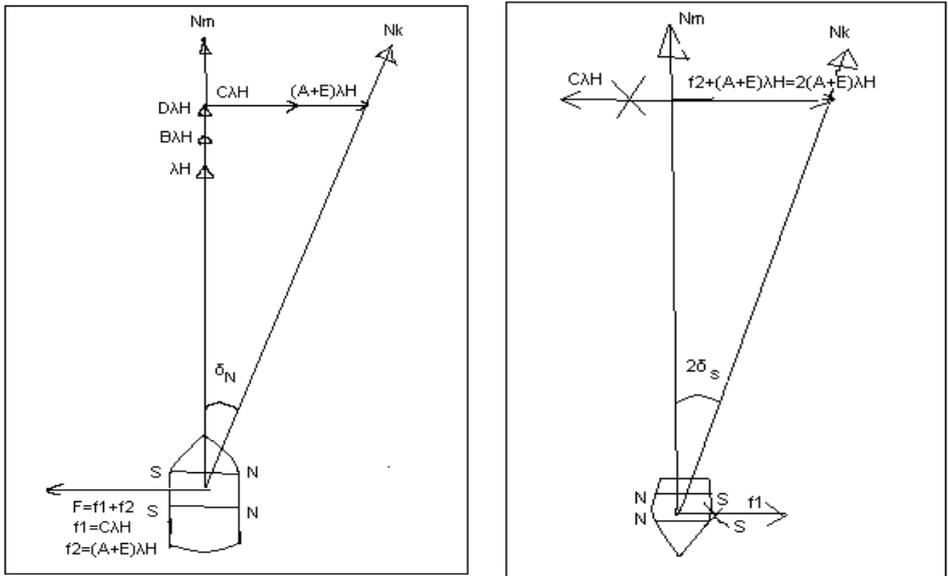


Рис. 2

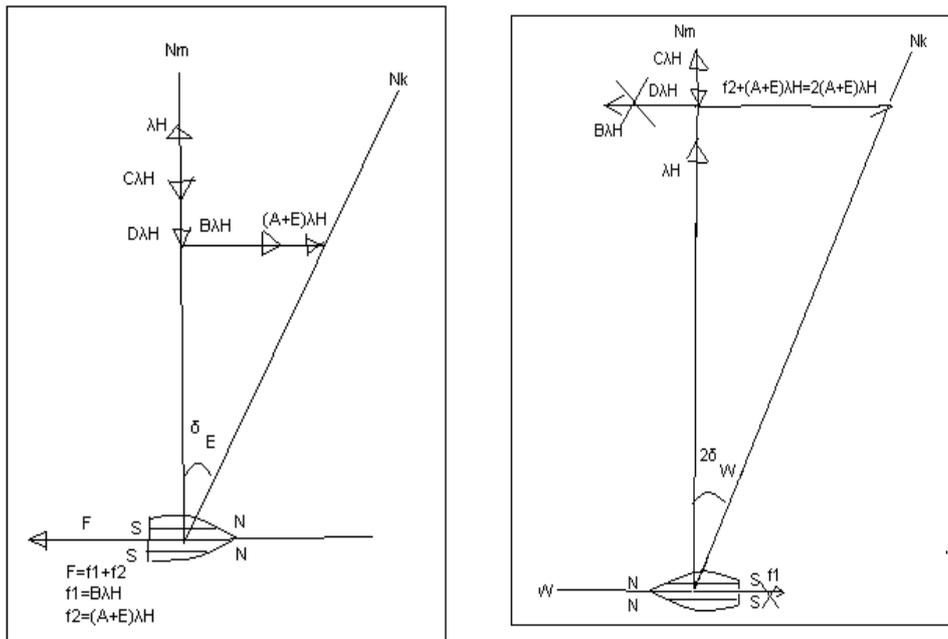


Рис. 3. Силы, действующие на компасную стрелку.

Уничтожение девиации в открытом море штурманским составом

Выбираем откорректированную морскую навигационную карту с достаточными глубинами для нашего судна, с плавным изменением склонения, отсутствием магнитных аномалий, затонувших металлических судов. Выбираем погоду, чтобы ветер и волнение не превышало 1-2 баллов. Рассчитываем склонение на район маневрирования, на дату проведения девиационных работ. Используя исправный гирокомпас и магнитное склонение данного района приводим диаметральной плоскость судна на магнитные курсы $0 - 180$, $90 - 270$ и используя поперечные и продольные магниты нактоуза магнитного компаса уничтожаем полукруговую девиацию способом Эри. Опытный штурман приводит судно на магнитные курсы $- 0 - 90 - 180 - 270^0$ и уничтожает полукруговую девиацию. Положение поперечных и продольных магнитов нактоуза и их величина записываются в специальный журнал.

Далее судно с помощью гирокомпаса и склонения данного района приводится поочерёдно на основные и четвертные магнитные курсы и определяется остаточная

девиация с помощью сличения магнитного курса диаметральной плоскости судна с показанием магнитного компаса в количестве восьми значений. Если девиация не выходит за предела абсолютного значения 4 градусов, определяем пять коэффициентов А, С, В, D и Е. Если девиация будет больше 4 градусов, уничтожение девиации необходимо повторить. Наконец, производится расчёт таблицы девиации данного магнитного компаса, которую используют для определения истинного курса судна.

Практическое выполнение способа Эри

1. Привести ДП судна по гирокомпасу на магнитный курс 0^0 и поперечными магнитами нактоуза довести δ_N до нуля, т.е. компасный курс по магнитному компасу должен быть равен 0^0 .
2. Привести ДП судна по гирокомпасу на магнитный курс 90^0 . Лежать на нем не менее 5 минут, чтобы «мягкое» железо успело перемагнититься. Продольными магнитами нактоуза довести девиацию δ_E до 0^0 , т.е. компасный курс по магнитному компасу должен быть равен 90^0 .
3. Привести ДП судна по гирокомпасу на магнитный курс 180^0 . Лежать на нем не менее 5 минут. Определить девиацию $2\delta_S$ и поперечными магнитами довести девиацию до δ_S .
4. Привести ДП судна по гирокомпасу на магнитный курс 270^0 . Лежать на нем не менее 5 минут. Определить девиацию $2\delta_W$ и поперечными магнитами довести девиацию до δ_W .

Полукруговая девиация уничтожена. Записать положение и размеры продольных и поперечных магнитов нактоуза. Способ Эри дает хорошие результаты, когда общая девиация на различных курсах не превышает 14^0 .

Вычисление таблицы остаточной девиации.

1. Привести ДП судна последовательно по гирокомпасу на магнитные курсы N, NE, E, S, SW, W, NW. Лежать на каждом из них не менее 5 минут, снять компасные курсы на этих румбах, сравнить с компасным курсом и определить девиацию на 8 курсах.
2. По восьми девиациям определить коэффициенты А, В, С, D, Е в градусах с точностью до сотых долей градуса используя формулу:

$$\delta^0 = A + B \cdot \sin(KK) + C \cdot \cos(KK) + D \cdot \sin(2KK) + E \cdot \cos(2KK),$$

где КК – компасный курс. Девиацию рассчитывают по этой формуле с точностью до 0.1 градуса через 10^0 , 15^0 и даже можно рассчитать через градус.

Литература

1. Хойнацкий М.А. Девиация магнитного компаса. Часть 1. М.: Военно-морское, 1953. 368 с.
2. Терехов И.Н., Вешняков Н.И. Магнитные компасы. Курс кораблевождения. Том 5. Книга 2. ГУВМФ. Л.: 1959. 639 с.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИЙ В ЭРГАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ «СУДОВОДИТЕЛЬ – ЭКНИС»

Меньшиков В.И., Еремин М.М., Серов А.В.
(МГТУ, каф. .судовождения).

При использовании в практике судовождения ЭКНИС одной из важнейших является задача распределения функций между вахтенным судоводителем и этой системой. От правильного решения такой задачи, в конечном счете, зависит безопасность мореплавания и безопасность эксплуатации судна в целом. Обычно программное обеспечение ЭКНИС содержит конечное число модулей, решающих конечное число навигационных задач, которые так или иначе связаны с решением общей задачи – обеспечением безопасности плавания судна. Естественно, что программное обеспечение ЭКНИС, обладая большим быстродействием, чем вахтенный судоводитель, решает навигационные задачи быстрее и точнее чем «человеческий элемент». Однако для получения исходной информации ЭКНИС должна быть сопряжена с датчиками навигационной информации. Датчики навигационной информации и система сопряжения этих датчиков с ЭКНИС существенно влияют на надежность решения навигационных задач. Так, например, надежность решений навигационных задач зависит как от вида протокола, так и топологии сопряжения программного обеспечения ЭКНИС с датчиками навигационной информации.

Для исследования особенностей распределения функций в системе, включающей ЭКНИС, датчики навигационной информации, систему сопряжения и «человеческий элемент» необходимо рассматривать ее как эргатическую и при оценке надежности решений текущих навигационных задач целесообразно исходить из свойства адитивности этой надежности.

Пусть, с одной стороны, вероятность правильного решения навигационной задачи программным обеспечением ЭКНИС в рамках эргатической системы без учета ошибок «человеческого элемента» (технический вариант решения) равна

$$P(t) = K_{gk} K_{gm} P_d(t_1) P_m(t_2) P_{ms}(t_2) = P_m P_d$$

где: K_{gk} – коэффициент готовности датчиков навигационной информации, необходимых для решения текущей навигационной задачи;

K_{gm} – коэффициент готовности программного обеспечения ЭКНИС;

$P_d(t_1)$ – вероятность безотказной работы датчиков навигационной информации с системами сопряжения за время решения текущей навигационной задачи;

$P_m(t_2)$ – вероятность отсутствия отказа технических средств ЭКНИС за время решения текущей навигационной задачи t_2 ;

$P_{ms}(t_2)$ – вероятность отсутствия сбоев в программном обеспечении ЭКНИС за время решения текущей навигационной задачи t_2 ;

P_m – вероятность исправности ЭКНИС;

P_d – вероятность исправности датчиков навигационной информации.

Тогда, с другой стороны, только при ручном счете, вероятность правильного решения той же текущей навигационной задачи будет равна

$$Q(t) = K_{gk} P_d(t') Q_r(t') Q_v(t'') = P_d Q_{rv}$$

где: $Q_r(t')$ – вероятность получения правильных навигационных данных с датчиков навигационной информации за время t' ;

$Q_v(t'')$ – вероятность правильных вычислений за время t'' ;

Q_{rz} – вероятность безошибочного решения текущей навигационной задачи вручную «человеческим элементом».

Очевидно, что при некоторых условиях несения ходовой вахты могут возникнуть такие ситуации, при которых надежность ручных вычислений при решении навигационных задач будет все же предпочтительней, чем решения, выполненные программным обеспечением ЭКНИС. Тогда возникает проблема, связанная с распределением навигационных задач, решаемых в процессе несения ходовой вахты, между техническим элементом и «человеческим элементом» в эргатической системе «Судоводитель – ЭКНИС».

ИНФОРМАЦИОННАЯ СВЯЗАННОСТЬ ПОВЕДЕНИЯ «ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА» В ПРОЦЕССЕ НЕСЕНИЯ ИМ ХОДОВОЙ ВАХТЫ

Серов А.В., Меньшиков В.И., Анисимов А.А., Солянин А.В.
(МГТУ, каф. судовождения)

Рассматриваются логические принципы построения модели связанной деятельности (несения вахты) «человеческого элемента» в организационно-технической структуре Ξ , которая отвечает требованиям Международной Конвенции ПДНВ – 78/95. Пусть процесс несения вахты является оптимально выбранным по способам решения комплекс задач $\Phi_{on} = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n \dots)$, обеспечивающий безопасную эксплуатацию судна, при максимальной живучести структуры Ξ в целом. Кроме того, пусть комплекс задач $\Phi_{on} = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n \dots)$ представляет собой объединение не связанных (отдельных) задач, которые необходимо информационно связать в единое и неразрывное поведение человеческого элемента. Для этой цели сформулируем необходимые определения и рассмотрим формализацию модели связанного поведения «человеческого элемента» системы Ξ .

Положим, что отдельной задачей φ_i , из оптимального комплекса задач $\Phi_{on} = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n \dots)$ поставлен в соответствие ориентированный граф вида

$$\Gamma_{\varphi}^i = (D_{\varphi}^i, A_{\varphi}^i) \quad (1)$$

вершинами, которого являются множество входных X_i и выходных Y_i переменных задачи $D_{\varphi}^i = \{X_i \cup Y_i\}$, а дугами – множество вязанных с ними функций преобразования значений входных данных в выходные

$$A_{\varphi}^i = \{a_{ij}\}; \quad i = 1, n; \quad j = 1, k.$$

Кроме того, пусть связывающими звеньями отдельных задач в единый оптимальный комплекс задач $\Phi_{on} = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$, формирующий поведение «человеческого элемента», будут множества входных и выходных данных задач φ_{ij} , удовлетворяющих соотношению

$$I_{\varphi} = \cup \{X_i \cap Y_j\}, \quad i, j = 1, n. \quad (2)$$

Определим внешние входы и выходы модели связанного поведения соотношениями, которые запишем так

$$X_{\varphi}^0 = \cup X_i \setminus I_{\varphi}, \quad Y_{\varphi}^0 = \cup Y_i \setminus I_{\varphi}. \quad (3)$$

Следовательно, схематизированное описание поведения «человеческого элемента» в структуре Ξ для введенных определений (1) и (2) можно представить с помощью ориентированного графа

$$\Gamma_{\Phi} = (\{\Gamma_{\varphi}^i\}, I_{\varphi}), \quad (4)$$

где $\{\Gamma_{\varphi}^i\}$ - графовая траектория, описывающая поведение «человеческого элемента» при решении оптимального комплекса задач, I_{φ} – избыточность поведения «человеческого элемента».

Таким образом, последовательность введенных определений показывает, что информационная связанность оптимального комплекса $\Phi_0 = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$, может быть обеспечена, если будет реализовано отображение вида

$$P_{\alpha}: \{\Gamma_{\varphi}^i\} \rightarrow (X_{\varphi}^0, Y_{\varphi}^0, I_{\varphi}) \rightarrow \Gamma_{\Phi} \quad (5)$$

Более того, из отображения (5), очевидно, следует, что информационная связанность задач оптимального комплекса $\Phi_{оп} = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n, \dots)$ обеспечивается с помощью заданных нормативных описаний множества задач в искомые входы и выходы (3), связывающих звеньев (2) и схематизированного описания (4) деятельности «человеческого элемента».

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НА СУДАХ РАДИОТЕПЛОЛОКАТОРОВ

Суслов А.Н. (МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем, e-mail: mtafpk@mstu.edu.ru)

Abstract. In the report features of thermal radiation of terrestrial objects are considered, the opportunity of application on vessels thermal radars for increase of safety of navigation is analyzed, efficiency of offered decisions is appreciated.

Решение навигационных задач в сложных погодных и ледовых условиях часто представляет большую проблему для судоводителей. В указанных ситуациях из всех видов радиотехнических средств судовождения радиолокатор является наиболее эффективной системой, обеспечивающей безопасность мореплавания. Однако часто судовые РЛС не способны эффективно решать возложенные на них задачи. В туман, дождь, снегопад дальность радиолокационной видимости может уменьшаться на 50%. Наиболее сложным в навигационном использовании РЛС является умение правильно разобраться в изображении окружающей обстановки. Практика показывает, что значительная часть аварий, представляющих собой столкновение судов со льдами и столкновение судов друг с другом в сложных погодных условиях, связана с ошибками опознавания реальных целей на экране радиолокатора.

Целью данной работы является исследование возможности повышения безопасности мореплавания при использовании на судах радиотеплолокаторов, а также способов повышения их чувствительности.

Для радиолокационных систем источником информации о цели является отражённый сигнал (эхо-сигнал). При этом обязательно должны использоваться искусственные, созданные в самой системе, сигналы. В противоположность этому, в пассивных системах используется естественное излучение цели, основной вклад в которое вносит тепловое излучение, определяемое температурной и эмиссионной способностью цели.

Отсутствие сигналов, излучаемых самой системой, обеспечивает радиотеплолокаторам ряд очевидных преимуществ над активными радиолокационными системами:

- 1) обнаружить такое устройство крайне трудно;
- 2) отсутствует прямая интерференция;
- 3) значительно снижаются размеры устройства и потребляемая им мощность;
- 4) зависимость мощности принимаемых сигналов от дальности имеет вид R^{-2} , тогда как для обычной радиолокации характерна зависимость R^{-4} .

В процессе радиотеплолокационного наблюдения различных земных объектов необходимо решать две важные задачи: обнаружение теплового радиоизлучения источника и оценка его параметров. Для получения высококачественных результатов желательно, чтобы наблюдаемый радиояркий температурный контраст между различными объектами был по возможности максимальным. При этом излучательная способность целей зависит как от свойств материала, так и от угла скольжения и поляризации принимаемого радиотеплового излучения.

Опытные исследования показывают, что даже при отсутствии какой – либо разности тепловых температур различных источников, наблюдаемая разность яркостей может быть значительной. Термодинамическая температура большинства земных

объектов примерно одинакова (около 300 К), и интенсивность радиотепловых сигналов определяется главным образом излучательной способностью тел. При этом тело тем сильнее излучает, чем меньше оно отражает.

Наблюдаемый радиояркостный температурный контраст двух различных объектов также зависит от вида поляризации принимаемого теплового радиоизлучения. Для примера на рис.1 – 4 представлена зависимость яркостных контрастов для различных земных объектов от угла скольжения.

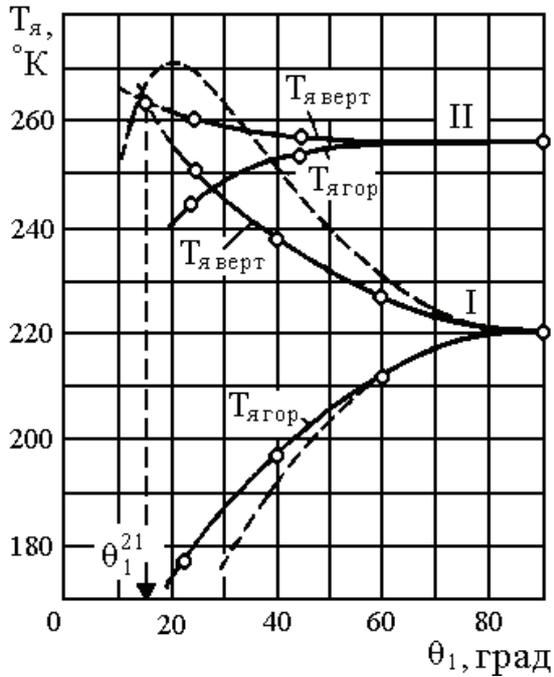


Рис.1. Экспериментальная зависимость яркостной температуры бетонированной поверхности от угла скольжения θ при $f = 10\text{ГГц}$:

- I – бетонированная поверхность, свободная от снега;
- II – бетонированная поверхность под слоем промёрзшего снега толщиной 2...3 см.

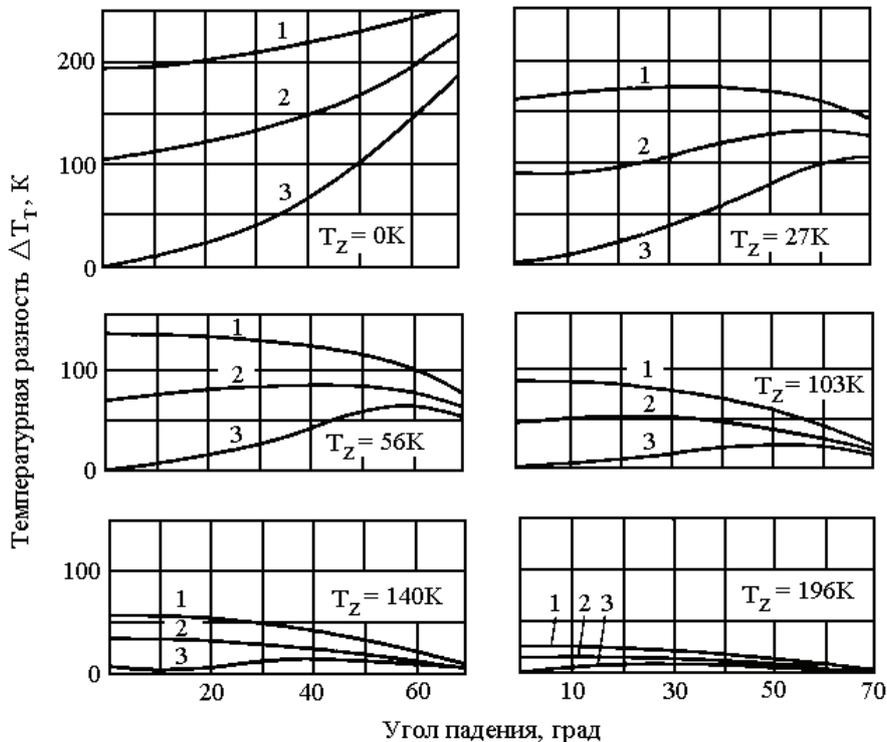


Рис.2. Различие в наблюдаемой температуре для диффузного отражателя и трёх зеркальных отражателей при различной температуре неба T_z

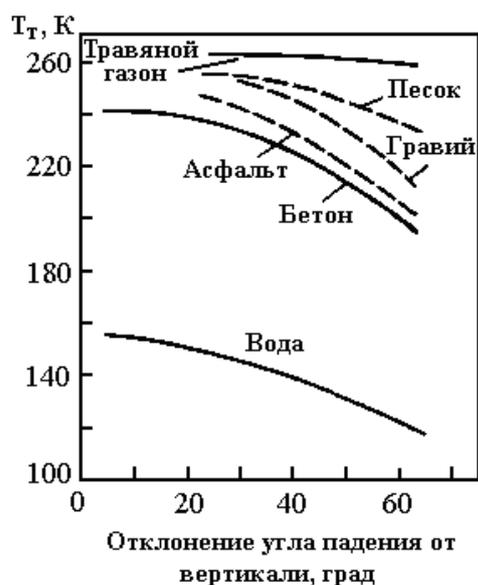


Рис.3. Полученная экспериментально зависимость температуры поверхности от угла отклонения излучения от нормального на волне $\lambda = 1,8$ см

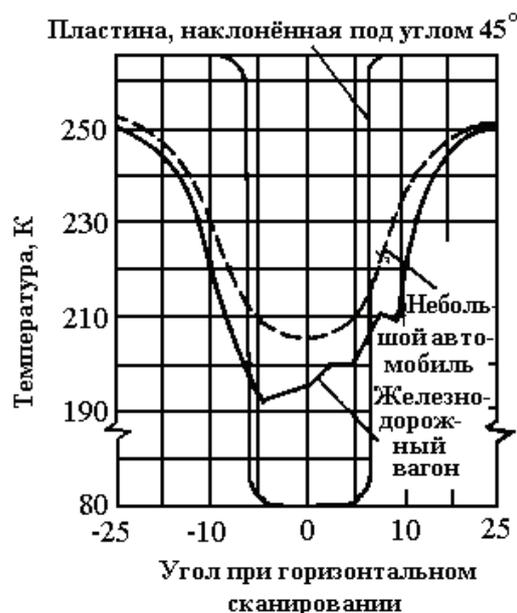


Рис.4. Результаты измерений яркостной температуры различных объектов на волне $\lambda = 1,8$ см при угле места $12,5^\circ$

Из рассмотрения данных зависимостей следует, что тепловое излучение большинства земных источников характеризуется значительным наблюдаемым радиояркостным контрастом ($\Delta T_{\text{я}} > 10^\circ \text{ К}$). Современные радиометрические приёмники обладают чувствительностью на два – три порядка превышающую чувствительность активных радиолокаторов. Чувствительность радиометров принято выражать величиной обнаруживаемого ими температурного контраста между объектами при длительности наблюдения в 1 сек.

В табл. 1 для примера представлены числовые значения чувствительностей нескольких современных радиометров.

Таблица 1

		Частота, ГГц	10,65	18,7	23,8
		Полоса пропускания, МГц	180	200	400
		Шумовая температура приёмника, К	120	230	320
Флуктуационная чувствительность, К	$T_A=300 \text{ К},$ $T_{CM}=293 \text{ К}$		0,087	0,105	0,087
	$T_A=100 \text{ К},$ $T_{CM}=293 \text{ К}$		0,069	0,087	0,074

Оценим возможность применения радиометров с подобными величинами чувствительностей в качестве навигационных теплорадиолокаторов морских судов. Современные активные радиолокаторы имеют период обзора пространства равным около 3 секунд при ширине диаграммы направленности антенны в горизонтальной плоскости порядка 1° . Следовательно, неподвижная точечная цель, будет облучаться импульсами такого радара в течение времени приблизительно равного $t_0 \approx 1$ мсек. Известно, что чувствительность радиометров обратно пропорциональна квадратному корню из времени измерения радиотеплового излучения, т.е

$$\Delta T_{\min} = k/\tau^{0,5},$$

где k – коэффициент пропорциональности.

Поэтому, принимая во внимание реально достижимые чувствительности современных радиометров, минимально обнаруживаемый температурный контраст при сокращении времени измерения с 1 сек до 1 мсек будет составлять величину порядка

$$\Delta T'_{\min} \approx 0,1/\sqrt{0,001} \approx 3^{\circ}\text{K}.$$

Рассчитанная величина воспринимаемого в указанных условиях температурного контраста является приблизительно в 3 раза меньше ожидаемых контрастов, представленных на рис. 1 – 4. Это, в свою очередь, означает, что при использовании на морских судах радиотеплолокаторов можно увеличить скорость обзора пространства почти в 10 раз с одновременным повышением надёжности обнаружения целей по сравнению с активными радиолокаторами. При этом для целей морской навигации перспективным является сантиметровый диапазон радиоволн, т.к в его пределах тепловое излучение земной атмосферы минимально. Значительного повышения чувствительности радиометров можно достигнуть, применяя в них так называемое прямое преобразование частоты.

Выводы:

- 1) подавляющее число земных объектов имеют значительные величины наблюдаемых радиоярких температур, обладая радиоярким контрастом между собой часто превышающим 10°K в широком диапазоне длин волн теплового радиоизлучения;
- 2) ухудшение отражательных свойств объектов значительно повышает их излучательную способность;
- 3) использование на судах морского флота радиотеплолокаторов позволит серьёзно повысить безопасность мореплавания за счёт увеличения скорости обзора пространства и улучшения обнаружительной способности по сравнению с используемыми в настоящее время активными навигационными радиолокационными системами.

БЕЗОПАСНОСТЬ В СТАНДАРТНОЙ СИСТЕМЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ С УЧЕТОМ ПРИНЦИПОВ ФОРМАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА

Фургаса Д.М. (МГТУ, каф. судовождения)

Принятие Международной Морской Организацией девятой главы Международной Конвенции «Солас – 74» и Кодекса к ней (МКУБ) было логичным и своевременным шагом международного сообщества, которое сознательно направляло усилия правительств морских государств на создание эффективных структур управления безопасной эксплуатацией судов и предотвращением загрязнения (СУБ). Однако как показывают статистические данные эксплуатация организационно-технических структур управления эксплуатацией судов (СУБ), хотя и дали некоторый положительный результат, но все же не смогли существенно снизить аварийность на морском транспорте. Поэтому комитеты морской безопасности и защиты морской окружающей среды при ИМО соответственно в мае и сентябре 1997 года приняли концепцию формальной оценки безопасности (ФОБ) и предложили к использованию временное руководство по применению этой концепции. Главной особенностью концепции ФОБ является переход от управления состоянием судна по целенаправленным планам к технологиям управления этим состоянием. Таким образом, задачу, связанную с разработкой теоретических и практических основ формирования технологий управления состоянием судна в рамках концепции ФОБ, можно признать достаточно актуальной.

При выполнении исследований основной целью работы была разработка технологии управления состоянием судна при переходах от состояния субстандартности к состоянию безопасности для случаев отказа технических средств и ошибок «человеческого элемента» и недостаточности ресурсного обеспечения.

Проведенное исследование позволило получить следующие новые результаты:

- составлена организационно-техническая структура, отвечающая требованиям, применимым к конвенции, а также положениям концепции формальной оценке безопасности;
- предложен метод расчета управленческого ресурса с согласованными ограничениями на затраты;
- дано представление о возможности реализации в технологии управления оптимальности между ресурсом и технологическим действием;
- предложена модель технологических рисков, зависящих от управленческого ресурса, и являющаяся объективной реальностью;
- предложена вероятностная оценка надежности выполнения судовой операции по переводу состояния судна из субстандартного состояния в стандартное (безопасное) состояние с учетом влияния «человеческого фактора».

Сформулированный выше перечень новых научных результатов был получен в ходе выполнения автором исследований, которые направлены на общее повышение эффективности менеджмента состоянием безопасной эксплуатации судов компании. Результаты исследований в виде конкретных рекомендаций предложены к использованию в практической деятельности систем менеджмента безопасной эксплуатацией судов компании Северного бассейна.

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛОНАСС В СИСТЕМАХ ОРИЕНТАЦИИ СУДОВ, ВЕДУЩИХ РАБОТУ НА ШЕЛЬФЕ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА

Холодов Г.Г. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра РТКС e-mail: hgg54@mail.ru)

Abstract. A Dynamic Positioning System controls a vessel's position and heading automatically. The active control of thrusters and propellers counteracts environmental forces and prevents deviation from a specified point. The position holding accuracy obtainable in rough weather is typically 3-5 metres, dependent upon such factors as vessel construction, installed power, position reference systems and control system used. Dynamic Positioning can be employed on all craft from small supply vessels to super-tankers and semi-submersibles.

Интенсификация промышленной добычи углеродосодержащего сырья в прибрежных зонах морских государств за прошедшие несколько десятилетий привела к существенному снижению уровня этой добычи. Поэтому дальнейшую интенсификацию добычи углеродосодержащего сырья в настоящее время связывают с освоением перспективных шельфовых районов Северного Ледовитого океана. При освоении месторождений на шельфе Северного ледовитого океана приоритетными являются суда и платформы осуществляющие удержание (позицию) без применения якорей, оснащенные системами динамического позиционирования и удерживающими суда и платформы в заданной точке при помощи подруливающих устройств. Судам и платформам при освоении месторождений Северного Ледовитого океана предстоит работать в специфических условиях арктического района. Поэтому с одной стороны суда и платформы должны отвечать достаточно жестким требованиям, предъявляемых к их мореходным качествам, а с другой работать в широком диапазоне осадок.

Анализ деятельности существующих служб динамического позиционирования (СДП) на судах и платформах показывает, что снижение аварийности при маневрировании связано, в первую очередь, с учетом «человеческого фактора». На аварийность позиционирующего судна оказывает влияние организационно-технические компоненты системы управления состоянием безопасной эксплуатации (СУБ) и адекватный информационный ресурс, который направляется на минимизацию рисков при маневрировании. Безопасность и точность позиционирования обеспечивается лишь в том случае, если есть необходимая и достаточная информационная избыточность. При этом такую избыточность способна обеспечить перспективная высокоточная отечественная спутниковая навигационная система СНС ГЛОНАСС. Однако СНС ГЛОНАСС имеет один существенный недостаток возможно достаточно низкий показатель целостности. Полного исследования целостности СНС ГЛОНАСС не проводилось, не была исследована целостность системы и в северных широтах.

Техническое решение проблемы целостности СНС ГЛОНАСС в северных широтах может быть решена применением локальной дифференциальных подсистем на базе морских маяков. Такие дифференциальные подсистемы с передатчиков, устанавливаемых на морских SMK маяках, обеспечивают передачу поправок в бортовую аппаратуру систем позиционирования в формате RTCM SC-104 на частотах 283-325 КГц. Радиус зоны покрытия дифференциальными подсистемами морской акватории в среднем составляет 200-300 км при распространении над морской поверхностью.

Другим вариантом технического решения проблемы целостности может являться эксплуатация дифференциальной подсистемы передачи поправок по спутниковому каналу OmniStar. Такой вариант решения проблемы целостности

является уникальным, автоматически генерирующим высокоточные дифференциальные поправки к текущему обсервованному месту судна или платформы. Этот метод расчетов более известен как метод Виртуальной базовой станции (VRS). Методика получения поправок является более точной, чем, например, формирование дифференциальных поправок от одиночной базовой станции или от виртуальной базовой станции с фиксированной позицией. Подсистема OmniStar предоставляет коммерческие услуги сервиса в режиме DGPS по всему миру и является лидером в области разработки и реализации технологии позиционирования по информации от дифференциальных подсистем. Обеспечение пользователя услугами OmniStar реализовано на основе нескольких геостационарных спутников, формирующих несколько «пятен» глобального спутникового покрытия. Таким образом, приемник пользователя может декодировать сигналы OmniStar практически в любой точке земного шара. Пользователи услуг OmniStar по своему выбору могут оформить подписку на один или несколько месяцев при выполнении краткосрочных работ. В том случае, если необходимо выполнять работы длительное время, то можно оформить подписку на год или несколько лет. Стоимость услуг носит большие финансовые затраты потребителей, что неприемлемо с точки зрения экономической безопасности России. На рис.1. представлена зона сервиса OmniStar

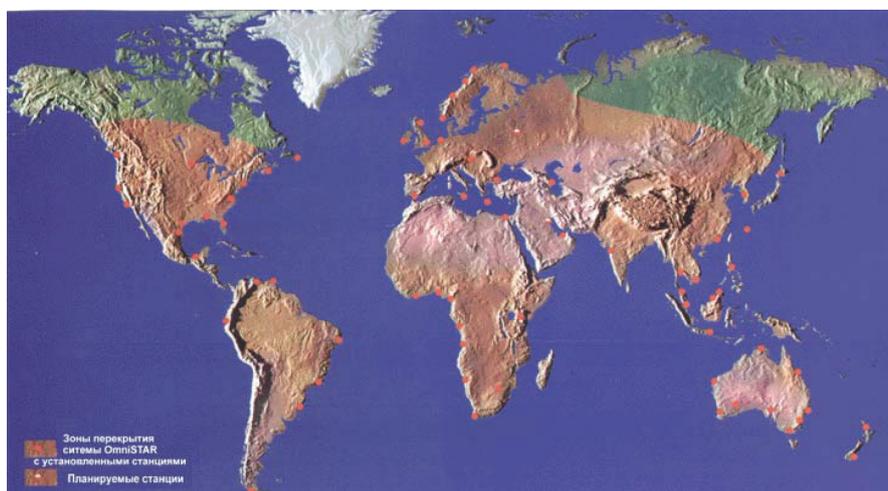


Рис.1. Зона покрытия дифференциальным сервисом OmniStar

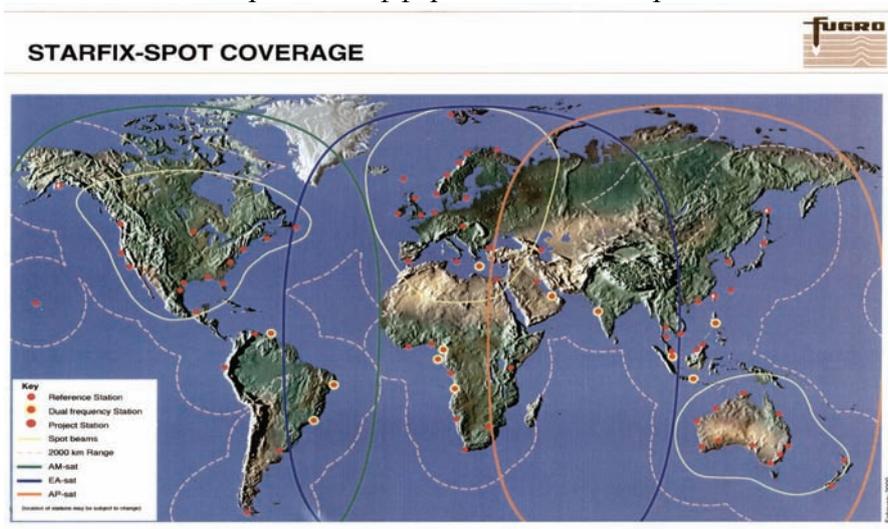


Рис.2 Дифференциальная подсистема передачи поправок по спутниковому каналу Starfix

Точность определения координат с использованием спутникового дифференциального сервиса OmniStar приблизительно в 1.5 – 2 раза выше, чем с помощью наземного дифференциального сервиса, предоставляемого морскими радиомаяками. Однако использование дифференциальной подсистемы передачи поправок по спутниковому каналу OmniStar ограничено расстоянием до 10 км. от береговой полосы. При удалении от берега на большие расстояния прием дифференциальной поправки блокируется и вновь возобновляется лишь при приближении к берегу.

Третьим техническим вариантом контроля целостности является использование судами или платформой дифференциальной подсистемы передачи поправок по спутниковому каналу Starfix, океанического использования с зоной деятельности Рис.2

Однако как это следует из Рис.2. арктические территории России не покрываются ни одной из выше перечисленных дифференциальных подсистем. Поэтому можно считать, что эксплуатация СНС ГЛОНАСС с режимом контроля целостности системы при освоении углеводородных ресурсов в Российских районах Северного Ледовитого океана, а так же при обеспечении безопасного позиционирования судов и платформ является определяющей.

ЛАЗЕРНЫЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ПРОВОДКИ СУДОВ ПО ТРАЕКТОРИЯМ РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ

Цупин А.А. (г. Москва, ООО «Научно-производственный консорциум «Изотермик» e-mail: atsupin@mail.ru)

Abstract. Supposed instrumental laser navigation aids can be used for maritime and river fleet at different weather conditions. Different problems connected with modulated laser beams and matrix structure detectors are discussed.

Рассматриваются лазерные средства навигационного оборудования (ЛСНО), в том числе инструментальные СНО, которые могут быть использованы как в морском, так и в речном флоте для проводки судов и других плавсредств на навигационно сложных участках водных путей - стесненных фарватерах, подходных каналах, подходах к морским и речным портам и под мостами. Эти системы в зависимости от назначения могут иметь различную конфигурацию. Учитывая достаточно широкое распространение оптико-электронной техники, рассмотрены особенности её применения для навигации. Наиболее перспективной представляется лазерная навигационная система (ЛНС), на основе двух лазерных сканирующих маяков (ЛСМ), располагаемых на берегу. (1,2).

В предлагаемой инструментальной ЛНС с целью повышения точности ориентирования лучи ЛСМ, промодулированные различными частотами, движутся навстречу друг другу либо синхронно и противофазно, либо по определенному закону (в случае необходимости проводки по криволинейной траектории), создавая сигнальную зону. (3). Расположенные на борту судна блоки приема оптических сигналов и определения местоположения судна разделяют принятые сигналы, осуществляют их независимую обработку с помощью селективных усилителей и формируют сигналы, характеризующие сторону и величину углового отклонения судна от оси фарватера(4). С использованием специальных методик обработки сигнала определяется линейное отклонение.

Модуляция лучей ЛСМ осуществляется по интенсивности с помощью оптических модуляторов, в качестве которых могут использоваться электрооптические модуляторы, управляемые узкополосными генераторами синусоидальных колебаний. Блоки приема оптических сигналов включают в себя приемные антенны, фотоприемные устройства, электронные устройства обработки сигналов и блоки индикации, на которых отображаются величины углового и линейного отклонения судна от линии нулевого положения, под которой может пониматься ось фарватера (ось створа), либо центральная зона криволинейной части фарватера. Специальные методики расчета мест размещения ЛСМ и закона сканирования их лучей обеспечивают наличие сигнальной зоны в любой точке как прямолинейного, так и криволинейного фарватера.

Расчеты показывают, что подобная инструментальная ЛНС уверенно регистрирует сигналы ЛСМ на фоне неба и посторонних береговых огней в сумеречное и ночное время, начиная с дистанций 200 ÷ 500 м и до предельной дальности 10 ÷ 20 км, определяемой конкретными условиями проводки судна. Расчет параметров приемных оптических антенн в составе блоков приема оптических сигналов показывает, что указанную дальность действия можно получить при диаметре объектива не превышающем 50 ÷ 100 мм. При этом коэффициент пропускания атмосферы на 1 км

принимается равным 0,7 (слабая дымка), что соответствует значениям, обычно принимаемым при расчетах традиционных средств навигационного оборудования. Местоположение судна возможно измерять относительно оси фарватера в пределах единиц угл. град. с точностью не хуже 0,1 угл. град., либо в линейной мере в пределах ± 500 м с точность не хуже 10 м. Данная величина отклонения в $2 \div 3$ раза меньше величины среднеквадратичного отклонения судна от оси обычного линейного навигационного створа.

Подобным образом может быть построена инструментальная система на многоэлементных приемниках матричного типа, в частности на ПЗС-структурах (5). Использование подобных приемников излучения (ПИ) накладывает ряд ограничений на работу ЛНС. Как показал обобщенный, применительно для лазерной навигации, анализ, размер пучка ЛНС и его изображения на ПИ в инструментальной ЛНС является сложной функцией параметров состояния атмосферы и направления задаваемого ЛС для навигации судов (2). Поэтому, наряду с другими факторами, на начальном этапе внедрения в практику ЛНС, особое внимание уделено вопросам комфортного симбиоза функционирования визуальных и инструментальных методов ориентирования судоводителей и судов по ЛНС. Решение этих вопросов на первой стадии практики применения ЛНС являются приоритетными. Таким образом, вопросы адаптации инструментальных ЛНС рассматриваются как первоочередные, ибо адаптация и преодоление барьеров психофизиологического восприятия судоводителями принципов лазерной навигации, несомненно, проблема более сложного порядка.

В докладе показано, что оптимальная по вероятности срыва скорость адаптации облучения ЛНС судна (точнее, глаз оператора) – функция топологии сканирования и статистики сигнала и помех. Для устойчивости скорость адаптации ЛС (v_{ca}/v_0) при локальном сканировании объекта визуальной навигации при n – ходовом локальном сканировании должна превышать величину $(1 + n_x \ell_{ca} / K_v ar_0)$, где K_v – добротность контура адаптации ЛС ЛНС. Для ЛНС с выборкой полного кадра сканирования: $v_{ca}/v_0 \geq (1 + K_v^{-1})$. Даны рекомендации и для других типов ЛС и ЛНС. Скорость слежения, минимизирующая срыв адаптации облучения ЛС объекта визуальной навигации, находится решением дифференциального уравнения Фоккера-Планка. Так, например, для адаптивного ЛНС с астатизмом первого порядка, единичной весовой функции и линейного дискриминатора решение функционала Фоккера-Планка определены оптимальные значения скорости сканирования. Найдены выражения для оптимальной добротности ЛНС с разными алгоритмами управления форматом поля ориентирования, дающие минимум суммарной погрешности адаптации облучения, при этом статистические параметры сигнала также оказывают влияние.

Исследованы особенности влияния атмосферных искажений лазерного пучка при измерении координат ЛНС, управлении и адаптации его параметров, особенности адаптации облучения ЛНС при навигации скоростных объектов и влияния физических процессов на работу ЛНС. В отличие от навигации малоподвижных объектов, при навигации скоростных происходит перераспределение приоритета влияния ряда факторов, свойственных ЛНС и физике явлений. Выявлены и исследованы основные ограничения применения приемников изображения в ЛНС навигации скоростных объектов и описаны пути снижения влияния этих факторов на эффективность навигации и определения координат места положения судов на линии ЛС. Исследовано также влияние турбулентного хаоса на случайные смещения пучка ЛС и его изображения на ПИ автоматической ЛНС, которое носит мультипликативный характер, зависящий от флуктуаций потока излучения. Значения дисперсии случайных смещений

пучка и его изображения в инструментальной ЛНС $\sigma_{x,y}^2$ учитывают фактор анизотропии турбулентного хаоса смещений пучка ЛНС. Сравнительный анализ методов (взвешивание, максимума правдоподобия и других) оценки координат в ЛНС показал, что оптимальный относительный размер элемента ПЗС-приемника ЛНС должен превышать ($> (2...3)$) размер изображения передающей части ЛНС. Для обеспечения оптимальности эффективны предложены многолучевые ЛНС и для ПИ инструментальных ЛНС алгоритмы формирования субэлементов. Наиболее эффективным по точности и быстродействию оценки координат определения места положения объекта навигации является метод интегрального считывания, дающий по сравнению с поэлементным сканированием выигрыш как в отношении сигнал/шум, так и в быстродействии адаптации облучения судоводителя лазерным пучком ЛНС.

Исследование влияния параметров кадра изображения ПИ ЛНС на точность оценки координат объекта навигации при стохастическом воздействии атмосферы на излучение ЛС показало, что оптимальный выбор параметров кадра эффективно подавляет проявление воздействий при автоматической проводке судна. Этот результат отражает преимущество по точности и устойчивости слежения инерционных ЛНС: дисперсия оценки координат уменьшается в $\tau_k / (\tau_k + \tau_n)$ раз. Рост систематической погрешности слежения, из-за инерционности ПИ, приводит к заданию установленных ограничений. Кратко изложены результаты исследования и других физических аспектов влияния земной атмосферы, её турбулентности и, частично, других мощных лучевых воздействий, заметно влияющих на погрешность определения координат объекта проводки с помощью ЛНС.

Литература

1. Савельев В.Г., Цупин А.А. Лазерные навигационные средства. М.: Обзорная информация ЦБНТИ Минречфлота, вып.9, 1981.-26 с.
2. Слободян С.М., Цупин А.А. Лазерные навигационные системы автономных транспортных средств// Зарубежная радиоэлектроника.- 1988.- №6. С. 13-20.
3. Цупин А.А., Цупин В.А., Шерстнев А.В. Расчет лазерной навигационной системы для движения судов по криволинейным фарватерам. Рукопись депонирована в ЦБНТИ МРФ, № 178-рф //ЭИ Речной транспорт.-1987-.№36 (1150). - 14с.
4. А.с. 1564922 СССР, МКИ В64F 1/18 Оптическая система ориентирования судов/ Гуреев Б.А., Громов Ю.Н., Савельев В.Г., Скребнев А.Н., Цупин А.А. Заявл.11.02.88. -8 с.
5. А.с. 1172374 СССР, МКИ G01S 3/72. Оптическая система наведения подвижного объекта / А.А. Большанин, В.А. Войтиков, С.М. Слободян, А.А. Цупин (СССР). Заявл. 26.03.84. – 16с.

СЕКЦИЯ
«РАДИОТЕХНИКА И
РАДИОСВЯЗЬ»

Секция «Радиотехника и радиосвязь»

БОРИСОВА Л.Ф. Модель информационной инфраструктуры мультимодальной транспортной системы.....	797
ГУРИН А.В. Оптимизация схемы запитки проводящей поверхности объекта, используемой в качестве антенны, в пакете Ansoft HFSS 10	801
ИГОНИЧКИНА Е.В. Исследование статистических свойств поточного шифра Rabbit	805
КОРОБКО А.Н. О проблемах модернизации устройств, генерирующих дым для копчения пищевых продуктов	809
МИЛКИН В.И. Инноватика Z-антенн.....	810
СУСЛОВ А.Н., ПЯТСИ А.Х. Исследование влияния поляризации радиотеплового излучения на эффективность радиометрического наблюдения земных объектов	813
ХОЛОДОВ Г.Г. ГЛОНАСС в системах динамического позиционирования	816
ЯРОВ В.Н. Применение пакета EWB 5.12 для моделирования электрических процессов во вторичных источниках электропитания РЭА.....	820

МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Борисова Л.Ф. (МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем, e-mail: lfborisova@mail.ru)

Abstract. In the work the model of constructing of the information infrastructure of the multimodal associative transport system has been proposed. The model allows increasing the safety of transportation traffic.

Аннотация. Предлагается модель построения информационной инфраструктуры мультимодальной ассоциативной транспортной системы, позволяющей повысить безопасность движения транспортных средств.

Европейский Союз является главным экономическим партнером России. Выработка формата сотрудничества, направленного на объединение существующих транспортных сетей Европы и Азии в общую интегрированную транспортную систему является сегодня центральной стратегической задачей в области транспорта.

Концепция развития европейского транспорта строится на интермодальном подходе. Тенденция развития интермодальных перевозок такова, что центры информационно-логистического обеспечения транспортных перемещений грузов в регионах, расположенных вблизи морских путей, размещаются в портовых зонах. Здесь создаются мультимодальные логистические комплексы, интеграторы грузовых перевозок. Порты сегодня являются существенным фактором в международных и внутренних транспортных цепочках.

Поскольку многие грузы, обрабатываемые в портах, не изготавливаются изначально в портах и не имеют порты конечным пунктом назначения, они нуждаются в хорошей инфраструктуре хинтерленда для дальнейшей транспортировки по железной дороге, шоссе или речным путям. Выработка единой политики управления разнородными видами транспорта, учитывающей их различную ведомственную принадлежность и различные формы собственности (государственный сектор, частная фирма), является актуальной задачей.

Особое значение указанная задача имеет для Мурманского транспортного узла. Принимая во внимание ограниченную пропускную способность Черноморских и Балтийских проливов, недостаточную развитость инфраструктуры портов Дальнего Востока, а также ужесточение политики ЕС в отношении норм и правил в области морского транспорта, Минтранс России видит Мурманский транспортный узел как один из приоритетных проектов стратегии развития транспорта Российской Федерации до 2010 года (1).

Необходимым условием успешного функционирования транспортных узлов и коридоров является организация информационной поддержки, которая должна обеспечить взаимодействие с клиентами и партнерами, а также расчет оптимального маршрута перевозки, контроль графика доставки, ведение расчетов со всеми участниками перевозки и выполнение других уставных логистических функций.

Эффективность решения сформулированных основных проблем в области транспорта определяется степенью развитости транспортных сетей (пропускной способностью), эффективностью процедур управления перевозками, совершенством информационной инфраструктуры. Важно направлять усилия на совершенствование методов регулирования транспортных потоков, способствующих достижению таких целей транспортной политики, как устойчивая транспортная система, эффективность

транспорта и снижение перегруженности дорог и воздействия транспорта на окружающую среду и т.д.

Информационная инфраструктура, основанная на использовании методов логистики и достижений современных информационных технологий, является ключевым элементом в решении проблемы обеспечения управления транспортными процессами (ТП). Релевантная информация о транспортных процессах для таких структур является фактором, обеспечивающим выработку оптимальной стратегии управления ТП.

В связи с ростом сложности ТП современная структура управления не обеспечивает функционирование единого информационного пространства. Получение и переработка оперативной, полной, достоверной информации о состоянии ТП затруднена из-за низкого уровня использования новых информационных технологий.

Существующие и разрабатываемые в настоящее время проекты и модели не в полной мере отражают развитие транспортных процессов и не позволяют с достаточной степенью адекватности представить и оценить процессы управления ТП с учетом таких особенностей, как огромное количество разнородных элементов и связей между ними, распределенность в пространстве и во времени, иерархически-сетевой принцип организации, влияние природных условий и др. Поиск новых подходов к решению проблем информационного обеспечения ТП и разработка эффективных методов выработки управляющих решений является задачей, решение которой позволит придать дополнительную динамику интеграционным процессам в транспортном секторе экономики.

Управление цепями поставок требует, чтобы разные компании обратились к некоторой форме координированных действий, выполняя их неизменным и логически последовательным путем. Практика независимой и автономной оптимизации каждой отдельной компанией или подразделением компании своих логистических решений не обеспечивает получения оптимального решения для всей цепи поставок. Чтобы справиться с этой проблемой, необходимо улучшить информационный поток через всю цепочку принятия решений. Оптимальное решение может быть достигнуто только лишь при наличии полной информации по каждому нужному аспекту в каждом ключевом пункте цепочки принятия решений. Такой ситуации можно достигнуть, когда все участники цепи имеют доступ к информационным потокам и приходят к согласию при совместном принятии решения.

Таким образом, актуальна проблема формирования из отдельных разнородных автономных транспортных сетей единой мультимодальной ассоциативной транспортной системы (МАТС). Система должна допускать возможность независимой работы отдельных компаний (отдельных, в общем случае разнородных, транспортных сетей) при создании собственных транспортных цепей и оптимальное их взаимодействие при совместном решении или при необходимости в транзитных перемещениях объектов перемещения из одной транспортной сети (локальной) в другую в пределах МАТС. Логическая структура такой системы представлена на рис. 1.

Вместе с бизнес-системой МАТС должна обеспечивать решение логистических задач в области транспорта и получение конечного продукта пользователя и прибыли.

В таком представлении под бизнес-системой понимается система отраслевых информационных ресурсов по обеспечению экономической эффективности и инновационной деятельности, она является источником деловой информации и поставщиком разнообразных услуг. Логическая сложность бизнес-системы определяется возможностями поддерживающей ее собственной информационной системы.

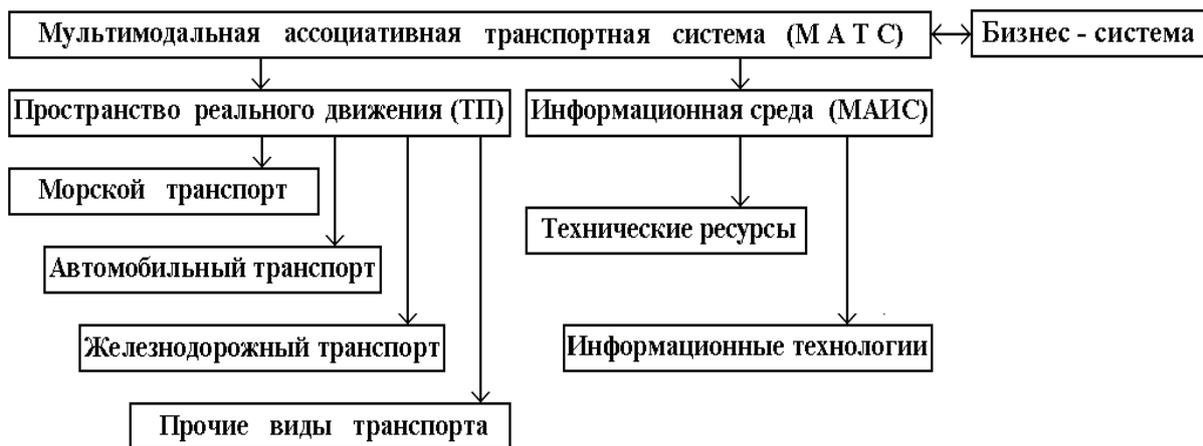


Рис. 1. Обобщенная логическая структура МАТС

В общем случае МАТС должна включать две составляющие:

- пространство реального движения объектов перемещения (транспортные процессы – ТП);
- информационное пространство (мультимодальная ассоциативная информационная среда – МАИС).

При этом МАИС обслуживает реальное движение разнородных объектов перемещения, создает его информационный образ и определяет предпосылки для новаций.

МАИС является основным системообразующим фактором. От того, насколько она наполнена и организована (структурирована), зависит единство, целостность и эффективность взаимодействия составляющих процесса транспортировки в МАТС.

МАИС можно рассматривать с точки зрения двух взаимосвязанных аспектов: технического (ресурсы) и информационного (технологии).

Технический аспект связан с техническими средствами реализации МАИС. Технические ресурсы МАИС должны включать технические средства обеспечения контроля и идентификации объектов перемещения, физические каналы передачи и средства реализации процедур информационного обмена между компонентами системы. Это могут быть стандартные средства связи, наблюдения и идентификации подвижных объектов, а также необходимое программного обеспечение.

Информационный аспект МАИС включает информационно-технологические принципы сбора, хранения и обработки первичной информации о движении подконтрольных объектов перемещения, а также выработки управляющих решений по их оптимальному перемещению.

Такое представление логической структуры МАТС позволяет разделить множество задач, возникающих при ее создании, на две группы и рассматривать их композиционно в единстве, но технологически независимо.

Центральное место в решении задач, возникающих при создании мультимодальных транспортных систем, занимают вопросы, связанные с информационно-графическим представлением и отображением структур произвольных разнородных транспортных сетей, позволяющим формализовать процедуры эффективного объединения этих сетей в некоторую единую МАТС, а также вопросы выработки оптимальных решений по управлению перемещением объектов перемещения в этой сети. Данная задача может рассматриваться, как топологическая. Решение данной проблемы возможно на основе использования свойств графов кодовых

пересечений (ГКП), позволяющих специальным образом кодировать узлы в транспортных сетях (2). В результате можно создать ассоциативное информационное (кодовое) пространство, единое для взаимодействующих разнородных транспортных сетей, в пределах которого возможно применение виртуальных бизнес-процедур по реализации управления перемещением объектов перемещения в МАТС (3).

Использование единого информационного (кодового) бизнес-пространства делает принципиально разрешимой проблему определения кратчайших путей в системе, состоящую в том, что путь при транзитной транспортировке объектов перемещения в системе, состоящей из нескольких транспортных сетей, определенный как сумма кратчайших путей в отдельных сетях, в общем случае не является кратчайшим. Использование свойств ГКП позволяет формализовать и оптимизировать процедуру определения кратчайших путей в единой составной транспортной сети. При этом определение путей в ГКП сводится к выполнению ряда вычислительных процедур над кодовыми комбинациями номеров вершин (4).

Использование формализованного представления топологий является удобной формой для компьютерной обработки и абсолютно незаменимой при решении сложных топологических задач, таких как создание мультимодальной ассоциативной транспортной системы.

Предложенная модель МАТС позволяет существенно снизить негативное влияние человеческого фактора на выработку и принятие управляющих решений по обеспечению перемещений подконтрольных объектов перемещений и повысить тем самым уровень безопасности движения транспортных средств.

Литература

1. Левитин И. Перспективы развития Мурманского транспортного узла. / И.Левитин // Министерство транспорта РФ от 14.10.05. Режим доступа <http://www.mintrans.ru/> - Заглавие с экрана.
2. Борисова, Л.Ф. Прикладные вопросы теории графов кодовых пересечений / Л.Ф. Борисова // Вестник МГТУ : Труды Мурманского гос. техн. ун-та. - Мурманск, 2006. - Т. 9, № 2. - С. 291-300.
3. Борисова, Л.Ф. Метод формирования информационного бизнес-пространства для мультимодальной транспортной системы / Л.Ф. Борисова // Матеріали III Міжнар. науково-практ. конф. «Науковий потенціал світу – ‘2006», 18 -20 вересня 2006, Том 6. – Економічні науки. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2006. – С. 3-7.
4. Борисова, Л.Ф. К вопросу организации движения судов на базе графов кодовых множеств / Л.Ф. Борисова // Электрооборудование и электроэнергетика : сб. науч. трудов / КГТУ. - Калининград, 2003. -

ОПТИМИЗАЦИЯ СХЕМЫ ЗАПИТКИ ПРОВОДЯЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ОБЪЕКТА, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В КАЧЕСТВЕ АНТЕННЫ, В ПАКЕТЕ ANSOFT HFSS 10

Гурин А.В. (МГТУ, каф. РутКС)

Abstract. The problem of matching the antenna on the conducting surface of an object with the source of electromagnetic waves is considered. We use method of digital simulation. The experiments are held in program Ansoft HFSS 10. The model of the antenna on the conducting surface of an object is created, its input impedance at the port's plane is measured, and the optimization of feeding scheme is made. In the result the antenna on the conducting surface of an object and wire antenna demonstrated comparable effectiveness.

Имеют место технические проблемы для излучения длинных волн с борта самолета, поэтому представляет интерес рассмотреть возможность излучения в длинноволновом диапазоне, используя проводящую поверхность летательного аппарата.

Теоретически исследованы лишь условия оптимального согласования для простейших излучателей. При решении задачи согласования источника с излучателем в виде проводящей поверхности объекта имеются трудности, так как теоретически решить задачу согласования излучателя в виде проводящей поверхности объекта и источника электромагнитных колебаний сложно.

В данной работе этапе предпринимается попытка приступить к поиску оптимального согласования методом имитационного моделирования с использованием системы электродинамического проектирования и моделирования Ansoft HFSS [3]. Исходными данными для расчета служит чертеж исследуемой конструкции. Результатом является определение электрического и магнитного поля внутри и вне заданной конструкции, расчет S - параметров. Используя эти результаты можно выполнить измерения, с помощью которых найти такую форму точки подключения питания к поверхности и параметры согласующего трансформатора, когда проводящая поверхность будет согласована с передатчиком летательного аппарата.

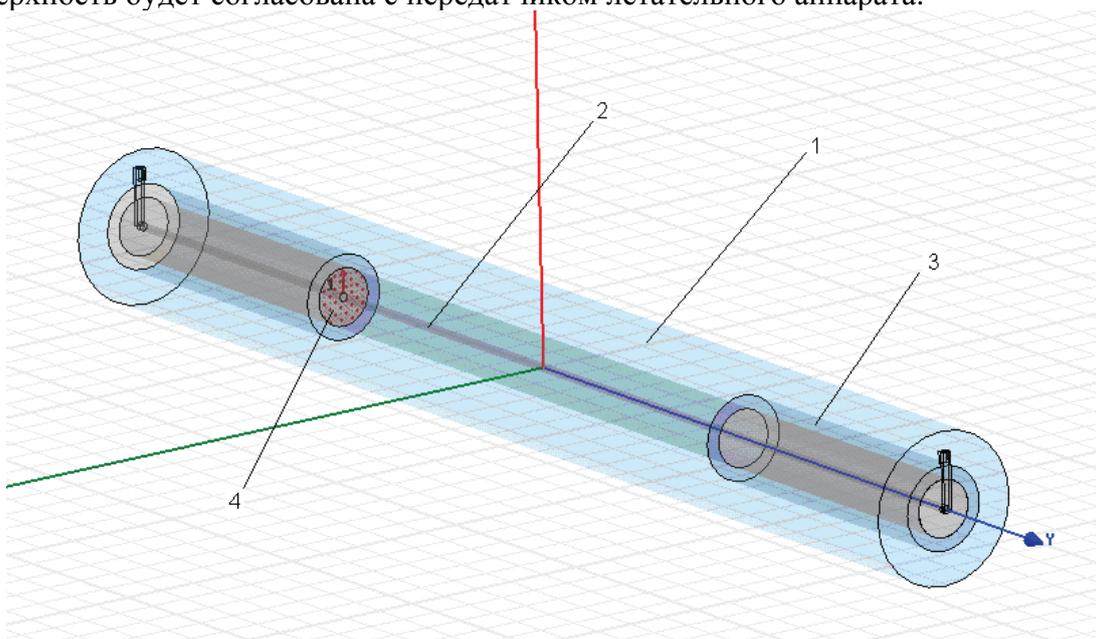


Рис. 1. Модель антенны на проводящей поверхности объекта.

Для исследования сложных задач, чтобы исследование занимало приемлемое время, требуется высокая мощность вычислительной техники. Поэтому была использована наиболее простая схема, которая позволяет выполнить исследования, представленная на рис. 1. Симметричное питание организовано по методике, изложенной в [2]. Проводящая поверхность летательного аппарата представлена в виде цилиндра, к основаниям которого с помощью отрезков коаксиальной линии подключен источник электромагнитных колебаний. При этом длина цилиндра не кратна четверти длины излучаемой волны.

Рассмотрим теперь точку подключения питания к поверхности. Чертеж дан на рис. 2

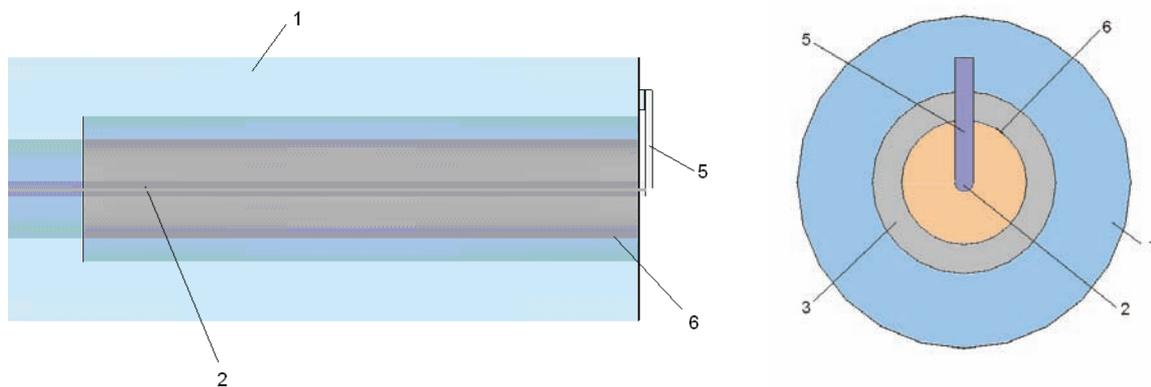


Рис 2. Точка подведения энергии к проводящей поверхности.

Как видно из рис. 2 центральный проводник коаксиальной линии 2, подключается к проводящей поверхности 1 через перемычку 5. Четвертьволновый стакан исключает замыкание центрального проводника на оболочку кабеля и затекание токов внутрь объекта. Однако, между перемычкой 5 и оплеткой коаксиального кабеля 6 расстояние невелико, что приводит к образованию максимума напряженности электрического поля в этом месте. Этот промежуток можно рассматривать как емкость, замыкающую оболочку коаксиальной линии на центральный проводник. Это приводит к увеличению действующей длины запирающего стакана. Поэтому эта длина требует оптимизации.

Результаты моделирования и оптимизации представлены на рис. 4 - 5. На рис. 4 показана трехмерная диаграмма направленности антенны на проводящей поверхности объекта.

На рис. 5 представлен параметр Z_{11} - входное сопротивление модели антенны на проводящей поверхности объекта в сечении 4, нанесенный на диаграмму Вольперта-Смита.

Из полученных данных следует, что в используемой схеме подключения на эффективность излучения антенны на проводящей поверхности объекта сказывается рассогласование активного сопротивления и отсутствие компенсации реактивности. Поэтому для согласования важно не только согласовать активную составляющую входного сопротивления поверхности с выходным сопротивлением генератора, но и скомпенсировать реактивность. В сечении источника входное сопротивление имеет порядок единиц Ом, но в точке подключения линии к поверхности оно порядка тысячи Ом, так как поверхность и сечение источника электромагнитных волн связывают четвертьволновые отрезки коаксиальной линии.

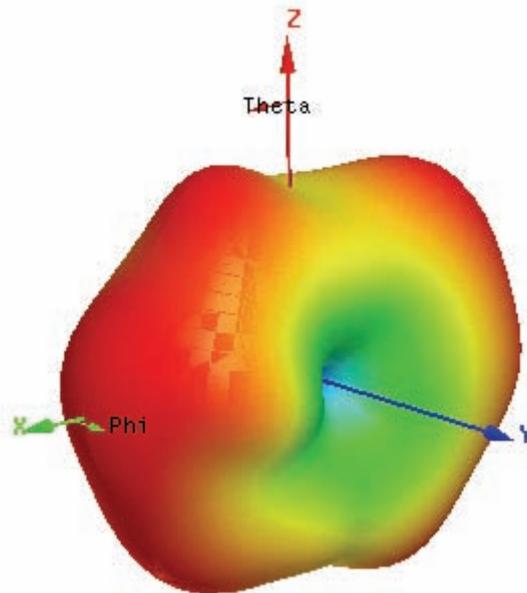


Рис. 4. Трехмерная диаграмма направленности модели антенны на проводящей поверхности объекта.

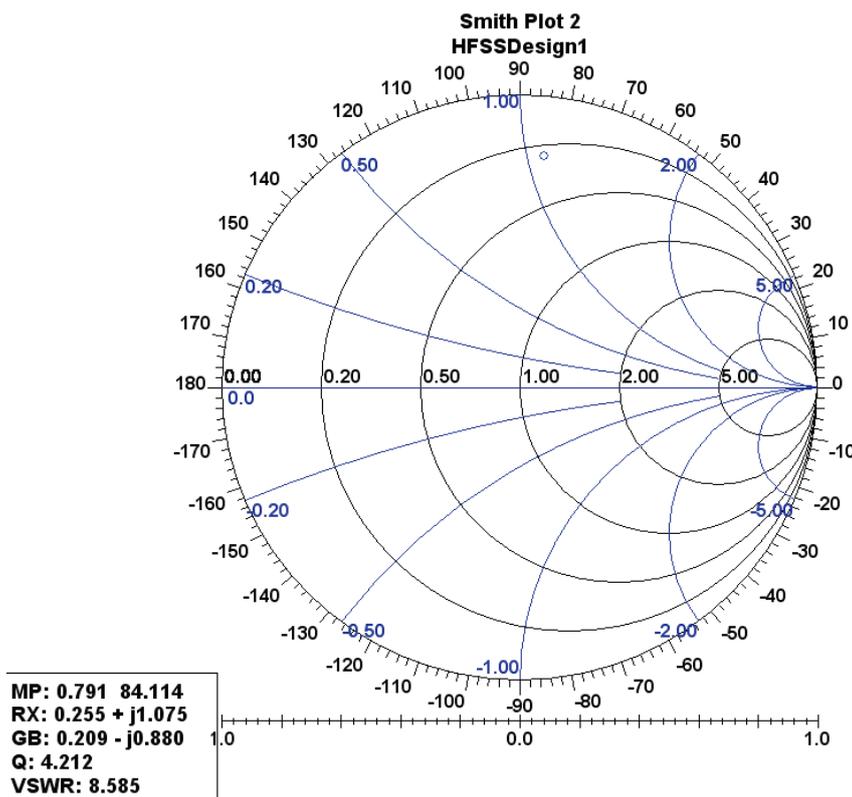


Рис. 5. Входное сопротивление модели антенны в сечении источника 4.

Диаграмма направленности антенны на проводящей поверхности объекта искажена в сравнении с диаграммой направленности проволочной антенны, представленной на рис. 6. Это связано с несимметричностью расположения перемычек 5 относительно оси цилиндра проводящей поверхности, следствием чего явилось неравномерное растекание поверхностного тока по образующим цилиндра.

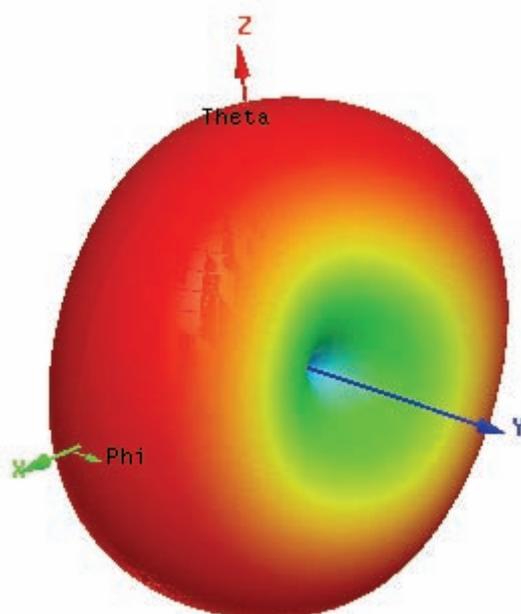


Рис.6. Трехмерная диаграмма направленности модели проволочной антенны.

Эффективность излучения антенны на проводящей поверхности объекта несколько хуже, чем у проволочной антенны с таким же соотношением длины волны к геометрическому размеру. Но результаты позволяют предложить способы улучшения согласования, однако, их реализация связана с усложнением задания на моделирование, что требует больше машинных ресурсов.

Литература

1. Патент РФ RU 2042237 Автор: Пятси А.Х. С1 6Н01О1/28 Невыступающая антенна на проводящей поверхности корпуса объекта.
2. Гурин А. В. Исследование схемы подключения несимметричного фидера к симметричному излучателю в пакете Ansoft HFSS // Тезисы докладов всероссийской научно- технической конф. «Наука и образование - 2007». - [Электронный ресурс] Мурманск, МГТУ 2007. НТЦ «Информрегистр» 0320700491 от 05.03.07
3. 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.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОТОЧНОГО ШИФРА RABBIT

Игоничкина Е.В. (г. Томск, ТУСУР, кафедра "Радиотехнических систем", e-mail: iev109@mail.ru)

Abstract. Methods of statistical analysis of quality of stream cipher keystream are considered in the paper. Strategy of the analysis of keystream generators by a Statistical Test Suite NIST is described. The keystream of stream cipher Rabbit by means of STS NIST is analysed.

В системах связи, используемых для обмена информацией со спутниками, а также объектами, расположенными на земле, в некоторых случаях возникает необходимость в оперативной передаче больших объемов информации, например, снимков поверхности земли. При этом часто имеет значение степень защищенности и скорость передачи данных.

Для защиты передаваемых данных от несанкционированного доступа используется шифрование. Различают два основных способа шифрования: блочные и поточные шифры. Блочные шифры обрабатывают данные блоками, а поточные каждый знак шифруют отдельно без задержек в криптосистеме. Важнейшим достоинством поточных шифров является высокая скорость преобразования, соизмеримая со скоростью поступления информации. Поэтому в таких областях, где требуется шифрование передаваемых данных в реальном масштабе времени, например, в спутниковых системах, следует использовать именно высокоскоростные надежные поточные шифры.

Шифрование поточными шифрами основано на использовании последовательности, называемой ключевым потоком или гаммой. Для реализации такого шифра используют генератор гаммы или генератор псевдослучайной последовательности (ГПСП), который разворачивает короткий секретный ключ в длинную ключевую последовательность. Начальное состояние генератора гаммы определяется секретным ключом (1).

Качественный ГПСП, ориентированный на использование в системах поточного шифрования, должен быть криптографически стойким и обладать хорошими статистическими свойствами. Такой генератор должен быть непредсказуем вправо, т.е. у криптоаналитика не должно быть возможности предсказать следующий бит последовательности на основании известных предыдущих. Также он должен быть непредсказуем влево, т.е. у криптоаналитика не должно быть возможности на основе анализа фрагмента последовательности определить начальное заполнение генератора. Другими словами генератор гаммы должен производить псевдослучайную последовательность неотличимую от истинно случайной.

Для анализа ГПСП используют множество различных тестов, например набор статистических тестов национального института стандартов и технологий (НИСТ) содержит 16 тестов. Эти тесты сосредоточены на множестве различных типов неслучайности, которые могут существовать в тестируемой последовательности. Основным принципом тестирования является проверка нулевой гипотезы H_0 : тестируемая последовательность случайна. Альтернативной гипотезой H_a является гипотеза о том, что последовательность неслучайна. По результатам каждого теста нулевая гипотеза либо принимается, либо отвергается.

Для анализа прохождения псевдослучайными последовательностями статистического теста используются различные подходы, например, такие как критерий

по пороговому уровню, доверительные интервалы и критерий с использованием значения вероятности (2). В статистическом наборе тестов НИСТ используется третий подход. Этот подход заключается в вычислении для последовательности s тестовой статистики $c(s)$ и соответствующего ей значения вероятности (P -value). Правило принятия решения в данном случае формулируется следующим образом: для фиксированного уровня значимости α двоичная последовательность s не проходит статистический тест, если P -value $< \alpha$.

На практике существует много различных стратегий, используемых для статистического анализа генераторов ПСП. В руководстве НИСТ предлагается следующая стратегия:

1. Выбирается генератор, который будет тестироваться. Генератор должен производить двоичную последовательность нулей и единиц длиной n .

2. Для выбранного на предыдущем шаге генератора конструируется набор, состоящий из m двоичных последовательностей каждая длиной n бит.

3. Выполняется набор статистических тестов. Каждый статистический тест оценивает каждую n -битную последовательность и вырабатывает одно или более значений P -value. На основе этих значений P -value может быть сделано заключение, касающееся качества тестируемой последовательности.

4. Для каждого статистического теста производится набор значений P -value, соответствующий набору из m последовательностей. Для фиксированного уровня значимости ожидается, что определенный процент значений P -value будет указывать на то, что последовательность не проходит тестирование. Например, для уровня значимости $\alpha = 0,01$ ожидается, что около 1% последовательностей провалит тестирование. Последовательности проходят статистические тесты всякий раз, когда P -value $\geq \alpha$, и не проходят во всех остальных случаях.

В руководстве НИСТ (3) предлагается два способа интерпретации результатов:

1. Изучение доли последовательностей, прошедших каждый статистический тест.

Сначала определяется доля последовательностей, проходящих конкретный тест, т.е. те для которых P -value $\geq \alpha$. Диапазон приемлемых значений этой доли определяется с использованием доверительного интервала, границы которого определяются как

$$p_{\max(\min)} = (1 - \alpha) \pm 3 \cdot \sqrt{\frac{\alpha \cdot (1 - \alpha)}{m}}.$$

Если доля выходит за пределы этого интервала, то тестируемые данные считаются неслучайными.

2. Анализируется число появлений значений P -value.

Полученные значения P -value должны подчиняться равномерному закону распределения. Для проверки этого предположения для каждого статистического теста подсчитывается число попаданий F_i значений P -value в каждый из 10 равных подинтервалов, на которые разбивается интервал $[0,1]$. Подсчитанные значения F_i могут быть наглядно представлены в графическом виде с помощью гистограммы.

Однородность распределения значений P -value также может быть определена через применение теста χ^2 . Для этого вычисляется статистика

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{10} \frac{\left(F_i - \frac{m}{10}\right)^2}{\frac{m}{10}}.$$

Затем для вычисленной статистики χ^2 вычисляется значение вероятности P -value_T:

$$P - value_T = igamc\left(\frac{9}{2}, \frac{\chi^2}{2}\right).$$

Если вычисленное значение $P - value_T \geq 0,0001$, то можно считать, что последовательности распределены равномерно.

Таким образом, считается, что генератор успешно прошел тестирование, если доля последовательностей, прошедших каждый из тестов, лежит в интервале $[p_{\min}; p_{\max}]$, и для каждого из тестов $P - value_T \geq 0,0001$.

Набор статистических тестов НИСТ был использован для тестирования поточного шифра Rabbit. Rabbit является одним из участников конкурса eStream, проводимого европейским сообществом ECRYPT, по поиску быстрого и надежного поточного шифра (4).

Rabbit – синхронный поточный шифр. В качестве входных данных Rabbit использует 128-битовый секретный ключ и, если необходимо, 64-битовый вектор инициализации IV. За одну итерацию Rabbit генерирует блок, состоящий из 128 псевдослучайных бит. Шифрование/расшифрование производится путем сложения по модулю 2 (XOR) сгенерированной псевдослучайной последовательности с открытым/зашифрованным текстом.

Для тестирования было подготовлено $m = 100$ последовательностей по $n = 10^6$ бит каждая. Все последовательности были сгенерированы с помощью алгоритма поточного шифрования Rabbit с использованием различных 128-битовых ключей и 64-битовых векторов инициализации. В качестве уровня значимости было выбрано значение $\alpha = 0,01$.

Для выбранных параметров m и α были рассчитаны значения границ доверительного интервала: $[96,02; 101,99]$. Соответственно для каждого теста более 96% всех значений $P - value$ должно быть $P - value \geq \alpha$. Например, частотный тест не проходит одна последовательность из 100, следовательно, доля последовательностей, для которых $P - value \geq \alpha$ равна 99%, что превышает нижнюю границу доверительного интервала 96,02%.

Статистические тесты из набора НИСТ генерируют различное количество значений $P - value$, так, например, частотный тест генерирует одно значение $P - value$ для каждой последовательности длиной n бит, а тест серий по два значения $P - value$ для каждой такой последовательности. В итоге для всех 16 тестов генерируется 188 значений. Для всех тестов была подсчитана доля последовательностей, проходящих каждый из тестов. Результаты приведены на рисунке 1.

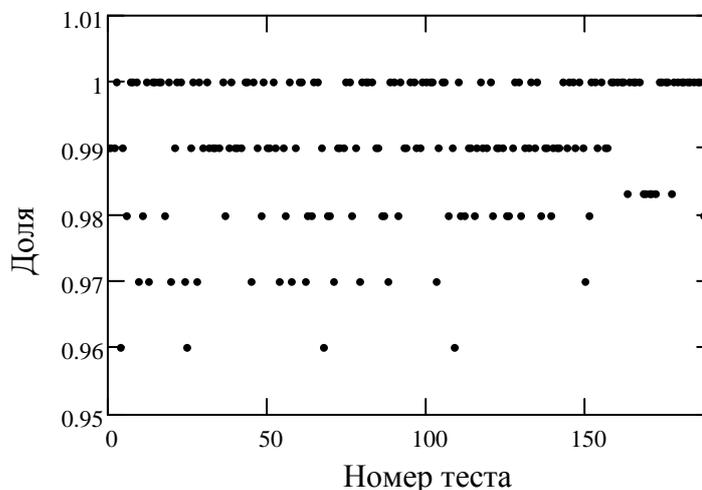


Рисунок 1. Доля последовательностей, прошедших каждый статистический тест

Из рисунка 1 видно, что всего 4 значения P -value не попадает в доверительный интервал [96,02; 101,99]. Это достаточно хороший результат, что говорит о неплохих статистических свойствах поточного шифра Rabbit.

Проанализируем число появлений значений P -value на примере частотного теста. Для данного теста было подсчитано число попаданий F_i значений P -value в каждый из 10 равных подинтервалов, на которые разбивается интервал [0,1]. Подсчитанные значения F_i удобно представить в виде гистограммы (рисунок 2).

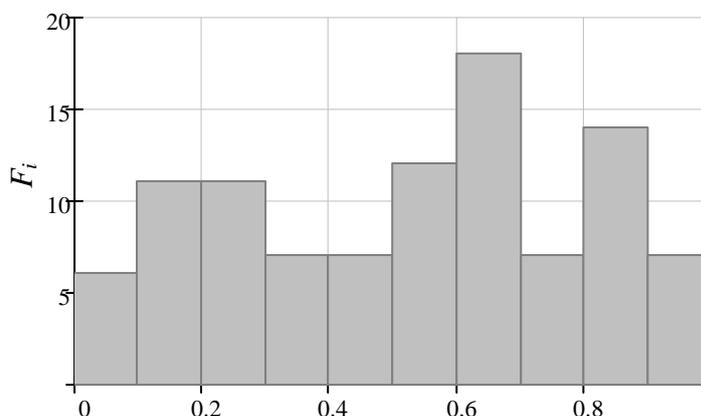


Рисунок 2. Гистограмма значений P -value для частотного теста

Подсчитанным значениям F_i соответствует статистика $\chi^2 = 13,8$ и значение вероятности P -value_T = 0,13. Полученное значение P -value_T > 0,0001, следовательно, последовательности, сгенерированные с помощью алгоритма поточного шифрования Rabbit могут считаться равномерно распределенными.

Таким образом, полученные значения долей и P -value_T свидетельствуют о неплохих статистических свойствах поточного шифра Rabbit.

В качестве заключения отметим, что набор статистических тестов НИСТ не является единственным. Кроме него существуют, например, такие наборы как Diehard и Срут-Х, в состав которых входят различные тесты, в том числе и повторяющие тесты из набора НИСТ. Вследствие существования множества наборов статистических тестов, ни один из них не может считаться полным.

Статистические тесты могут рассматриваться как первый шаг в исследовании качества поточных шифров. Хорошие статистические свойства являются необходимым, но недостаточным условием для утверждения о надежности поточного шифра. Статистическое тестирование не может служить заменой криптоанализа.

Литература

1. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. – М.: ТРИУМФ, 2002 – 816 с.
2. J. Soto Statistical Testing of Random Number Generators // <http://csrc.nist.gov/rng/niss-paper.pdf>
3. A Statistical Test Suite for the Validation of Random Number Generators and Pseudo Random Number Generators for Cryptographic Applications. NIST Special Publication 800-22. May 15, 2001
4. The home page for eSTREAM // <http://www.ecrypt.eu.org/stream/>

О ПРОБЛЕМАХ МОДЕРНИЗАЦИИ УСТРОЙСТВ, ГЕНЕРИРУЮЩИХ ДЫМ ДЛЯ КОПЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Коробко А.Н. (МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем, e-mail: lfborisova@mail.ru)

Abstract. The process of upgrading the electrical circuit of the smoke tender unit is under consideration in the paper.

Аннотация. В настоящей работе предлагается модернизировать электрическую часть дымогенератора с целью повышения его надежности и безопасности.

Для получения коптильной жидкости используется дымогенератор, в котором под действием температуры происходит сгорание опилок с обильным выделением дыма. В качестве высокотемпературного нагревателя лампы КГМ по 1000 Вт каждая. Таким образом дымогенератор представляет собой металлический ящик, в котором от тепла горящих галогенных ламп происходит горение опилок и активное дымовыделение. Далее дым смешивается с водой и получается коптильная жидкость. Основная проблема в работе дымогенератора – ненадежная работа электрооборудования (провода, лампы, держатели для ламп, схема управления ламп).

Целью работы является повышение надежности электрооборудования. Для этого предлагается изменить схему питания галогенных ламп с однофазной на трехфазную. В настоящее время, дымогенератор питается от однофазной сети 220 В x 50 Гц по схеме №1.

1. Для того чтобы снизить токовые нагрузки на провода и равномерно перераспределить нагрузку используем трехфазную сеть 380 В + 0 и включаем лампу по схеме №2. Каждая группа из трех ламп подключается к трехфазной сети. На рисунке схематично обозначена одна группа ламп, всего таких три. Предусматривается возможность переключения разных групп.

2. С целью уменьшения нагрева контактов предлагаю использовать самодельные держатели на фарфоровом основании.

3. Заменить монтаж питающих проводов, используя фарфоровые изоляторы.

4. В числе не решенных задач остается вопрос управления подачи питания на лампы, терморегуляции и контроля влажности дыма, которые будут решаться на последующих этапах модернизации дымогенератора.

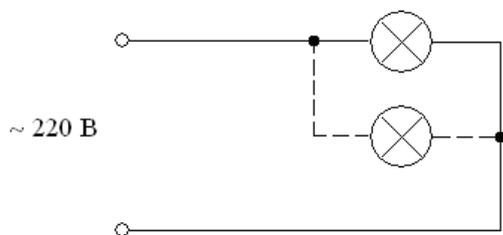


Схема № 1

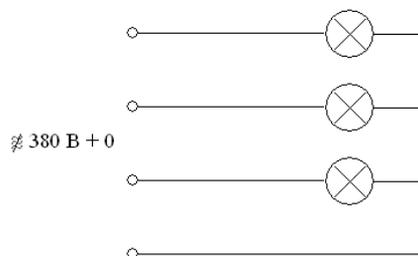


Схема № 2

ИННОВАТИКА Z-АНТЕНН

Милкин В.И. (МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем)

Abstract. The direction of the new qualitative characteristics of antenna systems on the basis of Z-members is offered to consideration. Alongside with attempts of implementations of new technical solutions, founded on transformation of original designs of zigzag antennas, the researches of construction of antenna systems with reference to current problems is excreted. The applied solutions ultrabroadband or achromatic antennas, omnidirectional or quasi-isotropic with linear polarization and specialized antenna arrays are considered.

Предлагается к рассмотрению направление по синтезу новых качественных характеристик антенных систем на базе Z-элементов. Наряду с попытками реализации новых технических решений, основанных на трансформации изначальных конструкций зигзагообразных антенн, выделяется изыскание путей построения антенных систем применительно к стоящим проблемам. Рассматриваются прикладные решения сверхширокополосных или частотонезависимых антенн, всенаправленных или квазиизотропных с линейной поляризацией и специализированных антенных решеток.

Антенна - одна из наиболее ответственных частей как приемных, так и передающих систем и предмет извечного творчества, как в области теоретических исследований, так и прикладных разработок. Несмотря на то, что антенная техника, считается, достигла уровня зрелости, возможности улучшения параметров антенных элементов и характеристик антенных систем не исчерпаны. [1]

Подтверждением возможностей развития направления зигзагообразных антенн могут служить примеры технических решений, разрешающие некоторые проблемы практики использования антенной техники на высоком общетехническом уровне с предпосылками широкого применения.

Зигзагообразная антенна была разработана в СССР в 1960 году российским изобретателем К.П. Харченко. Она сама собой уже уникальна из-за того, что по конструкции как моноантенна является своеобразием синфазной решетки из 8 активных вибраторов при одной паре точек питания, в отличие от классических вибраторных решеток у которых число пар точек питания равно числу активных вибраторов, входящих в такую синфазную решетку. Это нестандартное безизоляционное техническое решение обеспечило Z-антеннам кроме явно прогнозируемого увеличения коэффициента усиления еще и расширение полосы рабочих частот, неизменную осевую направленность и все это при органическом симметрировании и согласовании антенной решетки с типовыми коаксиальными кабелями. Как классическая зигзагообразная антенна, так и практически одновременно предложенные ее модификации: неполная Z-антенна, двойная треугольная антенна и другие, представляющие собой плоские синфазные решетки явились альтернативной всемирно известным многовибраторным антеннам Уда-Яги. [2] Несмотря на более оптимальные эксплуатационные характеристики и более высокие электрические параметры Z-антенн относительно антенн Уда-Яги, из-за информационной и предметной насыщенности потребителей последними, к моменту появления Z-антенн, российские зигзагообразные антенны не нашли достойного промышленного внедрения, как японские.

Однако, прежде всего самим изобретателем, в ходе всеобщего процесса развития, как и другие типы антенн, Z-антенны совершенствуются, но, как видится, по первоначально предложенным автором схемам, когда полотно вибраторов размещено в одной или параллельных плоскостях, при классическом подключении питания.

Поэтому технические результаты последующих модификаций зигзагообразных антенн практически не имеют больших различий. Одна из последних разработок автора, антенна с увеличенной апертурой при перекрещивающихся проводниках с подключением дополнительных ромбообразных секций, выгодно отличается в ряду аналогов. [3] Техническая возможность наращивания дополнительных секций в системе плоской фазированной решетки без увеличения количества точек питания Z-антенны позволяет не только сужать диаграмму направленности, но и обеспечивать расширение полосы рабочих частот.

В свою очередь заслуживают внимания новые технических решения реализации зигзагообразных антенн как при модернизации полотен Z-антенн, так и при подключении антенной решетки, особенно при комбинированном использовании.

Увеличение апертуры антенны, а значит коэффициента усиления, может быть произведено не только за счет наращивания количества секций, но и путем увеличения площади самих секций. В целях повышения эффективности работы радиопередающих устройств ОАО «МАРТ» для мощных телепередатчиков разработаны излучатели на базе зигзагопериодических антенн - раздвинутых классических ромбообразных секций зигзагообразных антенн. [4] Они обеспечивают двукратное перекрытие по частоте и увеличенную вмещающую мощность.

Однако, наряду с возможностью раздвижки секций полнота Z-антенн не исключается и возможность их сжатия. Действительно, при сжатии двойной треугольной антенны, в плоскости размещения полотна реализуется изотропная диаграмма направленности в вертикальной плоскости. Уменьшение апертуры антенны хоть и снижает коэффициент усиления данного технического решения Z-антенны, но форма вертикальной диаграммы направленности обеспечивает перспективу использования такой антенны, без потери широкополосности ее прототипа, например, при работе с летательными аппаратами.

Кроме этого если из оснований секций классической двойной треугольной антенны перпендикулярно полотну антенны в обе стороны от последнего дополнительно разместить элементы в виде треугольных секций основного зигзагообразного полотна, то полученное техническое решение, широкополосная зигзагообразная антенна. [5] , будет обладать косинусоидальной диаграммой направленности в горизонтальной плоскости. Таким образом у усовершенствованной Z-антенны - электрического вибратора будет диаграмма направленности магнитной антенны, что обеспечивает перспективу ее использования в радиопеленговании на более высоких частотах, где рамочные антенны не могут эффективно применяться.

Дополнительно к этому, в зигзагообразных антеннах возможна корректура коэффициента усиления в рабочей полосе частот и его увеличение с расширением диапазона использования в область более высоких частот путем конструктивного изменения питания антенны при шунтовом включении. Комбинированная псевдошунтовая зигзагообразная антенна, может быть использована как в качестве приемной, так и передающей антенны в системах радиосвязи и телевидения при симметричном, относительно точек нулевого потенциала секций полотна Z-антенны, шунтовом подключении. Место точек подключения рассчитывается идентично включениям шунта в классических вибраторных антеннах. Вновь образованные узлы шунтового питания соединяются внутренней двухпроводной линией с клеммами питания, расположенными симметрично в центре антенны. Данное техническое решение расширяет спектр конструкций активных вибраторов и может использоваться как самостоятельно, так и составной частью вновь разрабатываемых антенных систем.

Таким образом, только модернизацией самого полотна и секции Z-антенн можно корректировать электрические характеристики в зависимости от предназначения разрабатываемых антенных систем.

Литература

1. Проблемы антенной техники / Под. ред. Л.Д. Бахраха, Д.И. Воскресенского - М., Радио и связь, 1989.
2. Харченко К.П., УКВ антенны, М. ДОСААФ, 1969.
3. Патент RU 2199804 С 2 от 27.02.2003.
4. Broadcasting. Телевидение и радио вещание № 6 2007, ООО «Гротек».
5. Решение о выдаче патента на изобретение по заявке № 2007106667/09 от 21.02.2007.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ РАДИОТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАДИОМЕТРИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ

Суслов А.Н., Пятси А.Х. (МГТУ, кафедра радиотехники и радиотелекоммуникационных систем, e-mail: mtafpk@mstu.edu.ru)

Abstract. In the report is considered the mechanism of thermal radiation generating of terrestrial objects, influence of polarization of a thermal signal on size of accepted radiation is analyzed, influence of an atmosphere on efficiency of radiometers is appreciated.

В процессе радиотеплолокационного наблюдения различных земных объектов необходимо решать две важные задачи: обнаружение теплового радиоизлучения источника и оценка его параметров. Для получения высококачественных результатов желательно, чтобы наблюдаемый радиояркий температурный контраст между различными объектами был по возможности максимальным. При этом излучательная способность целей зависит как от свойств материала, так и от угла скольжения и поляризации принимаемого радиотеплового излучения.

Целью данной работы является сравнение излучательной способности различных земных объектов в зависимости от вида поляризации формируемого ими теплового радиоизлучения при различных углах скольжения.

Опытные исследования показывают, что даже при отсутствии какой – либо разности тепловых температур различных источников, наблюдаемая разность яркостей может быть значительной. Термодинамическая температура большинства земных объектов примерно одинакова (около 300 К), и интенсивность радиотепловых сигналов определяется главным образом излучательной способностью тел. При этом тело тем сильнее излучает, чем меньше оно отражает. Зависимость излучательной способности зеркально отражающей поверхности имеет вид, представленный на рис.1.

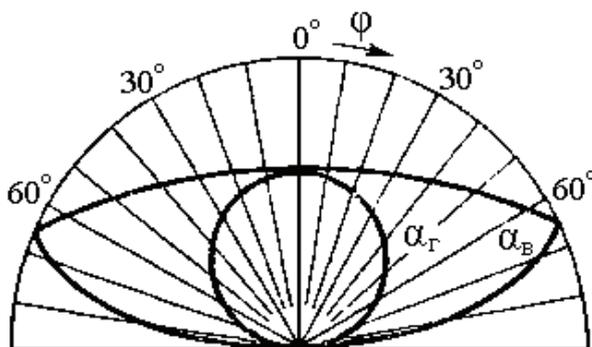


Рис.1. Излучательная способность зеркально отражающей поверхности для горизонтальной и вертикальной поляризации.

Эта зависимость показывает, что когда неполяризованное и ненаправленное радиотепловое колебание проходит через границу среды, в которой оно возникает, разные его составляющие ослабляются по-разному, т.е колебание становится частично поляризованным. При этом заметно, что для сигналов с вертикальной поляризацией излучательная способность объектов существенно выше, чем для горизонтально поляризованного теплового сигнала практически для очень широкого диапазона углов скольжения (в пределах $15^\circ - 85^\circ$). Например, на рис.2 показана зависимость шумовой температуры антенны при приёме теплового радиоизлучения песчаной почвы. Из рисунка видно, что в диапазоне углов скольжения $0^\circ - 40^\circ$ температура антенны с вертикальной поляризацией более чем на 30% превышает шумовую температуру

антенны с горизонтальной поляризацией. При этом при малых углах скольжения эта разница существенно увеличивается.

Наблюдаемый радиояркостный температурный контраст двух различных объектов также зависит от вида поляризации принимаемого теплового радиоизлучения. Для примера на рис.3 представлена зависимость яркостного контраста бетонированной поверхности с различной температурой от угла скольжения. Из представленных на рисунке графиков следует, что наблюдаемый температурный контраст объектов при использовании антенн с вертикальной поляризацией уменьшается по сравнению с горизонтально поляризованным излучением на малых углах скольжения, но при этом составляет значительную величину (более 1°K), что является достаточным для обнаружения и измерения параметров подавляющего числа земных объектов.

Следует также отметить, что при использовании антенн с вертикальной поляризацией, становится возможной возможность прижать ближе к земной поверхности их диаграмму направленности, что увеличивает угол скольжения антенного луча при наблюдении объектов, расположенных на небольшой высоте над уровнем земли (морской поверхности).

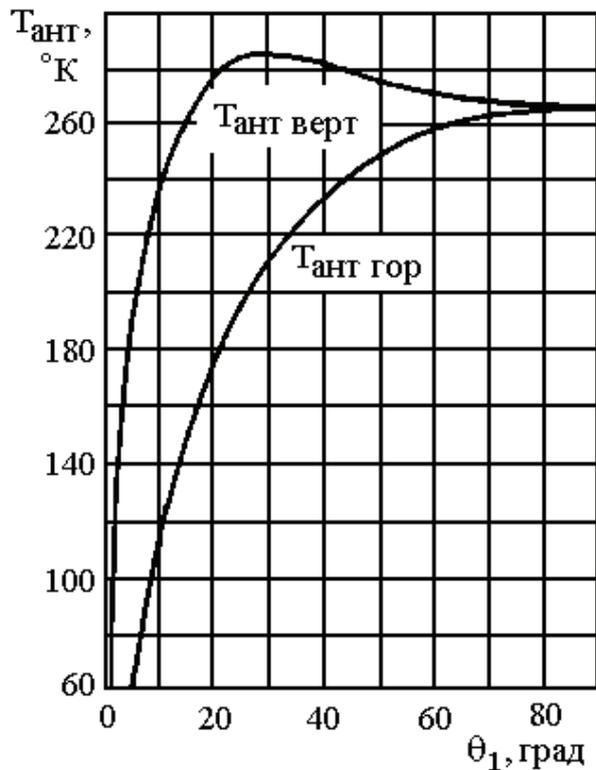


Рис.2. Зависимость яркостной температуры песчаной почвы от угла скольжения θ_1 на частоте $f = 2,3$ ГГц при $\epsilon_2 = 3$ и $T_2 = 287$ К

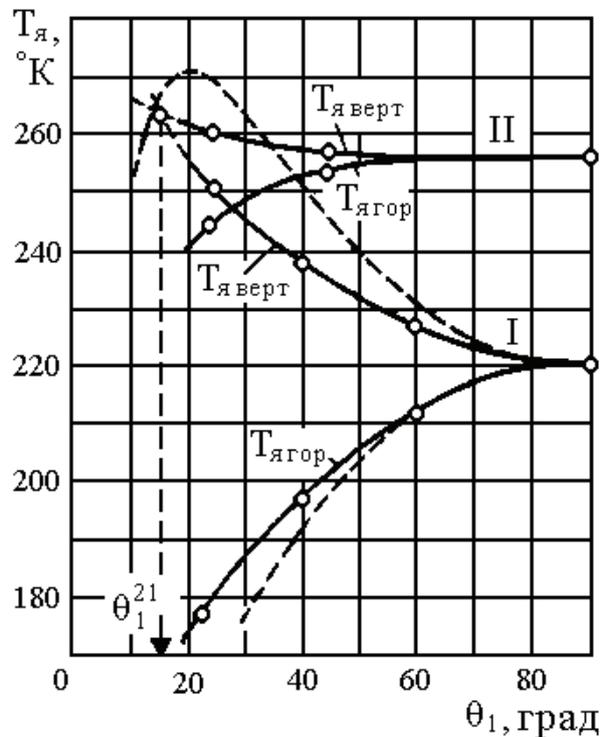


Рис.3. Экспериментальная зависимость яркостной температуры бетонированной поверхности от угла скольжения θ_1 при $f = 10$ ГГц:

- I – бетонированная поверхность, свободная от снега;
- II – бетонированная поверхность под слоем промёрзшего снега толщиной 2...3 см.

Выводы:

- 1) интенсивность теплового радиоизлучения земных объектов для сигналов с вертикальной поляризацией в большинстве случаев выше, чем для сигналов с горизонтальной поляризацией;

- 2) радиояркий контраст между различными объектами зависит от поляризации принимаемого теплового радиоизлучения и в случае горизонтальной поляризации оказывается выше чем для вертикальной поляризации при малых углах скольжения;
- 3) при использовании антенн с вертикальной поляризацией можно сформировать диаграмму направленности прижатую к земной или водной поверхности, увеличив тем самым угол скольжения антенного луча при наблюдении низко расположенных объектов по сравнению с антеннами горизонтальной поляризации.

ГЛОНАСС В СИСТЕМАХ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Холодов Г.Г. (МГТУ, кафедра РТКС, e-mail: hgg54@mail.ru)

Abstract. A Dynamic Positioning System controls a vessel's position and heading automatically. The active control of thrusters and propellers counteracts environmental forces and prevents deviation from a specified point. The position holding accuracy obtainable in rough weather is typically 3-5 metres, dependent upon such factors as vessel construction, installed power, position reference systems and control system used. Dynamic Positioning can be employed on all craft from small supply vessels to super-tankers and semi-submersibles.

Интенсификация промышленной добычи углеродосодержащего сырья в Мировом океане за прошедшие несколько десятилетий послужила причиной существенного снижения запасов нефти и газоконденсата, и обусловило необходимость в соответствующем регулировании уровня добычи сырья как на национальном, так и международном уровне. Рациональное изъятие углеродосодержащего сырья в районах со спорным правовым режимом разведки и добычи нефти и газа не должна осуществляться с нарушениями требований, используемых в культурах соответствия и управления и закрепленных в текстах Международных морских конвенций и двухсторонних межправительственных соглашений.

Анализ деятельности служб систем динамического позиционирования (СДП) буровых и специализированных судов показывает, что снижение аварийности позиционирования судна в режиме ДП – это в первую очередь учет особенностей (риска) взаимодействия человеческого фактора с организационно-технической компонентой системы управления состоянием безопасной эксплуатации бурового или специализированного судна оснащенных системой ДП и выделение адекватного ресурса, который направляется на минимизацию вероятности появления эксплуатационных рисков и рисков позиционирования при бурении.

Объектом исследования является система управления безопасной эксплуатацией буровых и разведочных компаний, отвечающая требованиям девятой главы Международной Конвенции СОЛОС-74 и кодекса к ней, тексту Международной Конвенции ПДНВ-74/95 и кодекса к ней, национальным требованиям, разведочные и буровые суда которой осуществляют рациональное изъятие энергетических ресурсов особенно со спорным правовым режимом природных месторождений.

Приоритетными при освоении месторождений Арктики будут являться суда и платформы осуществляющие удержание (позицию) без применения якорей, оснащенные системами динамического позиционирования, удерживающими суда в заданной точке при помощи подруливающих устройств. (Буровые платформы с якорным позиционированием типа ШЕЛЬФ и СПБУ типа МУРМАНСКАЯ, КОЛЬСКАЯ не оправдали себя при работе в Арктических широтах). Этим судам и платформам предстоит работать в специфических условиях арктического района, что диктует высокий уровень требований к характеристикам судна и одновременно накладывает жесткое ограничение на его осадку, так как от судна требуется вести работы как в районах больших глубин (Штокманское ГКМ, глубины порядка 240 м), р-н о. Колгуев (глубины порядка 3-5 м). А отсюда и жесткие требования на применения систем ориентации динамического позиционирования. Эти системы ориентации хорошо работают в обычных климатических условиях. Но работа в Арктическом районе предъявляет жесткие требования к системам ориентации, что делает невозможным использовать большинства из них. Безопасность и точность

позиционирования будет обеспечена в том случае, если есть достаточная избыточность информации от систем ориентации. Перспективной является использование отечественной системы СНС ГЛОНАСС ориентации из существующих, но менее надёжных. А канал передачи данных между системой ориентации ГЛОНАСС-ДП бурового судна представляет интерес в изучении т.к. от него зависит обеспечение надёжной передачи достоверной информации, а как следствие надёжность и безопасность позиционирования. Данные исследования не проводились в достаточной мере, особенно в северных широтах. Увеличение точности можно достигнуть, применяя дифференциальный режим.

Предстоит большая работа в создании инфраструктуры в северных широтах для применения локальной дифференциальной системы с применением морских маяков, где реализуется приём поправок от морских SMK маяков в формате RTCM SC-104 в диапазоне частот 283-325 КГц. Радиус зоны покрытия в среднем составляет 200-300 км. при распространении над морской поверхностью.

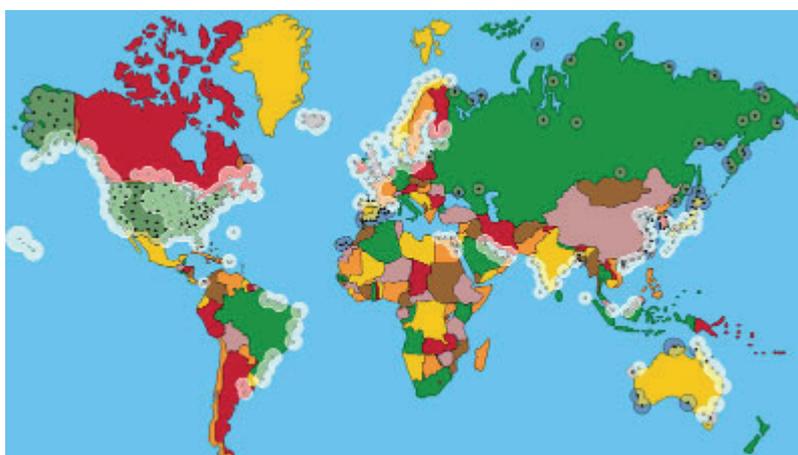


Рис. 1. Схема расположения MSK маяков

Как видно из Рис.1 фактически на побережье их нет. Также необходимо развернуть несколько передающих станций ИФРНС. Передающая станция предназначена для работы в составе действующих и создания новых цепей радионавигационных систем (РНС) типа "Лоран-С" и "Чайка". Несколько передающих станций обеспечивают надежное координатно-временное поле в заданном регионе. В настоящее время в мире эксплуатируются более 26 цепей ИФРНС "Чайка" и "Лоран-С", каждая из которых содержит от 3 до 5 станций. Общая площадь рабочих зон ИФРНС превышает 95 млн. км². Достоинства ИФРНС:

1. сравнительно низкая цена аппаратуры потребителей;
2. низкие эксплуатационные расходы станции;
3. региональное управление системой;
4. эффективная интеграция с космическими РНС за счет передачи дифференциальных поправок;
5. лучшая, по сравнению со спутниковыми навигационными системами (СНС), доступность сигналов в сложных условиях пересеченной местности, городских застроек и промышленных инфраструктур;
6. возможность передачи по радионавигационному каналу сигналов точного времени

В состав системы может входить от трех до пяти наземных передающих станций. Установка такой системы обеспечит надежное, не зависящее от погодных условий, координатно-временное поле с региональным управлением. Размеры навигационного поля могут меняться в зависимости от высоты антенны. Поставку

монтаж и техническое обслуживание может осуществить Российский институт радионавигации и времени по адресу сайта <http://www.rirt.ru/rirt.html>.

Другая возможность. Дифференциальная подсистема передачи поправок по спутниковому каналу OmniStar является уникальной и автоматически генерирует высокоточные дифференциальные поправки от текущего место-определения пользователя. Этот метод расчетов известен под названием – метод Виртуальной базовой станции (VRS). Эта методика является более точной, чем например, формирование дифференциальных поправок от одиночной базовой станции или от виртуальной базовой станции с фиксированной позицией.

OmniStar предоставляет коммерческие услуги спутникового DGPS сервиса по всему миру и является лидером в области разработки и реализации технологии DGPS позиционирования.

Преимущества при использовании VBS:

- VBS обеспечивает надежность и высокую точность определения координат для обширных областей;
- VBS это высокоэффективная методика (она базируется на множественных референчных станциях);
- не происходит «скачков» позиции обусловленных переключением с одной базовой станции на другую.
- глобальное спутниковое покрытие.

Обеспечение пользователя услугами OmniStar реализовано на основе нескольких геостационарных спутников, формирующих несколько «пятен» глобального спутникового покрытия. Таким образом, приемник пользователя может декодировать сигналы OmniStar практически в любой точке земного шара.

Пользователи услуг OmniStar по своему выбору могут оформить подписку на один или несколько месяцев при выполнении краткосрочных работ. В том случае, если необходимо выполнять работы длительное время, то можно оформить подписку на год или несколько лет. Стоимость услуг носит большие финансовые затраты потребителей, что неприемлемо с точки зрения экономической безопасности России.

Точность определения координат с использованием спутникового дифференциального сервиса OmniStar приблизительно в 1.5 – 2 раза выше чем с помощью наземного дифференциального сервиса, предоставляемого морскими радиомаяками.

Использование дифференциальной подсистемы передачи поправок по спутниковому каналу OmniStar ограничено расстоянием до 10 км. от береговой полосы. При удалении от берега на большие расстояния прием дифференциальной поправки блокируется и вновь возобновляется при приближении к берегу. Указанной особенности лишена дифференциальная подсистема передачи поправок по спутниковому каналу Starfix, специально предназначенная для морского использования. Покрытие Арктических территорий России тоже этими системами нет. Возможность заполнить эти пустоты это применение системы ГЛОНАСС. Сейчас запущено 18 спутников из 24 возможных. Оставшиеся шесть спутников будут запущены к 2010 году, и будут охватывать северные широты Российской территории.

В настоящее время одной из актуальных задач является исследование по методам и средствам безопасности позиционирования при работе специализированных судов при реализации сложных морских проектов, таких как Штокмановское ГМК, Приразломное НМ, проекта в Охотском море с применением систем ориентации.

Следует отметить важность по реализации национальной морской политики на Арктическом региональном направлении, т.е. развитие фундаментальных и прикладных исследований, направленных на сохранение и развития присутствия

России в Арктике, путём проведения научных исследований и наблюдений, сохранения российского приоритета в обеспечении технологической безопасности морской деятельности, экологической безопасности, устойчивого природопользования и морской деятельности в замерзающих морях, в условиях уязвимости экосистем с учетом современных климатических изменений.

Предварительный экспресс-анализ полученных геолого-геофизических данных Российских учёных позволяет утверждать, что российский внешний континентальный шельф за пределами 200-мильной исключительной экономической зоны имеет непосредственную связь с материковой окраиной Сибири, а значит, экономическая зона нашего государства может (если полученные данные убедят Комиссию ООН по границам континентального шельфа, окончательную заявку по расширению континентального шельфа России в Арктическом бассейне должны подать в начале 2010г.) прирасти на 1,2 млн. кв.км. Прогнозные ресурсы углеводородов на этой территории оцениваются учеными в 8-10 млрд. тонн условного топлива. По этому ныне весь Арктический регион, в том числе и его российский сектор, стал пересечением интересов многих северных стран. В настоящее время только в разработке природных богатств Российской Арктики принимают участие около 50 различных зарубежных фирм и компаний, проявляя особый интерес к Штокманскому, Приразломному, Ардалинскому, Варандейскому, Новопортовскому и другим залежам углеводородного сырья. Экономическое проникновение в Арктическую зону России подкрепляется усилением военного присутствия стран НАТО у её границ. Одним словом, чтобы быть лидером в освоении Арктики пришло время браться за активное освоение шельфовых месторождений. Освоение арктического шельфа дает второе дыхание не только северным территориям, но и развитию промышленности России, получению большого объема дополнительных доходов.

Литература

1. Березин, С.Я. Системы автоматического управления движением судов по курсу/С.Я. Березин, Б.А. Тетюев.- Л.: Судостроение, 1974/-264 с.
2. Поселов, В.А. Нефть и газ есть в Арктике / Морская биржа №3(21) www.maritimemarket.ru, 2007/95-98 с.
3. Захаров, Е.В. Состояние и перспективы выявления ресурсов УВ на мелководных шельфах арктических морей / Е.В. Захаров // Технические решения для круглогодичного бурения разведочных и эксплуатационных скважин на мелководье арктических морей.- М: ИРЦ РАО Газпром, 1995/3-10 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ПАКЕТА EWB 5.12 ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВО ВТОРИЧНЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ РЭА

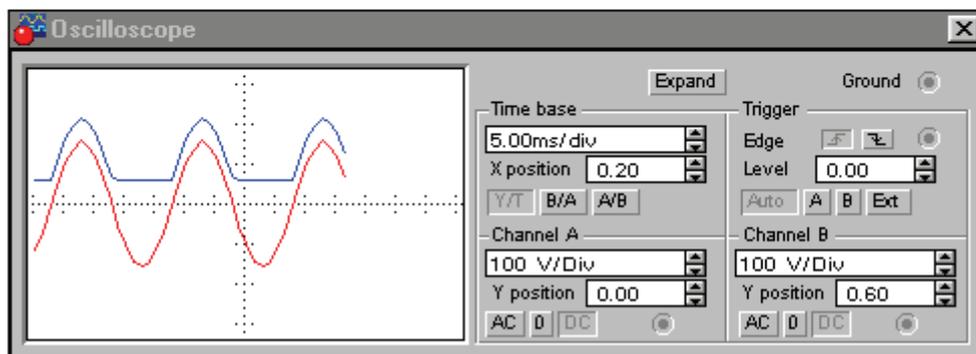
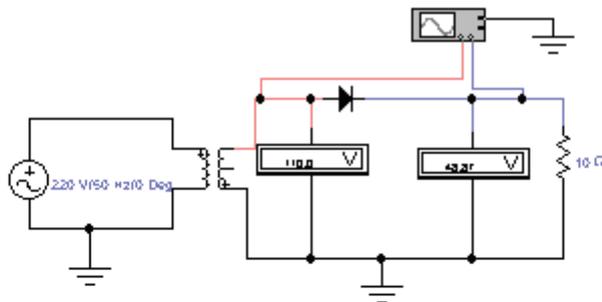
Яров В.Н. (МГТУ, кафедра «Радиотехники и радиотелекоммуникационных систем» e-mail: jarovvn@mstu.edu.ru)

Abstract. The ElectronicsWorkBench 5.12 program application of the electrical processes simulation in the power supply units circuits of radio equipment are under consideration in the paper. Also the experience of the program using for educational purposes is analysed.

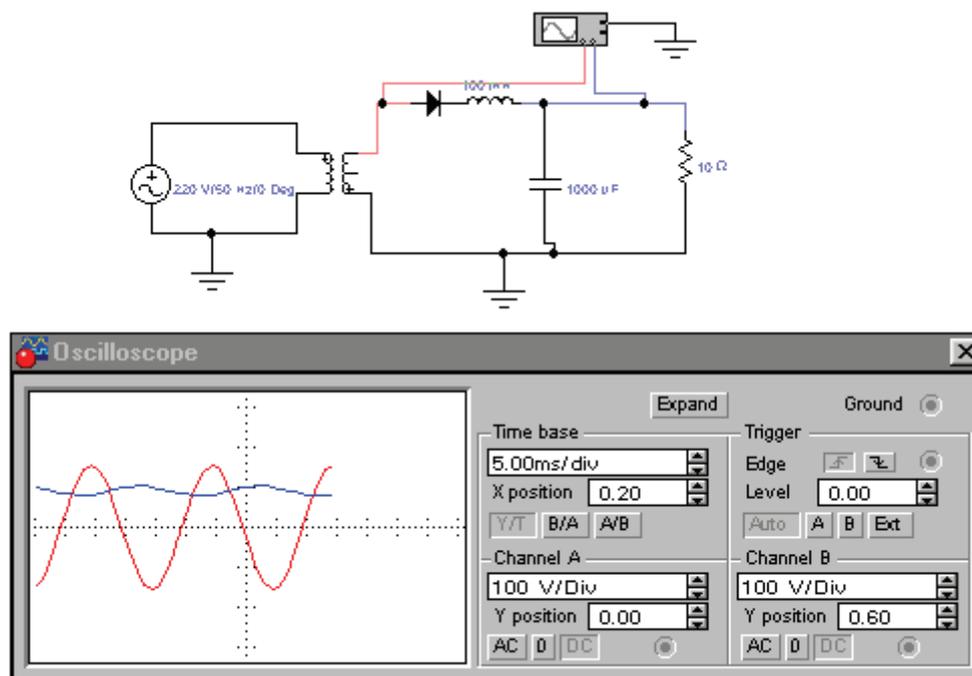
В настоящее время программа электронного моделирования ElectronicsWorkBench 5.12 корпорации Texas Instruments прочно удерживает лидирующие позиции по популярности среди радиолюбителей и профессионалов – разработчиков радиоэлектронной аппаратуры. Это объясняется наличием обширной библиотеки аналоговых и цифровых компонентов, развитой базой измерительных приборов и простотой освоения работы с программой. Программа является незаменимым инструментом и для проведения учебных занятий по электро- и радиотехническим дисциплинам в учебных заведениях соответствующего профиля.

Для иллюстрации сказанного рассмотрим несколько вариантов применения программы для изучения дисциплины «Электропреобразовательные устройства», которая читается автором на кафедре РТКС Мурманского государственного технического университета.

1. Исследование однофазного однополупериодного выпрямителя.



2. Применение сглаживающего фильтра для уменьшения коэффициента пульсаций.



Приведенные схемы выпрямителей являются наиболее простыми и предлагаются учащимся в начальный период изучения дисциплины. Работа с ними дает возможность не только получить знания по схемотехническим особенностям и параметрам выпрямителей, но и освоить приемы работы с программой, что дает возможность перейти к построению и моделированию более сложных схем: умножителей напряжения, управляемых выпрямителей, инверторов, компенсационных стабилизаторов напряжения и тока, как линейных, так импульсных. Программа позволяет наглядно контролировать процессы, происходящие в схемах автогенераторов, усилителей, АЦП, ЦАП и других устройствах.

Опыт преподавания дисциплины позволяет говорить о возросшем интересе к дисциплине со стороны учащихся, после внедрения в процесс обучения EWB, что выразилось в существенно лучшем усвоении материала и увеличении посещаемости занятий.

Литература

1. Кардашев Г.А. Виртуальная электроника. Компьютерное моделирование аналоговых устройств. - М. : Горячая линия-Телеком, 2002. - 260 с. : ил. - (Массовая радиобиблиотека. Вып.1251). - ISBN 5-93517-067-1.
2. Кардашев Г.А. Компьютерное схемотехническое моделирование электронных устройств // Схемотехника. - 2003. - №12.-С.17-19.
3. Кучумов А.И. Электроника и схемотехника : Учеб.пособие для вузов. - 2-е изд.,перераб и доп. - М. : Гелиос АРВ, 2004. - 336 с. - ISBN 5-85438-099-4.

СЕКЦИЯ
«ТЕХНИЧЕСКАЯ
ЭКСПЛУАТАЦИЯ ФЛОТА»

Секция «Техническая эксплуатация флота»

БАЕВА Л.С., ПАШЕЕВА Т.Ю. Точность заготовки как реальное решение проблем повышения качества сварной металлоконструкции	824
БАЕВА Л.С., КОТОВ В.С. Возможности обеспечения безопасного технического состояния судна	833
БАЕВА Л.С., ПАШЕЕВА Т.Ю. Внедрение методик статистического управления процессами и анализа измерительных систем на предприятиях в целях повышения качества продукции	835
БРЕЖНЕВ А.В., ГРИЦЕНКО М.В., НИКОЛАЕВ И.Н. Контроль состояния винторулевых колонок и подшипников линии вала морских судов по параметрам вибрации	843
ВАЩЕНКО И.П. Исследование причин разрушения коренных шеек коленчатого вала двигателя 6ЧН 12/14	846
ЕПИХИН А.И., САВЧЕНКО В.А., НИКОЛАЕВ Н.И., ПОГОДИН Ю.М. Численный метод анализа движения двухкомпонентной рабочей среды в радиально-осевых турбинах турбокомпрессоров судовых дизелей	850
ЕФРЕМОВ Л.В., КУДРЯВЦЕВ М.В., СЕРГЕЕВ К.О. Стендовые испытания оптического торсиографа СКАН	854
НИКОЛАЕВ. Н.И., ЖУК. А.Н., ГИНДА О.П. Анализ эксплуатации среднеоборотного главного двигателя 9TMS410 на различных сортах топлива	858
ПЕТРОВА Н.Е., КУДРЯВЦЕВА В.З. Оценка влияния субъективных факторов на безопасность мореплавания	862
СМИРНОВ А.Ж. К вопросу о развитии судостроения в Северо-Западном регионе ...	865
БАЕВА Л.С. ТИУНОВ Ю.Ю. КУМОВА Ж.В. Восстановление алюминиевых поршней двигателей внутреннего сгорания	868
САМСОНОВ А.В., ЧУРИЛОВ В.Л. Проблемы применения серпентино-магниевого состава в машинах и механизмах СЭУ	877

ТОЧНОСТЬ ЗАГОТОВКИ КАК РЕАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СВАРНОЙ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ

Баева Л.С., Пашеева Т.Ю. (МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы изготовления заготовок методом термической резки, влияния качества заготовок на точность сборки сварных металлоконструкций. Приведены технологические характеристики основных методов резания на машинах термической резки. Рассмотрены вопросы автоматизации технологических процессов резки металлов. Значительное место отведено качеству получаемых заготовок, анализу измерений и реализации методик статистического управления процессами.

1. Введение

Сварочные технологии имеют большое значение для развивающихся рынков, также они являются фундаментом многих отраслей промышленности (машиностроения, судостроения, самолетостроения и т.п.).

Философия сварки довольно проста, и эта философия гласит: без сварки нет производства товаров. Огромное множество товаров создается при помощи резки, сварки и родственных им технологий.

Сварные конструкции, собранные из отдельных заготовок, в настоящее время все шире применяются для изготовления конструкций сложной формы. Сварные конструкции настолько технологичны, что их можно изготавливать практически на любом машиностроительном, судоремонтном и прочих заводах. Габариты и массы сварных заготовок неограниченны, форма любой сложности.

Известно, что залогом изготовления качественной сварной металлоконструкции является точное изготовление исходной заготовки для дальнейшей сборки и сварки. Точность заготовки – качество сварной металлоконструкции [4].

В связи с этим достаточно значима актуальность вопросов развития сварочных и родственных им технологий, в том числе технологии резки металлов, контроля качества заготовок в процессе их изготовления.

Усложнение резательных и сварочных технологий обуславливает необходимость качественного управления их эффективностью.

В статье рассматриваются практические вопросы выбора технологии, оборудования, методов контроля качества в процессе изготовления заготовок для сварных металлоконструкций применительно ко многим отраслям, в том числе судовому машиностроению.

При подготовке настоящей статьи обращалось основное внимание на технологическое обеспечение качества изделий (заготовок), прогрессивную технологию их изготовления, практическое применение и перспективы развития технологий резки металлов.

2. Раскрой листового проката на заготовки, применение новейших технологий и оборудования для резки, их эффективность

Любое производство как технологическая цепочка, начинается с первичной обработки материалов, которые в конце технологического цикла станут законченным изделием. Для производителей, работающих с листовым металлопрокатом, начало выпуска их продукции начинается с раскроя листа металла на заготовки.

В настоящее время большинство крупных и малых предприятий на своих заготовительных участках имеют одну из следующих ситуаций:

Заготовки вырезаются газорезчиками вручную по шаблонам или разметке.

Используются машины механизированной резки тракторного типа (Радуга, Смена, Микрон и пр.) или с магнитным копиром (АСШ, Огонек, СГУ).

Применяются МТР портального типа 80-90 годов выпуска прошлого столетия с вводом программ через фотокопир, перфоленты, блоки ОЗУ, дисководы (Комета, Гранат, Кристалл, Енисей и пр.) [5].

Применяются новейшие МТР отечественного и импортного производства, как самостоятельно, так и совместно с МТР старых типов в заводском исполнении или прошедшими модернизацию.

Точность размеров заготовки и состояние поверхностей заготовки обусловлены способом ее получения. На всех этапах технологического процесса изготовления заготовок неизбежны те или иные погрешности, в результате чего достичь абсолютную точность заготовок практически невозможно.

Погрешности, возникающие на различных этапах технологического процесса, взаимосвязаны. Точность сборки изделия зависит от точности изготовления ее деталей, а последующая в свою очередь зависит от точности изготовления заготовок, поскольку их свойства в определенной степени передаются готовым изделиям.

Повышение точности изготовления заготовки снижает трудоемкость последующей обработки и сокращает расход материала из-за уменьшения припусков. Повышение точности изготовления заготовок сокращает трудоемкость сборки изделия вследствие частичного или полного устранения пригоночных работ.

Технологические недостатки проявляются в дефектах самого начала технологического процесса изделия, в нарушении установленного технологического процесса, в недостаточном объеме контрольных операций, в низкой квалификации резчика. В результате технологических недостатков возникают серьезные дефекты сразу же после изготовления заготовки. В связи с этим необходимы мероприятия по дальнейшему повышению технического уровня производства в заготовительной базе машиностроения. Решение этих задач - успешное применение новых технологий резки, благодаря которым определяют оптимальные схемы раскроя, обеспечивают получение высокоточных заготовок.

Выбор технологии резки (и дополнительного оборудования) является весьма важной задачей при приобретении установки, поскольку каждая имеет свои преимущества и области применения.

Раздел обоснования выбора способа резки - весьма обширен. Газопламенная обработка по-прежнему остается одним из основным процессом в заготовительном производстве при раскрое металла. Свыше 100 типов оборудования для реализации различных процессов газопламенной обработки выпускают ведущие фирмы России, ближнего и дальнего зарубежья. Все оборудование для газопламенной обработки можно классифицировать следующим образом:

по назначению - аппаратура для кислородной резки, для дуговой резки;

по применению - универсальное оборудование (сварка, резка, наплавка, пайка, подогрев):

по способу применения - для ручных способов газорезательной обработки, для механизированных процессов.

В целях унификации выпускаемых в стране наиболее многочисленных типов машин для резки листовой стали введен ГОСТ 5614-86, который предлагает разделить стационарных машин на портальные, портально-консольные, шарнирные.

В зависимости от способа управления машинами различают машины с числовым программным, фотоэлектронным, магнитокопировальным и механическим управлением.

Наиболее высокую точность резки портальными машинами обеспечивают устройства числового программного управления (УЧПУ) контурным движением и технологическими переходами. Эти машины имеют высокую стоимость и в этой связи наиболее эффективны на металлообрабатывающих предприятиях с большими объемами резки.

Тот факт, что ни один из способов резки не вытеснил остальные, говорит о том, что нельзя какой-нибудь способ рассматривать как наиболее экономически эффективный, а какие-либо результаты резки считать наилучшими. Каждый случай резки следует анализировать отдельно.

При этом необходимо учитывать, что механизмы действия всех этих способов значительно различаются между собой и подходят лишь для определенных материалов или для определенных толщин заготовок. Качественные характеристики реза определяют и другие аспекты. Существуют, например, требования по достигаемой точности, по углу кромки реза и влиянию, оказываемому на обрабатываемый материал в зоне теплового воздействия. Если, действуя методом постепенного исключения параметров, мы для какого либо случая все равно получаем несколько подходящих способов резки, то решающим аргументом в пользу одного из них становится экономический аспект. Он реализуется путем сравнения стоимости реза, например стоимости реза на 1 м его длины.

Даже незначительные изменения таких, например, параметров резки, как скорость, расстояние между соплами, геометрия этих сопел, расход или давление газа, а также изменения в составе разрезаемого материала, могут в отдельных случаях оказать существенное влияние на геометрию или качество реза.

Все чаще в производстве, особенно в точном машино- и кораблестроении, электронике и других областях, там, где требуется изготовление деталей разной конфигурации с повышенной точностью, применяют новейшие разработки машин термической резки (МТР) с ЧПУ как российского, так и импортного производства

Для того, чтобы оценить необходимость применения в своем производстве МТР портального типа с ЧПУ, прежде всего необходимо определить ежемесячную потребность предприятия в заготовках, получаемых методом термической резки. В среднем пороговая цифра составляет 60-100 тонн листового металлопроката. В случае, если эта цифра меньше, то необходимость в МТР с ЧПУ будет определяться потребностью в получении заготовок высокого качества для снижения затрат на механическую обработку деталей после ручной вырезки заготовок или при использовании алюминиевых материалов, нержавеющей стали, особенно больших толщин (свыше 50 мм).

Далее необходимо оценивать сортамент применяемого листового проката по габаритным размерам, толщинам, выделить диапазон наиболее часто применяемых в производстве толщин и задать минимальные и максимальные толщины обработки.

Следует понимать, что МТР с ЧПУ в первом приближении способна обеспечить вырезку деталей с точностью порядка 1 мм. На больших толщинах возникает эффект косины реза (неперпендикулярность кромки по отношению к поверхности листа). Повышение качества резки по параметру косины возможно, но потребует дополнительных затрат на первоначальную комплектацию МТР и применение более дорогих расходных материалов.

Очень часто возникает спорная ситуация в понимании реальной точности МТР. Прежде всего от МТР мы ожидаем высокоточных заготовок, но парадокс в том, что

механическая точность наведения инструмента МТР и точность вырезания детали могут очень сильно отличаться. Все дело в физических процессах горячей резки металла: детали начинают дышать, лист может изменить свое положение при резке на раскройном столе, рабочие части режущей оснастки изнашиваются и изменяют свои технологические характеристики в худшую сторону. Все это приводит к тому, что механически точная МТР начинает резать детали, близкие к браку.

Все производители стараются повысить механическую точность наведения своих МТР, но существует динамический предел, в соответствии с которым высокая точность больше не компенсирует технологическую точность рабочего инструмента. На сегодняшний день производители обеспечивают механическую точность $\pm 0,15$ мм для легких МТР и $\pm 0,35$ мм для больших МТР.

Одной из важных характеристик МТР портального типа с ЧПУ является их производительность. В первую очередь, это зависит от технически рационального выбора технологической оснастки, а именно газокислородной резки – плазменной или микроплазменной.

Каждая технология обладает как преимуществами, так и недостатками.

Если необходимо резать черные стали с толщиной до 200 мм, то применение газокислородной резки не позволяет ускорить этот процесс более чем на 10% от оптимального для этого вида физического процесса. При этом придется обеспечивать более высокое входное давление кислорода, более дорогостоящие сопла, что не всегда возможно технически. Газокислородная резка не может превысить скорости резания в 1000 мм/мин, откуда вытекает довольно средняя производительность МТР. Поэтому, для материалов толщиной до 30 мм применяют плазменную технологию, которая позволяет выполнять плазменную резку в зависимости от характеристик ее источника до 6000 мм/мин. Следует отметить, что выходные энергетические характеристики источника плазменной резки прямо пропорциональны не только его производительности, но и цене самого источника и расходам на электроэнергию для его работы. На сегодняшний день практически у всех производителей плазменных систем резки рекомендованные ими скорости резки различных толщин для различных материалов практически одинаковы, т.к. в основе лежит один и тот же физический процесс.

Для реального увеличения производительности МТР лучше всего обратить внимание на технологическую операцию загрузки на раскройных стол МТР листового металлопроката и выгрузки готовых деталей. Существующая статистика показывает, что машинное время работы МТР на резку деталей в лучшем случае равно времени на ее загрузку/выгрузку, а чаще составляет 40% от общего технологического цикла операции термической резки заготовок. Очевидным выходом в последнее время стало применение МТР с двумя рабочими зонами: на одной идет резка, на другой – погрузка/выгрузка. К сожалению, это требует дополнительного пространства в цехе.

Если на предприятии сохранилась старая машина для термической резки, то экономически целесообразно не приобретать новую МТР, а провести глубокую модернизацию. Затраты на модернизацию составляют не более 60% от стоимости новой МТР, а срок службы увеличивается до 10 лет. При этом следует обязательно обратить внимание на выполнение полного комплекса работ, а именно: восстановление механической точности МТР; замену электрической части и ЧПУ на современные; замену технологической части в полном объеме (клапана, шланги, резаки и пр.); установку программного обеспечения, преимущественно старым моделям и согласующегося с новейшими САПР по составлению раскройных программ.

На машиностроительном предприятии хорошо зарекомендовала себя раскройная программа Техтран. Программа предназначена для комплексного решения

задачи раскроя листового материала. Она сочетает возможности системы подготовки управляющих программ с функциями организации производственного процесса.

Программа объединяет традиционные средства программирования обработки Техтрана с базой данных. На базу данных возлагается не только задача управления различными данными, но и управление работой системы в целом, поскольку объектами базы данных являются и программы раскроя.

Программа организует взаимодействие различных объектов, задействованных в процессе раскроя листового материала. Из деталей, которые необходимо изготовить, формируется задание на раскрой. Затем в задание на раскрой включаются листы на изготовление деталей. Программа отслеживает количество неразмещенных деталей и возможное изготовление деталей из выбранного листа. В режиме автоматического размещения программа укладывает детали задания на листы оптимальным образом. Программа позволяет автоматически разместить детали на конкретном листе. При этом выдерживаются заданные расстояния до края листа и между деталями.

Стратегия автоматического размещения обеспечивает весьма высокий коэффициент использования материала.

Предприятия, имеющие машины термической резки металла, оснащенные раскройными программами, имеют огромное преимущество по отношению к тем предприятиям, у которых такие машины отсутствуют.

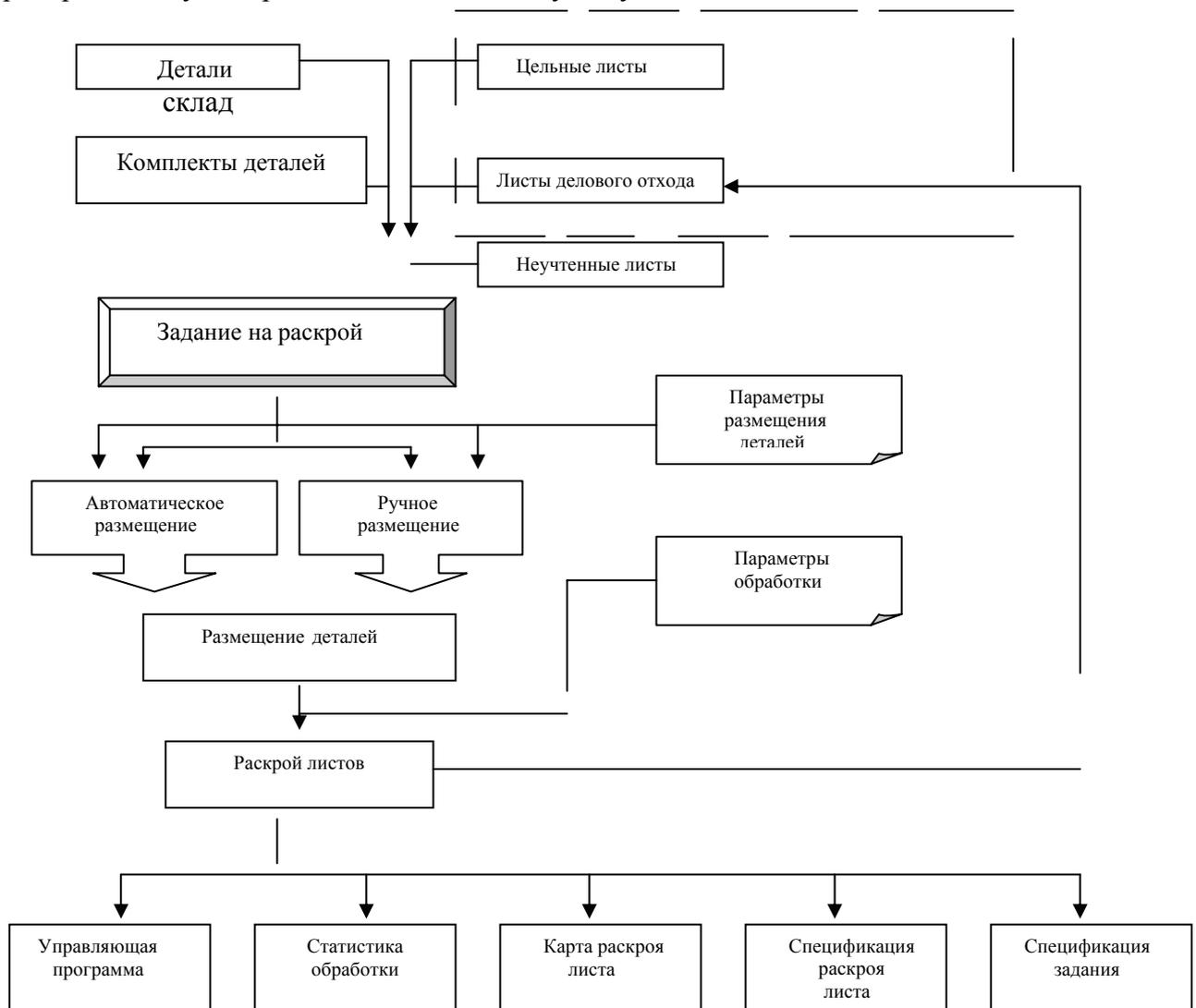


Рис.1. Схема раскройной программы Техтран

3. Повышение качества изготовления заготовок методом резания как основа повышения качества сварных металлоконструкций

Наиболее полное и всестороннее оценивание качества обеспечивается, когда учтены все свойства анализируемого объекта, проявляющиеся на всех этапах его жизненного цикла: при изготовлении, транспортировке, хранении, применении, ремонте, тех. обслуживании.

Производитель должен контролировать качество продукции и по результатам контроля судить о состоянии соответствующего технологического процесса.

Обеспечение заданного уровня качества изделий в процессе производства зависит от набора факторов, важнейшим из которых является качество технологических процессов изготовления деталей.

Существует прямая зависимость качества сварки и прочности металлоконструкции от качества и точности резки заготовки. Неровные и неточные резы заготовок существенно затрудняют процесс и качество сборки и впоследствии, при дальнейшей сварке деталей, могут привести к возникновению существенных внутренних напряжений в металлоконструкции, что негативно скажется на ее работоспособности или приведет к деформациям. Особенное значение этот факт имеет при строительстве объектов из крупных металлоконструкций, где малейшая ошибка чревата серьезными последствиями [3].

На этапе резки металлопроката важно произвести высококачественную и точную резку листа, для того чтобы в дальнейшем при сварке конструкции исключить механическую обработку торца листового металла под сварку, таким образом уменьшив трудоемкость. В связи с этим применение в производственном процессе изготовления сварных металлоконструкций прогрессивных методов технологий резки - реальное решение выше обозначенных проблем.

Но любой производственный процесс изменчив, изменчиво и качество продукции, заложенное в технологическом процессе, поэтому изменчивостью процессов нужно управлять.

Управление качеством продукции, в данном случае качеством заготовок можно осуществлять, применяя статистические методы анализа и оценки качества продукции, приемочного контроля и регулирования технологического процесса.

Статистический метод анализа и оценки качества продукции – метод, при котором значения показателей определяют с использованием математической статистики. Каждому процессу присуща собственная изменчивость качества. Необходимо найти способы ее минимизации.

В данном случае, применяя способ получения заготовки на МТР, необходимо получить информацию о реальной работе процесса резки, провести оценку и анализ его характеристик, а также статистический анализ причин отклонения.

Внедрение статистических методов регулирования процесса резки проводим в следующей последовательности:

- 1) предварительно исследуем состояние технологического процесса резания;
- 2) строим контрольную карту;
- 3) проводим опытное статистическое регулирование технологического процесса.

В результате проведения первого этапа принимаем решение о внедрении статистического регулирования процесса при удостоверении статистической его устойчивости. В противном случае процесс требует совершенствования посредством отладки, ремонта или замены оборудования.

При анализе точности и стабильности технологического процесса резания используем метод больших выборок, который позволяет определить закон распределения и совместного влияния случайных и систематических факторов. Для

этого извлекается выборка объемом $N > 40$. Измерение всех заготовок проводим измерительными средствами с ценой деления шкалы, не превышающей значения $(1/6 - 1/10)(T_B - T_H)$, где $(T_B - T_H)$ – поле допуска на параметр.

На любой процесс воздействует ряд факторов, имеющих случайный или систематический характер. В результате происходит некоторое рассеивание значений параметров, которое может быть аппроксимировано нормальным законом распределения:

$$y(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2 / (2\sigma^2)}$$

где x – переменная случайная величина; μ – математическое ожидание случайной величины x ; σ – среднее квадратическое отклонение случайной величины x .

Математическое ожидание характеризует положение кривой распределения, а среднее квадратическое отклонение характеризует степень рассеяния случайной величины относительно математического ожидания.

Определение точности технологического процесса производится сравнением с технологическим допуском. Для количественной оценки используется коэффициент точности технологического процесса:

$$K_T = 6S/\delta,$$

где $\delta = T_B - T_H$ – поле допуска на параметр; $S = \sigma$ – среднее квадратическое отклонение.

Точность оцениваем исходя из следующих критериев :

$K_T \leq 0,75$ – технологический процесс точный, удовлетворительный (рис.2, а);

$K_T = 0,76-0,98$ – процесс требует внимательного наблюдения, так как целиком заполнено поле допуска и могут появиться дефектные изделия (рис.2, б);

$K_T \geq 0,98$ – неудовлетворительный процесс, так как по обе стороны допуска появляются дефектные изделия (рис.2, в);

С помощью критерия Грэмса определяем наличие резко отклоняющихся размеров. По результатам измерений выборки строим гистограммы, по виду которым можно сделать предварительное заключение о закономерностях протекания процесса (рис.2 а, б, в)

Если диаграмма симметрична относительно номинального значения с явным убыванием от центра к краям распределения, то можно предположить, что закон распределения нормальный. По расположению гистограммы можно оценить рассеивание процесса и уровень отклонения от номинального значения. По степени асимметрии гистограммы можно характеризовать изменение технологических параметров. При необходимости можно рассчитать вероятностную долю выхода параметров за пределы допуска.

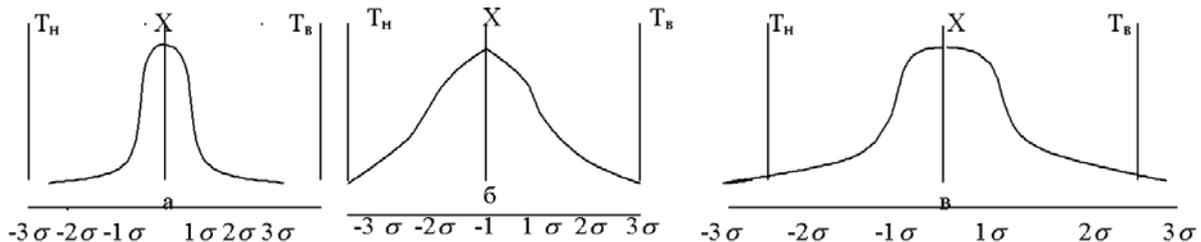


Рис.2. Коэффициент точности технологического процесса резания:

а - $K_T \leq 0,75$; б - $K_T = 0,76-0,98$; в - $K_T \geq 0,98$

На втором этапе внедрения статистических методов используем контрольные карты Шухарта – основной инструмент для анализа стабильности технологического процесса резания и для выявления производственных факторов, его дестабилизирующих.

Принципы построения контрольных карт Шухарта охватывают круг понятий, связанных со стабилизацией производственного процесса, его производительностью и оценкой качества.

Контрольные карты должны отвечать трем главным требованиям :

- 1) определять требуемый уровень или номинал процесса, на достижение которого должен быть нацелен персонал предприятия;
- 2) использоваться как вспомогательное средство для достижения этого номинала;
- 3) служить в качестве основы для определения соответствия номиналу и допускам.

Построение контрольной карты позволяет отслеживать ход протекания процесса резания и воздействовать на него (с помощью соответствующей обратной связи), предупреждая отклонения от предъявленных к процессу требований.

Контрольная карта состоит из трех линий (рис.3):

- центральной линии CL (1) – требуемые средние значения характеристик контрольного параметра качества;
- линии верхнего UCL (2) и нижнего LCL(3) контрольных пределов – соответственно максимального и минимального допустимые пределы изменения значения контролируемого параметра качества.

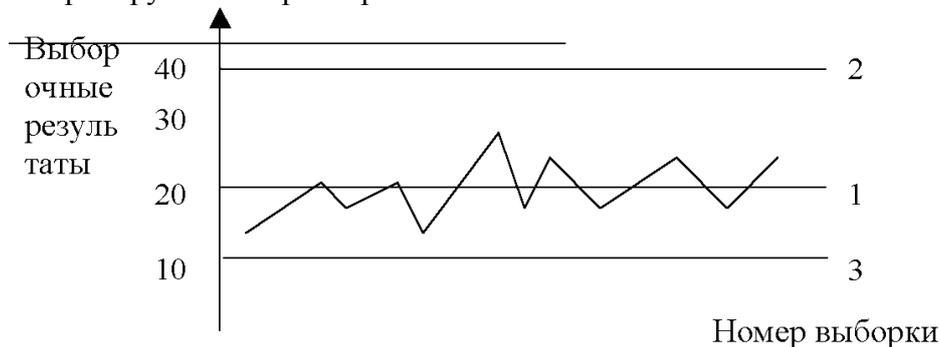


Рис. 3. Пример контрольной карты

С помощью двух контрольных границ 2 и 3 можно определить статистически подконтрольный процесс или нет. В данном случае контроль внутри предупредительных границ – процесс статистически подконтролен и не требует дополнительной корректировки.

Этап ведения контрольной карты включает: взятие выборок (в определенные моменты времени), получение результатов, определение статистических характеристик, нанесение результатов на карту и получение информации о наличии или отсутствии возмущений и управляемости технологического процесса.

На третьем этапе внедрения статистического метода с целью опытного регулирования технологического процесса резания в качестве дополнения к контрольной карте Шухарта применяем приемочные контрольные карты. Кроме определения состояния процесса (стабильный или нет), они покажут, соответствует ли продукция допуску.

5. Заключение

Широкие возможности современных технологий резки позволяют предложить их как отличное решение для разделки листового металла и его подготовки под сварку, а также для выполнения самых разнообразных задач в области термической резки.

На первых порах можно использовать старые машины термической резки при условии проведения ряда мероприятий по их модернизации.

Цель внедрения современных МТР или модернизированных машин термической резки - достичь предельной и комплексной эффективности при изготовлении сварных металлоконструкций. Иными словами, получить максимально возможный результат в отношении объема сварочного производства, качества продукции, себестоимости, сроков поставок, безопасности рабочих мест и инициативы персонала при минимальном использовании человеческих, материальных и финансовых ресурсов.

Использование традиционного сплошного приемочного контроля требует больших материальных затрат при недостаточно высокой степени надежности результатов. Более надежен выборочный контроль с использованием статистических методов обработки результатов, позволяющих значительно снизить затраты на контроль качества.

Литература

1. Исаев С.В. Внедрение методик статистического управления и анализа измерительных систем/С.В. Исаев //Методы менеджмента качества. РИА Стандарты и качество.-2006.- № 9.- С.39-41.
2. Полянчиков Ю.Н. , Воронцова А.Н., Кожевникова А.А., Воронцов В.В. Изучение изменчивости процессов изготовления деталей в машиностроительном производстве/ Ю.Н. Полянчиков, А.Н. Воронцова, А.А. Кожевникова, В.В.Воронцов// Методы менеджмента качества. РИА Стандарты и качество.-2006.- №9.-С.42-44.
3. Фивейский А.М. Точность и качество реза – гарантия прочности металлоконструкции/ А.М. Фивейский //Сварщик профессионал. Национальная Ассоциация Контроля и Сварки. - 2006.-№ 4.-С.20-21.
4. Шолохов М.А. Точность заготовки – залог качества сварной металлоконструкции/ М.А. Шолохов// Сварщик-профессионал. Национальная Ассоциация Контроля и Сварки.-2006.- № 6, С.14-15.
5. Каршилов Е. Термический раскрой металлов. Оборудование и материалы/ Е.Каршилов// Главный механик. -2006.- № 10, С.63-64.
6. Васильев В.А., Каландаришвили Ш.Н., Новиков В.А., Одинокоев С.А. Управление качеством Сертификация/ В.А.Васильев, Ш.Н.Каландаришвили, В.А.Новиков, С.А.Одинокоев.-М.: «Интермет Инжиниринг», 2002.-413 с.

ВОЗМОЖНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СУДНА

Баева Л.С., Котов В.С. (МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

При оценке готовности судна к выходу в море, кроме квалификации специалистов экипажа, укомплектованности спасательными средствами, снабжением, средствами борьбы за живучесть и т.п., особое внимание уделяется техническому состоянию корпуса, механизмов и устройств, как основе для выполнения судном своих прямых функций, в том числе и безопасности плавания.

Достаточно напомнить, что своевременное обнаружение предпосылок к негерметичности корпуса и закрытий, неисправности основных механизмов, систем и устройств, предупреждает аварийные ситуации с тяжелыми последствиями.

Судовладельцы и экипажи, однозначно толкующие безопасность, всегда находят время, средства и условия для устранения выявленных замечаний, выполнения профилактических осмотров и ремонтов, составляющих фундамент хорошего технического состояния судов. При таком взаимопонимании исключаются неожиданности, лучше моральный климат.

Известно, что для нормальной технической эксплуатации судна необходимо прохождение ряда ступеней или операций:

- техническое обслуживание должно осуществляться по планово-предупредительной системе на основе планов-графиков, утверждаемых судовладельцем и анализа фактического на данный момент технического состояния;
- периодичность и объем выполнения работ по конкретному судовому элементу (механизму) должны соответствовать периодичности и объему, указанным в инструкциях их заводов-изготовителей или в технической документации судовладельцев;
- ответственные детали необходимо периодически обмерять;
- факт выполнения работ и замены деталей должен быть отражен в вахтенных журналах (судовом или машинном);
- результаты замеров и оценка технического состояния обслуживаемых элементов должны быть зафиксированы в журналах технического состояния по заведованиям или иных официальных судовых документах;
- капитан обязан информировать судовладельца о техническом состоянии судна и выполненных работах по его техническому обслуживанию (ежемесячной радиограммой и с окончанием рейса по установленной форме "рейсового донесения о техническом состоянии судна");
- специалисты береговой службы (судовладельца или работающей с судовладельцем по договору) обязаны регулярно контролировать техническое состояние судов, планировать и проверять выполнение работ по техническому обслуживанию, вести учет затрат на техническую эксплуатацию.

Именно такой порядок обеспечивает возможность объективной оценки технического состояния судна и рациональный объем затрат на его поддержание.

При отсутствии постоянно действующей системы оценок и регистрации технического состояния, для экипажа и судовладельца всегда неожиданны коррозионные износы корпусных конструкций и трубопроводов; повреждение коленчатых валов, цилиндрических втулок и поршней дизелей; отказы

электрооборудования и холодильного оборудования; неподготовленность к работе аварийных и спасательных средств, механизмов и систем по предотвращению загрязнения моря.

Поэтому, проводимые некоторыми судовладельцами необоснованные сокращения средств и численности технических служб (на судах и берегу) не могут не разрушить систему технического обслуживания флота.

Статистика аварийности по рыбопромысловому флоту России за последние пять лет представлены на таблице.

Случаи представлены потерей остойчивости, столкновениями, посадками на грунт, намотками на гребные винты, повреждениями главных и вспомогательных механизмов, пожарами.

За всеми случаями стоят убытки, а иногда, и человеческие жертвы.

Основными причинами выхода из строя судовых технических средств явились:

- сверхнормативный износ корпусной части судов и механизмов;
- выход в море с техническими неисправностями;
- нарушение правил эксплуатации судовых машин и механизмов;
- игнорирование судовладельцами действующих норм и правил по безопасной эксплуатации

ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДИК СТАТИСТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ И АНАЛИЗА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Баева Л.С., Пашеева Т.Ю. (МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Аннотация. В статье значительное место отведено вопросам обеспечения и улучшения качества выпускаемой продукции. Рассмотрены вопросы внедрения статистических методов контроля. Большая роль отведена анализу измерений и реализации методик статистического управления процессами.

1. Введение

Важнейшим источником роста эффективности производства является постоянное повышение технического уровня и качества выпускаемой продукции. Для технических систем характерна жесткая функциональная интеграция всех элементов, поэтому в них нет второстепенных элементов, которые могут быть некачественно спроектированы и изготовлены. Таким образом, современный уровень развития НТП значительно ужесточил требования к техническому уровню и качеству изделий в целом и их отдельных элементов. Системный подход позволяет объективно выбирать масштабы и направления управления качеством, виды продукции, формы и методы производства, обеспечивающие наибольший эффект усилий и средств, затраченных на повышение качества продукции. Системный подход к улучшению качества выпускаемой продукции позволяет заложить научные основы промышленных предприятий, объединений, планирующих органов.

2. Улучшение качества - стратегически важная задача для предприятий

Общим направлением для всех организаций, независимо от форм собственности, является обеспечение качества установленных обязательных требований.

Обеспечение качества – планируемые и систематически осуществляемые виды деятельности в различных системах качества, а также подтверждаемые (если это требуется) и необходимые для создания достаточной уверенности в том, что объект будет выполнять требования к качеству.

Улучшение качества – мероприятия, предпринимаемые на предприятии с целью повышения эффективности и результативности деятельности и процессов для получения выгоды как для предприятия, так и для потребителей (ИСО 8402-94).

Улучшить качество можно путем повышения одного, нескольких или всей совокупности потребительских свойств, что и обеспечивает более высокий уровень качества всей продукции по сравнению с ранее выпускавшейся.

Качество становится стратегически важным не только для снижения затрат, но и для определения удовлетворения требований потребителей.

Можно сказать, что качество должно быть «встроено» в продукт. Таким образом, все отделы, не только отдел контроля качества (ОТК), должны принять полную ответственность за качество на каждом уровне и установить межфункциональные связи с целью обеспечения качества в товаре: делать лишь то, что необходимо (правильно) с первого раза.

Улучшение качества возможно при совершенствовании процессов. Для этого надо доказать его необходимость и идентифицировать специфические проекты улучшений, затем необходимо организовать руководство проектами, найти проблемы и

предоставить эффективные рецепты исправления, после чего осуществить контроль за обеспечением улучшения.

3. Управление качеством - обеспечение стабильности (устойчивости) процессов производства

Управление качеством представляет собой методы и деятельность оперативного характера, используемые для выполнения требований к качеству, к ним относят:

- управление процессами, выявление отклонений от установленных требований; принятие решений по дальнейшему использованию продукции, имеющей отклонения или дефекты;
- недопущение появления повторных отклонений или дефектов благодаря своевременной разработке и реализации корректирующих воздействий;
- выявление несоответствий в производстве или системе качества и их устранение вместе с причинами.

Вся работа, выполняемая по определенной технологии, представляет совокупность взаимосвязанных процессов. Соответственно, общее руководство качеством осуществляется через управление всей совокупностью процессов. Системный подход предполагает также наличие четырех следующих этапов: 1) разработка технических условий технологического процесса; 2) анализ схемы технологического процесса; 3) установление каналов передачи данных, особенно обратной связи; 4) разработка детальной документации на все операции процесса, информационное обеспечение и вспомогательные виды деятельности.

Непосредственное осуществление запланированных показателей качества происходит на этапе производства. Процесс производства, как любой другой процесс, представляет собой совокупность взаимосвязанных ресурсов и деятельности, которые преобразуют вход процессов в соответствующий выход. Под ресурсами понимаются кадры, оборудование, методы изготовления и стандарты. Вход процесса – поставляемые материалы и необходимая информация. Все поставщики материалов и информации на вход процесса считаются внешними поставщиками, а производство представляет для них потребителя. Выход процесса – готовый продукт.

Влияние на процесс, а не на его результат необходимо при управлении качеством. Главное требование в процессном подходе – предупреждение несоответствий, а не контроль конечного результата. Этого можно добиться с помощью корректирования хода выполнения операции на основе информации по обратной связи. При этом необходимо обеспечить пристальное внимание к процессу в результате анализа статистических данных о его протекании.

Цель управления – обеспечить стабильность (устойчивость) процесса с непрерывным уменьшением его вариаций. Все вариации процесса – следствие проявления двух видов причин: специальных и общих. Специальные причины связаны с нарушением нормального хода процесса. Общих причин много, влияние каждой в отдельности невелико, но из-за их количества суммарное воздействие может стать весьма ощутимым. Необходимо устранить специальные причины вариаций и затем уменьшить вариации, обусловленные общими причинами. Устранение специальных причин важно, но это еще не совершенствование процесса, а только шаг к налаживанию статистического контроля.

Необходимо перенести внимание с отдельных проявлений несоответствий и дефектов продукции на вариации процесса. Вариации процесса источник несоответствий, поэтому нужен поиск причин, а не виновных и их устранение. Система управления качеством воздействует на часть выходов, чтобы на выходе процессы были устойчивы и их вариации уменьшались.

В ходе планирования качества создается процесс, способный удовлетворить поставленные цели при действующих условиях. Предметом планирования может быть любой процесс: создания технической документации, проектирования, изготовления и т.д.

4. Необходимость применения статистических методов анализа и оценки качества продукции, приемочного контроля и регулирования технологических процессов

В современном мире управление качеством продукции осуществляется с помощью статистических методов анализа и оценки качества продукции, приемочного контроля и регулирования технологических процессов.

Заметный след оставил американский ученый В. Шухарт, который применил статистические методы к производственному процессу [1]. В своей книге «Экономическое управление качеством промышленной продукции» В. Шухарт написал, что управление качеством промышленной продукции состоит из трех скоординированных между собой функциональных этапов: точное определение намеченного уровня качества; производство продукции, отвечающей этому уровню; проверка соответствия изготовленной таким образом продукции заданному уровню качества.

Таким образом, применение статистических методов позволило управление качеством и производством организовать не на основе эмоций, ощущений и мнений руководителей, а на фактических данных, используемых для наиболее эффективного поиска, анализа и принятия решений.

Статистические методы по степени трудности можно подразделить на 3 категории:

Элементарный статистический метод включает так называемые 7 «принципов»:

- Карта Парето;
- Причинно-следственный анализ;
- Группировка данных по общим признакам;
- Контрольный лист;
- Гистограмма. Метод гистограмм является эффективным инструментом обработки данных и предназначен для текущего контроля качества в процессе производства, изучения возможностей технологических процессов, анализа работы отдельных исполнителей и агрегатов. Гистограмма- это графический метод представления данных, сгруппированных на частоте попадания в определенный интервал;
- Диаграмма разброса (анализ корреляции через определение медианы);
- График и контрольная карта. Контрольные карты графически отражают динамику процесса, т.е. изменение показателей во времени. На карте отмечен диапазон неизбежного рассеивания, который лежит в пределах верхней и нижней границ. С помощью этого метода можно оперативно проследить начало дрейфа параметров по какому либо показателю качества в ходе технологического процесса для того чтобы проводить предупредительные меры и не допускать брака готовой продукции.

Эти принципы должны применяться всеми без исключения – от главы фирмы до простого рабочего. Пользуются ими можно не только в производственном отделе, но и в таких отделах, как отделы планирования, маркетинга, материально-технического снабжения.

Промежуточный статистический метод включает:

- Теорию выборочных исследований;
- Статистический выборочный контроль;
- Различные методы проведения статистических оценок и определения критериев;
- Метод применения сенсорных проверок;
- Метод расчета экспериментов.

Эти методы рассчитаны на инженеров и специалистов в области управления качеством.

Передовой (с использованием ЭВМ) статистический метод включает:

- Передовые методы расчета экспериментов;
- Многофакторный анализ;
- Различные методы исследования операций.

Этому методу обучается ограниченное количество инженеров и техников, поскольку он применяется при проведении очень сложных анализов процесса и качества.

Практика обучения методикам статистического управления процессами SPS (Statistical Process Control) и MSA (Measurement Systems Analysis) показывает, что специалисты организаций испытывают сложности с их пониманием и применением на практике. Для многих эти методики остаются некой абстрактной наукой, и возникает естественное желание отложить их изучение.

На российских предприятиях осторожно относятся к внедрению серьезных статистических методов. Причинами этого можно назвать то, что наши руководители и специалисты не знают этих методов и не понимают пользу от их применения.

Рассмотрим отдельные вопросы внедрения методик SPS (Statistical Process Control) и MSA (Measurement Systems Analysis)

Примерное содержание плана внедрения методик следующее:

- 1) определить ответственных за внедрение методик;
- 2) определить состав групп (группы) специалистов;
- 3) выяснить у потребителей, какие руководства по анализу измерительных систем они признают, и получить их (подход к анализу измерительных систем у потребителей может отличаться);
- 4) выбрать специалиста, который будет проводить обучение в данной области;
- 5) обучить специалистов (обучение должно быть и теоретическое, и практическое);
- 6) приобрести (или разработать) необходимое программное обеспечение (ПО);
- 7) обучить применению ПО;
- 8) разработать документированную процедуру;
- 9) провести анализ измерительных систем и измерение возможностей производственных процессов на реальных примерах организации (пилотных проектах);
- 10) составить графики проведения анализа измерительных систем и измерения возможностей производственных процессов;
- 11) обучить специалистов, которые назначены ответственными за проведение исследования конкретных процессов и измерительных систем (если они не входили в состав первоначальной группы);
- 12) для специалистов, которые не участвуют в сборе информации, но используют ее в своей работе, провести обучение основным статистическим методам;
- 13) выполнить графики (важны поддержка и контроль со стороны руководства, регулярное рассмотрение результатов);
- 14) запланировать и провести необходимые корректирующие действия для нестабильных процессов и систем измерения. Повторно исследовать измерительные системы и производственные процессы (и так до тех пор, пока не будут получены требуемые результаты по процессам или измерительным системам).

Необходимо измерять все новые и действующие процессы для того, чтобы убедиться и продемонстрировать, что новые процессы соответствуют критериям, а «старые» поддерживаются на должном уровне. Однако это не означает, что нужно

исследовать возможности процесса по каждому параметру продукции. Обязательно должна быть определена приемлемость процессов по воспроизводимости или пригодности для всех специальных характеристик, определенных потребителем или поставщиком.

Сначала нужно убедиться в том, что измерительная система позволяет получать достоверные результаты. Если анализ показывает, что система не обладает требуемыми характеристиками (смещением, сходимостью, воспроизводимостью и т.д.), то нет смысла заниматься исследованием процесса.

На тех предприятиях, где используют автоматизированные системы контроля и обработки информации, позволяющие автоматически измерять и подсчитывать данные, строить графики, отсутствуют проблемы со сбором статистических данных. Им остается только правильно интерпретировать полученные данные и своевременно вмешиваться в производственный процесс. Российским специалистам эту работу приходится делать вручную.

Периодичность сбора статистических данных следует выбирать самостоятельно, руководствуясь здравым смыслом: нестабильные в данный момент процессы измерять чаще, стабильные реже.

Используя программу Microsoft Excel, можно произвести расчеты.

После заполнения контрольной карты производим анализ и поиск причин изменчивости.

Пользоваться полученной информацией могут следующие специалисты :

- технологи – для поиска причин нестабильности процесса (совместно с другими службами);
- специалисты ОТК – для запуска плана реагирования, который включает в себя 100% контроль параметров (для характеристик, которые являются неудовлетворительными по своим статистическим возможностям, или нестабильными);
- рабочие, наладчики, мастера – для проведения своевременных корректирующих действий и оперативного управления процессом;
- специалисты по обслуживанию и ремонту оборудования – для принятия решения о необходимости выполнения предупреждающих и корректирующих действий применительно к оборудованию.

Статистический метод анализа и оценки качества продукции – метод, при котором значения показателей определяют с использованием правил математической статистики. Каждому процессу присуща собственная изменчивость качества. Необходимо найти способы ее минимизации. Необходимо получить информацию о реальной работе процесса, провести оценку и анализ его характеристик, а также статистический анализ причин отклонения. Необходимо исследовать, каким образом вариации различных контролируемых параметров воздействуют на признак качества. Важнейшая задача – расслоение причин на общие и специальные, так как их устранение производится по разному. Это позволит добиться предотвращения несоответствий и даст возможность проводить улучшения и повышение производительности процесса с последующей оценкой эффективности производственных действий.

5. Оценивание качества управления процессами на основе многомерного статистического контроля

Статистическое регулирование технологического процесса – это корректирование значений параметров технологического процесса по результатам

выборочного контроля контролируемых параметров, осуществляемое для технологического обеспечения требуемого уровня качества продукции.

При предварительном анализе технологического процесса определяют величины σ и μ_0 , зная которые можно вычислить вероятную долю дефектной продукции P_0 .

Долю дефектной продукции определяют, допустив вероятность значения случайной величины χ за пределами допуска $T_H - T_B$:

$$Q = P(T_H < \chi < T_B) = \Phi\left(\frac{T_B - \mu}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{T_H - \mu}{\sigma}\right), \quad (1)$$

где $T_H - T_B$ - поле допуска на параметр; σ - среднее квадратическое отклонение случайной величины χ ; μ - математическое ожидание случайной величины χ .

Из формулы (1) следует : с увеличением поля допуска возрастает доля годной продукции, а с повышением σ растет доля дефектной продукции P (рис.1).

Кроме того, чем больше отклонение μ_1 от μ_0 при неизменном σ , тем меньше доля годной продукции (рис. 2).

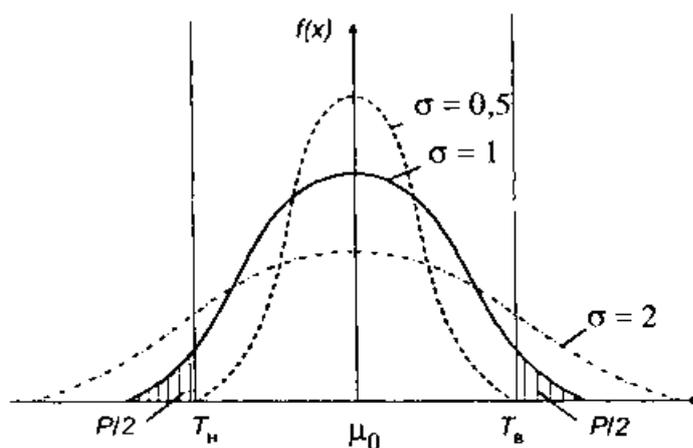


Рисунок 1. Кривая плотности нормального распределения при различных значениях σ

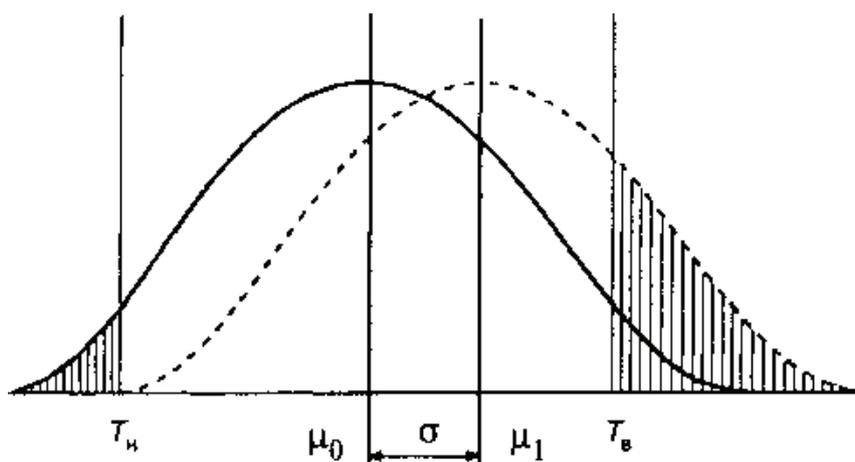


Рисунок 2. Изменение доли дефектной продукции (заштрихованная область) при разладке процесса

При отклонении μ от заданного значения μ_0 , а также при увеличении среднего квадратического отклонения σ повышается доля дефектной продукции P , что свидетельствует о разладке технологического процесса.

Оценка точности и стабильности процесса производится на этапе предварительной оценки. Основная задача – подтвердить на основе полученных результатов, что процесс статистически стабильный, или привести его в данное состояние.

Значение сигмы показывает, как часто могут возникать дефекты. Чем больше сигмы, тем менее вероятно, что возникнет дефект, тем выше надежность продукта, ниже потребность в испытаниях и контроле, меньше затраты и время производственного цикла, больше удовлетворенность потребителя.

Статистические методы анализа точности, стабильности и качества управления технологическими процессами (ТП) в настоящее время все шире применяются в различных областях промышленности.

6. Контрольные карты – основной инструмент для анализа стабильности и выявления производственных факторов, его дестабилизирующих

Еще в 1979 г. Японский союз ученых и инженеров включил контрольные карты в состав семи методов контроля качества.

Контрольные карты применяются везде, где требуется отслеживать состояние процесса до того, как он выйдет из-под контроля.

Цель составления контрольных карт – осуществлять оценку управляемости действующего процесса. В случае управляемости процесса – оценку его воспроизводимости. В случае статистически неуправляемого процесса осуществлять проведение корректирующего воздействия и проверку эффективности принятых мер. В период же запуска процесса осуществлять оценку возможностей процесса, т.е. способности удовлетворять техническим требованиям.

Контрольные карты (КК) – инструмент, позволяющий отслеживать ход процесса и воздействовать на него (с помощью соответствующей обратной связи), предупреждая его отклонения от предъявляемых к процессу требований.

План составления контрольных карт следующий:

1. Выбор показателя, плана выборки, типа карты.
2. Сбор данных.
3. Вычисление выборочных статистик, центральной линии, контрольных пределов.
4. Построение контрольной карты.
5. Оценка управляемости процесса.
6. Совершенствование системы.
7. Пересчет КК (при необходимости).

Как правило, при анализе процессов метод КК используется совместно с гистограммами и методом расслаивания данных (стратификации).

Контрольные карты Шухарта принято делить на две группы: по качественным (годен — негоден) и количественным признакам.

Достоинством контрольных карт является то, что они указывают на наличие проблем до того, как начнется выпуск дефектной продукции. Контрольные карты позволяют улучшить показатели качества и снизить затраты на его обеспечение.

К недостаткам контрольных карт можно отнести то, что грамотное построение КК представляет собой сложную задачу и требует определенных знаний [2].

7. Вывод

Таким образом, производитель должен контролировать качество продукции и по результатам выборочного контроля судить о состоянии соответствующего технологического процесса. Благодаря этому он своевременно обнаруживает разладку процесса и корректирует его.

Основная проблема, связанная с применением статистических методов в промышленности, это ложные данные и данные, не соответствующие фактам. Различные данные и факты предоставляются в двух случаях. Первый случай касается искусно созданных или неверно подготовленных данных, а второй касается неверных данных, подготовленных без применения статистических методов.

Применение статистических методов, включая наиболее сложные, должно стать распространенным явлением. Также не следует забывать об эффективности простых методов, без овладения которыми применение более сложных методов не представляется возможным.

Технический прогресс нельзя отделить от применения статистических методов, обеспечивающих повышение качества выпускаемой продукции, повышение надежности и снижение расходов на качество.

Литература

1. Васильев В.А., Каландаришвили Ш.Н., Новиков В.А., Одинокоев С.А. Управление качеством Сертификация/ В.А.Васильев, Ш.Н.Каландаришвили, В.А.Новиков, С.А.Одинокоев.-М.: «Интермет Инжиниринг», 2002.-С.24.
2. Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений. Контрольные карты/ А.М.Кузьмин //Методы менеджмента качества. РИА Стандарты и качество.-2006.- № 4.- С.25.

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ВИНТОРУЛЕВЫХ КОЛОНОК И ПОДШИПНИКОВ ЛИНИИ ВАЛА МОРСКИХ СУДОВ ПО ПАРАМЕТРАМ ВИБРАЦИИ

Брежнев А.В., Гриценко М.В., Николаев И.Н. (г. Новороссийск, ООО «Юг-Транс-Ойл», e-mail: abrezhnev@ytoil.ru)

Abstract. In the article there are control results of the screw steering column vibration and shafting line of the seagoing vessels on the different operational positions, which made possible to reduce classification maintenance expenses of the shipowners and shift the terms of screw steering columns dismantling to the 10 years when Classification Society inspection.

На современных морских судах находят широкое применение винторулевые колонки (ВРК) и линия вала с подшипниками качения фирм «Aquamaster» (на рис. 1, в качестве примера, показано расположение линии валопровода и ВРК), «Steerpro» (Финляндия), «Schottel» (Германия), «Neagatae» (Япония) и т.д.

Применение ВРК в качестве движителя позволяет: повысить маневренные качества судна и безопасность мореплавания; сократить длину машинного отделения и увеличить грузоподъемность судна; сократить эксплуатационные расходы и т.д. В качестве двигателей применяются высоко – или среднеоборотные дизеля («Caterpillar», «МАК», «Cumins» и т.д.).

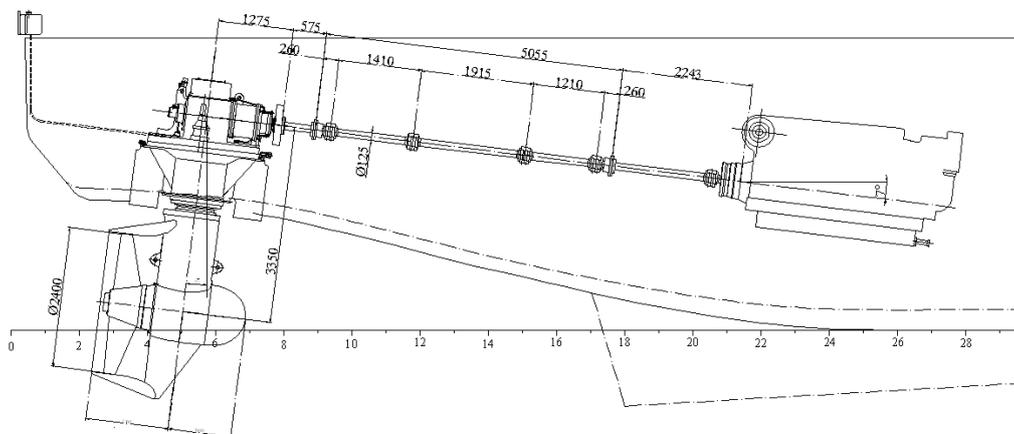


Рис. 1 Расположение линии валопровода и ВРК

Для повышения эффективности технической эксплуатации ВРК, сокращения расходов судовладельца при классификационных ремонтах судна, авторами разработаны и апробированы Методики контроля технического состояния винторулевых колонок (КС ВРК), которые одобрены Морским Регистром Судоходства (РС). Наряду с традиционными видами контроля (визуальным, параметрическим, трибологическим) Методика КС ВРК предусматривает контроль вибрации ВРК и подшипников качения линии вала.

Для оценки технического состояния судовых технических средств и ВРК в эксплуатации наиболее эффективным видом контроля является контроль по вибрационным параметрам. Он дает возможность зафиксировать начальное техническое состояние ВРК и отследить его изменение в процессе эксплуатации, а также обнаружить дефекты подвижных (вращающихся) элементов на этапе их

зарождения и проследить за их развитием. На основе таких наблюдений (при условии их регулярности и периодичности) возможна оценка технического состояния ВРК и прогнозирование состояния на определенный период эксплуатации.

Вибрационный контроль ВРК и линии вала проводится анализатором шума и вибрации, например, SVAN 912AE в узкополосном диапазоне 1 – 1410 Гц. не реже 1 - 2^{-x} раз в год и включает в себя:

а) проведение вибрационного контроля ВРК и подшипников валопровода на 3^{-x} режимах работы главного двигателя в соответствующих точках (Рис. 2);

б) анализ результатов измерений:

- общая оценка технического состояния ВРК по среднеквадратичным значениям (СКЗ) уровней вибрации в диапазоне частот 10 - 1000 Гц;

- общая оценка технического состояния подшипников валопровода по СКЗ уровней вибрации в диапазоне частот 10 - 1000 Гц;

- оценка технического состояния элементов ВРК на характерных частотах верхнего редуктора, промежуточного вала, нижнего редуктора, лопастной частоте и частоте вала винта в треть-октавном диапазоне;

в) оценка результатов проведенного анализа и выдача заключения.

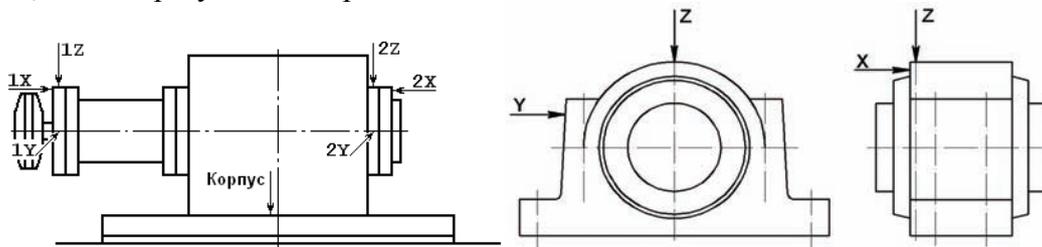


Рис. 2. Точки, в которых проводится контроль параметров вибрации ВРК и подшипников валопровода

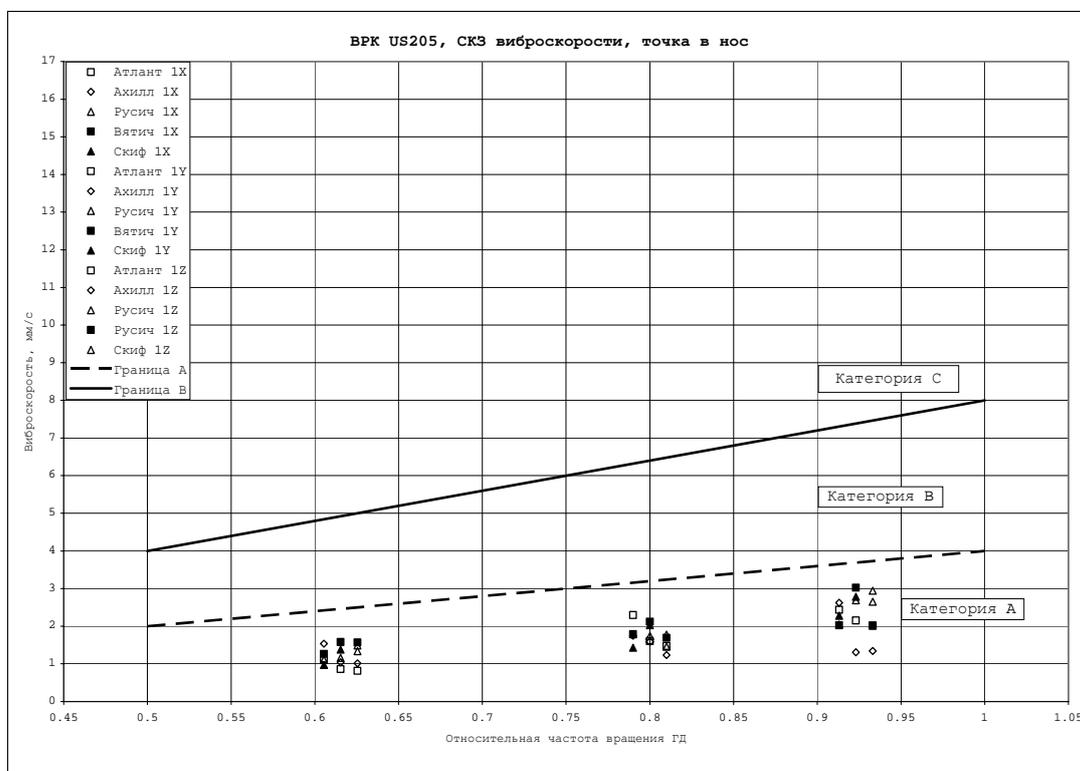


Рис. 3. Зависимость СКЗ виброскорости от частоты вращения двигателя на различных морских буксирах с ВРК US205 (точка 1).

На рис. 3, в качестве примера, приведена зависимость уровня СКЗ виброскорости от режима работы двигателя по результатам проведенных измерений на различных морских буксирах с ВРК US205.

По результатам выполненных измерений и из рис. 3 видно, что уровни вибрации для ВРК типа US205 «Aquamaster» при изменении относительной частоты вращения ГД от 0.6 до 0.95 лежат в пределах 2 – 3 мм/с. Накопленные результаты контроля вибрации ВРК на различных судах (буксирах с мощностью двигателя от 300 до 2000 кВт, судах типа река-море с мощностью двигателя около 1000 кВт) позволили разработать и предложить рекомендации по нормированию вибрации ВРК по СКЗ. На рис. 3, в качестве примера, показаны уровни вибрации ВРК в соответствии с категориями: А, В, С, рекомендованные (1).

Выполненный контроль вибрации подшипников линии вала на морских буксирах показывает, что на буксирах с ВРК типа US205 при относительной частоте вращения ГД $n=0,6 - 0,8$ уровни вибрации не превышают рекомендаций фирмы SKF, не более 10 мм/с. Однако на режимах, близких к максимальному в отдельных точках СКЗ уровень вибрации может достигать 15 – 17 мм/с. Например, на подшипниках валоподшипника ВРК SRP1010 буксира «Бравый» (ОАО «Новороссийский Морской Торговый Порт») уровни СКЗ на режимах малого хода достигают значений 15 - 17 мм/с., а на режимах полного хода, близких к максимальному превышению 25 мм/с. Полученные результаты свидетельствуют о том, что при проектировании судов не учтены факторы, влияющие на повышенный уровень вибрации и в дальнейших исследованиях необходимо выявить основные причины, приводящие к повышенным уровням вибрации в местах установки подшипников линии вала.

Контроль вибрации ВРК и подшипников линии вала морских судов по разработанным и одобренным Методикам КС ВРК позволяет сократить эксплуатационные расходы, связанные с Классификационными ремонтом морских судов с ВРК не менее чем на 30% - 40%, сдвинуть сроки их разборки при освидетельствовании РС до 10 лет.

Литература

1. Правила классификации и постройки морских судов т.2. Часть VII, Механические установки. Раздел 7, Средства активного управления судами. Раздел 9, Вибрация механизмов и оборудования. Технические нормы. СПб. Российский Морской Регистр Судоходства, 2005 г. – 637с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ КОРЕННЫХ ШЕЕК КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ 6ЧН 12/14

Ващенко И.П. (МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

В процессе эксплуатации дизелей шейки коленчатых валов изнашиваются и теряют свою цилиндрическую форму. Это объясняется неравномерным давлением газов в цилиндре по углу поворота коленчатого вала, что приводит к образованию овальности в поперечном сечении, причём большая выработка наблюдается у шатунных шеек; плохой подгонкой подшипников, что приводит к конусности шейки и другим видам износа.

Закоксованность циркуляционного смазочного масла, как следствие недостаточной сепарации его, также является причиной неравномерного износа шейки – её поверхность приобретает волнообразный вид, особенно заметный по окружности шейки в районе масляного отверстия.

Определение величины износов необходимо в связи с тем, что они оказывают неблагоприятное влияние на работу двух сопряженных поверхностей: рабочая шейка – подшипник.

При достижении предельных значений износы могут привести к разрушению подшипника, его подплавлению и задиру шейки. Измеренные величины износов сравнивают с нормами, установленными заводами-изготовителями, а при их отсутствии - с данными ПТЭ судовых дизелей.

Для исследования был представлен аварийный коленчатый вал двигателя 6ЧН 12/14 № 1 (810), коренные подшипники коленчатого вала и ксерокопия паспорта коленчатого вала. Диаметр коренных шеек $\varnothing 85_{(-0,10}^{-0,08})$ мм, диаметр шатунных $\varnothing 75_{(-0,48}^{-0,06})$ мм.

Коленчатый вал двигателя 6ЧН 12/14 изготовлен из стали марки 40Х цельным, имеет шесть колен, расположенных в трёх плоскостях под углом 120° одно к другому. Поверхности шатунных и коренных шеек закалены ТВЧ, тщательно отшлифованы и отполированы.

Нагрев ТВЧ позволяет производить закалку отдельных участков деталей – шейки коленчатых валов, кулачков распределительных валов и др. Обычно в практике применяют машинные генераторы с частотой 500-15000 Гц и ламповые генераторы с частотой более 10^6 Гц (глубина закалки при таких частотах получается до 2 мм).

При правильном режиме закалки получается мелкоигольчатый или бесструктурный мартенсит, имеющий меньшую хрупкость и повышенную прочность. Твёрдость повышается на 2-3 единицы по сравнению с обычной закалкой, а также возрастает износостойкость и предел выносливости, который может увеличиваться в 1,5-2 раза.

В результате визуального осмотра и обмера выявлен повышенный износ коренных шеек коленчатого вала двигателя, установлено, что большие значения овальности у первой, четвёртой и седьмой коренных шеек, которые испытывают повышенные нагрузки по сравнению с остальными коренными шейками.

Максимальное значение овальности у седьмой коренной шейки равно 0,20 мм, что в 5 раз превышает наибольший допускаемый износ коренных шеек по овальности, указанной в паспорте на коленчатый вал (0,04 мм).

Кроме того, на всех кривошипах коленчатого вала обнаружены синие цвета побежалости соответствующие явлению синеломкости, которое проявляется при

нагревах стали до температуры 250-300°C (интервал среднетемпературного отпуска стали).

На коренных и шатунных шейках коленчатого вала обнаружены большие задиры и глубокие (глубиной до 1 мм) риски, которые возникли в результате подплавления подшипников. На нижних половинках вкладышей подшипников имеются выкрашивания бронзовой заливки вплоть до основания стальной части вкладышей подшипников.

Царапины на шейках коленчатого вала возникают преимущественно вследствие попадания на трущиеся поверхности вместе с маслом твёрдых абразивных частиц или выкрашивания металла заливки вкладышей подшипника. Такие же задиры и царапины обнаружены и на верхней и нижней половинах вкладышей коренных подшипников со стороны бронзового слоя.

Следовательно, в процессе эксплуатации двигателя 6ЧН 12/14 был нарушен режим охлаждения коленчатого вала данного двигателя (температура охлаждающего масла на выходе двигателя равна примерно 70°C).

В результате прекращения подвода смазки к коренным, а следовательно и к шатунным подшипникам, произошло подплавление бронзового слоя вкладышей подшипников, образовались задиры на всех коренных и шатунных шейках коленчатого вала и нарушены все их геометрические параметры.

Для уточнения химического состава материала коленчатого вала и проверки твёрдости поверхности коренных шеек, подвергнутых закалке ТВЧ, был проведен химический состав материала коленчатого вала и измерена твёрдость поверхности коренных шеек.

Химический состав коренной шейки коленчатого вала представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав, % (ГОСТ 4543-71)									
Марка стали	С	Si	Mn	Cr	Mo	P	S	Cu	Ni
Коренная шейка	0,42	0,21	0,61	1,09	-	0,035	0,035	0,30	0,30
40Х ГОСТ 4543-71	0,36- 0,44	0,17- 0,37	0,50- 0,80	0,80- 1,10	-	0,035	0,035	0,30	0,30

Из таблицы 1 видно, что химический состав коленчатого вала соответствует химическому составу конструкционной, легированной стали 40Х.

Поверхностная твёрдость по Роквеллу коренной шейки № 1 представлена в таблице 2.

Таблица 2

№ коренной шейки	Условия испытаний			Обозначение твёрдости	Число твёрдости для каждого отпечатка			Среднее значение	Твёрдость по паспорту коленвала
	Усилие, кгс	Тип наконечника	Шкала		1	2	3		
1	150	Конус алмазн.	С	HRC	22	24	26	24	51-63 HRC

Из таблицы 2 видно, что среднее значение твёрдости коренной шейки № 1 коленчатого вала в 2,4 раза ниже твёрдости коренных шеек коленчатого вала, указанной в его паспорте.

При низкой твёрдости коренных и шатунных шеек коленчатого вала они испытывали неравномерную пластическую деформацию (наклёп).

Из-за неравномерного давления газов в цилиндрах по углу поворота коленчатого вала овальность шеек постепенно увеличивалась. Увеличение овальности шеек выше значения масляного зазора в подшипниках привело к тому что шейка начинает бить в подшипнике, ухудшается гидродинамический эффект смазки, что приводит к подплавлению подшипника и образованию задиров и царапин, которые чаще всего возникают из-за выкрашивания металла заливки вкладышей подшипника. Для определения механических свойств стали коленчатого вала из коренной шейки 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 5 тс, а испытание образцов на ударный изгиб проводили на маятниковом копре типа КМ-30 с запасом энергии 300 Дж. В результате проведенных испытаний получены численные значения параметров прочности, пластичности и ударной вязкости.

Параметры прочности, пластичности и ударной вязкости приведены в таблице 3.

Таблица 2

Марка стали	Сечение, мм	Категории прочности	σ_b	$\sigma_{0,2}$	δ	ψ	КСУ	НВ
			МПа		%		Дж/см ²	кгс/мм ²
			не менее					
Коренная шейка	85	КП 490 Ср.зн.	780	505	18	68,5	17,0	207
			734	489	8,0	61,5	27,0	229
			780	535	15,0	68,5	23,0	229
			764	510	14	66	22	221
40Х ГОСТ 4543-71	До 100	КП 490	860	720	14	60	147	265

В этой же таблице приведены параметры прочности, пластичности и ударной вязкости для стали 40Х после закалки в воде при температуре 850°С и отпуске при 600°С.

Из таблицы 3 видно, что среднее значение временного сопротивления на разрыв и предела текучести материала коренной шейки коленчатого вала значительно ниже среднего значения временного сопротивления на разрыв и предела текучести стали 40Х, а среднее значение ударной вязкости материала коренной шейки коленчатого вала более чем в шесть раз ниже среднего значения ударной вязкости стали 40Х.

Твёрдость по Бринеллю материала коренной шейки на 44 кгс/мм² ниже твёрдости по Бринеллю стали 40Х.

Выводы

Возможными причинами повышенного износа коренных шеек коленчатого вала двигателя 6ЧН 12/14 являются:

1. Нарушение режима охлаждения коленчатого вала двигателя.

2. Нарушение режима термической обработки коленчатого вала или её полное отсутствие.

Литература

1. Дизели ряда Ч 12/14 и дизель-генераторы. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Издание второе, переработанное и дополненное № 452.01.73.ТОР – М.: Внешторгиздат, 1973, 408 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.

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА ДВИЖЕНИЯ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ В РАДИАЛЬНО- ОСЕВЫХ ТУРБИНАХ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Епихин А.И., Савченко В.А., Николаев Н.И., Погодин Ю.М.

(г.Новороссийск, МГА им. адм. Ф.Ф. Ушакова, кафедра судовые тепловые двигатели; г. Санкт-Петербург, СПбГМТУ).

Abstract. Characteristic failures of gas turbochargers such as NR (MAN B&W) and RR (ABB) of the marine diesels, which operates on Heavy Fuel Oil (HFO) - are considered. Results of numerical modelling of a two-componental working environment flow are resulted.

В состав энергетических установок большинства судов промыслового и морского флота в качестве главных и вспомогательных двигателей применяются дизели с наддувом. От эффективности и надежности их работы во многом зависят технико-экономические показатели и надежность всей силовой установки. Подтверждение этому находится в работах отечественных ученых и инженеров, в докладах на конгрессах SIMAS 2001, 2004, в которых сообщается о незапланированных простоях в работе судовых дизелей из-за большого количества отказов турбокомпрессоров, связанных с конструктивным исполнением элементов турбокомпрессора (ТК), выбором материалов для их изготовления, разрушением подшипников, повреждением проточной части турбины и т.д. (1,2).

Современные судовые среднеоборотные двигатели в основном работают на тяжелых сортах топлива вязкостью 180—380 сСт и более, что, несомненно, оказывает заметное влияние на работу как самого дизеля, так и ТК. При работе турбокомпрессора в условиях применения тяжелого топлива элементы проточной части турбины (рис. 1, рис. 2) подвергаются износу под воздействием твердых частиц, которые содержатся в продуктах сгорания двигателя (3).

В настоящее время сложилась ситуация характерная тем, что исследования на стадии проектирования ТК, направленные на повышение надежности элементов турбомашин не в полной мере учитывают условия их реальной эксплуатации и таким образом не достигается требуемый уровень надежности.



Рис. 1. Повреждение соплового аппарата ТК типа NR

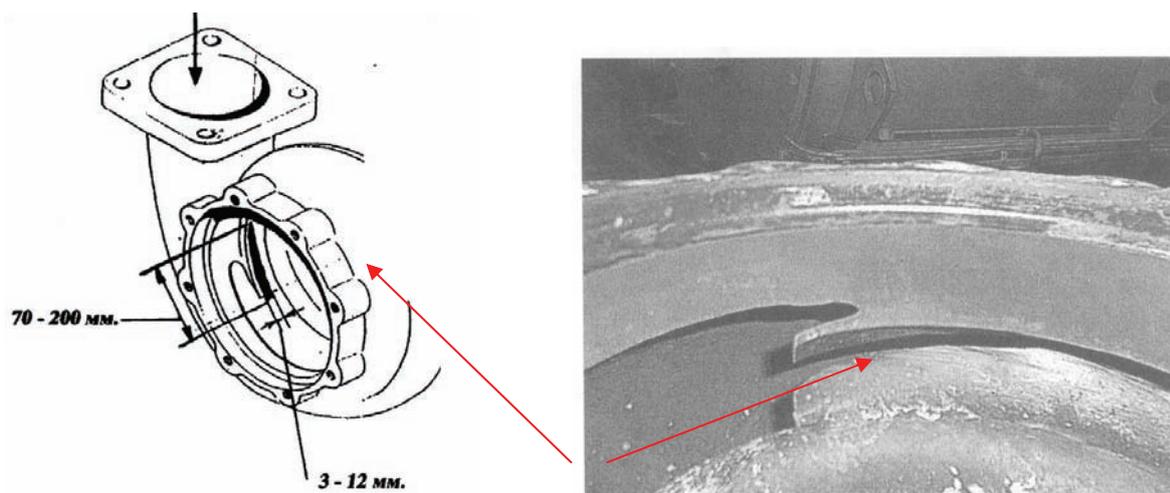


Рис. 2. Дефект в виде «щели» во входном устройстве турбины ТК типа RR

Анализ результатов опубликованных исследований и работ, связанных с созданием и эксплуатацией ТК судовых дизелей, работающих на тяжелых сортах топлива (4), показывает, что разработка метода исследования и анализа процессов течения двухкомпонентной рабочей среды для выработки мероприятий по восстановлению изношенных деталей и местному их упрочнению является актуальной задачей.

Авторами настоящей статьи основной упор был сделан на численный эксперимент по исследованию движения двухкомпонентной рабочей среды во входном устройстве радиально-осевой турбины с безлопаточным направляющим аппаратом RH 143/163 двигателя 6N21AL – DN серии танкеров типа «Москва». Поводом для выбора объекта исследований послужил тот факт, что по результатам сбора зафиксированных в период эксплуатации отказов и неисправностей исследуемых ТК, из корпусных деталей чаще всего отказывало входное устройство (1). Одним из характерных проявлений отказов было образование дефекта в виде «щели» (см. рис.2).

Сущность численного эксперимента, основанного на CFD и FEA анализе (5), заключалась в том, что для моделирования турбулентного течения двухкомпонентной рабочей среды использован численный метод конечных объемов (МКО). Геометрические модели построены с использованием программного пакета Solid Works. Расчетная сетка создана с помощью программного комплекса Gambit фирмы Fluent. Расчет течения выполнен с использованием программного комплекса вычислительной динамики жидкости и газа фирмы Fluent.

По результатам расчетов были построены пространственные траектории движения твердых частиц в спиральной камере входного устройства. Наибольшая густота расчетных траекторий (а значит и наибольшая концентрация твердых частиц) наблюдалась в районе «языка», именно в том месте, где зафиксировано образование «щели» (см. рис.2). Это служит косвенным подтверждением адекватности результатов расчетов фактическому процессу износа детали.

В результате решения этой задачи были получены следующие основные результаты и сделаны выводы:

1. Расчетный анализ движения частиц во входном устройстве (ВУ) необходимо выполнять с использованием модели турбулентного течения вязкого газа, так как на перенос частиц определенного диапазона размеров могут оказывать существенное влияние перетекания в трехмерном пограничном слое на стенках спиральной камеры.

2. В износе внутренней поверхности ВУ участвуют главным образом твердые частицы со следующими параметрами: с размерами 0,05мм и более; с коэффициентом формы 0,6 - 0,7; при нормальной и тангенциальной степени упругости удара, лежащей в диапазоне 0,8 – 0,9 (см. рис3).

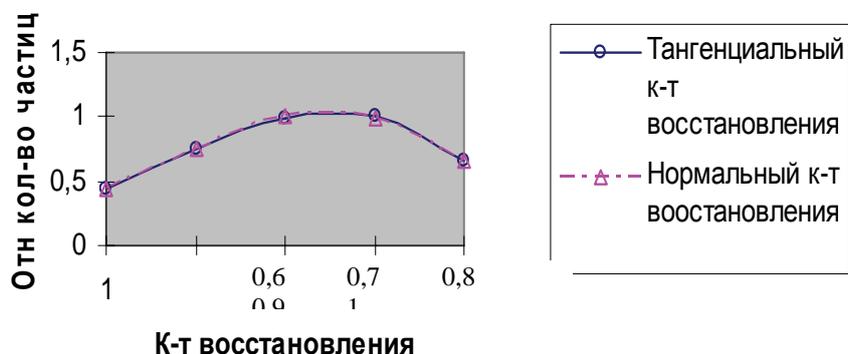


Рис. 3. Влияние степени упругости соударения частиц с поверхностью стенок канала на параметры их движения

3. Параметры движения абразивно (эрозионно) опасных частиц в зоне износа (вблизи «языка» входного устройства) слабо зависят от величины начальной скорости и места расположения выпуска частиц во входном сечении ВУ.
4. Твердые частицы с размерами более 0,05 мм могут накапливаться в спиральной камере, совершая в процессе движения более одного оборота вокруг оси вращения турбины. При этом их скорость приближается к максимальной скорости потока газа во входном патрубке. Однако основная часть твердых частиц не совершает более двух оборотов.
5. Твердые частицы с размерами 0,05 - 0,5 мм имеют значительную величину тангенциальной составляющей импульса при соударении с внутренней поверхностью ВУ в зоне износа. При этом абразивный износ играет существенную роль в процессе разрушения.
6. Улавливание частиц в спиральной камере ВУ проблематично из-за конструктивных трудностей размещения улавливающего устройства в зоне наибольшей концентрации частиц (зоне языка). В других местах ВУ частицы значительно рассеяны в пространстве, и эффективно улавливать их невозможно.
7. Возможны два механизма износа поверхности ВУ при работе на двухкомпонентной рабочей среде – ударный (эрозия) и истиранием (абразивный износ).
8. Общее разрушение поверхности пропорционально произведению напряжения τ_1 на число взаимодействий. Предполагая, что воздействие частиц различного размера складываются, можно определить скорость разрушения:

$$V_{разр} = \sum_{i=1}^{k_d} G_{d0} \frac{\overline{G_{di}}}{m_{di}} \cdot N_{di} \cdot \tau_{1i}$$

где G_{do} - общий массовый расход частиц на входе в патрубок;

\bar{G}_d - относительный расход частиц на входе данного диапазона размеров;

m_d - средняя масса частиц в данном диапазоне размеров;

\bar{N}_{dl} - относительная доля частиц данного диапазона размеров, попадающих в данное место.

k_d – число диапазонов, на которые разбит весь спектр частиц, участвующих в разрушении поверхности ВУ.

В связи с этим существует необходимость анализа сущности процессов износа элементов ТК и на основании выявленных причин – выработки решений по их предотвращению на всех стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации.

Литература

1. Николаев Н.И. и др. Характерные неисправности и отказы турбонагнетателей с радиальной турбиной судовых дизель-генераторов. // Морской транспорт. Серия Техническая эксплуатация флота и судоремонт: ЭИ. М., 2002. Вып. 4 (916), с. 1 – 6.
2. Ципленкин Г.Е., Дейч Р.С. Обзор докладов по турбокомпрессорам. – Двигателестроение, №4, 2001, с. 55 – 59.
3. Николаев Н.И., Савченко В.А., Кучменко В.В. Анализ отказов и повреждений современных турбонаддувочных агрегатов судовых вспомогательных дизелей при эксплуатации на тяжелом топливе. – Изв. ВУЗов. Сев. – Кавк. Регион. Техн. науки. Спецвыпуск. Проблемы водного транспорта. 2004. Часть 1., с. 74 – 78.
4. Пути повышения износостойкости материала входных устройств турбонаддувочных агрегатов судовых дизелей, работающих на тяжелых сортах топлива [Текст] / Н.И. Николаев, Ф.М. Березовский, А.И. Епихин // Известия ВУЗов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. –2006, Спецвыпуск.–С.6–8.
5. <http://fluent.com>

СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ТОРСИОГРАФА СКАН

Ефремов Л.В., Кудрявцев М.В., Сергеев К.О. (МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта, e-mail: levlefr@mail.ru)

Abstract. During an intrusion in practice of an optical torsiongraph SKAN the series of track errors of torsional vibrations was detected. It has caused to conduct special bench tests of this gear in МГТУ. The results of tests have allowed to receive the information for adjusting the rules of usage of a gear.

В процессе внедрения в практику оптического торсиографа СКАН (изготовитель ЦНИИМФ) нами был выявлен ряд дефектов записи этим прибором крутильных колебаний, негативно влияющий на достоверность их измерений (1). Моделирование торсиограмм на ЭВМ позволило установить причины некоторых дефектов. Например, появление в спектре записи гармоники первого порядка был вызван расцентровкой вала. Из-за плохой регулировки топливной аппаратуры возникали дополнительные гармоники не главных порядков и т.д. Однако источники других систематических помех до сих пор остались не опознанными, что и вызвало необходимость провести специальные стендовые испытания прибора на кафедре судовых энергетических установок МГТУ.

Испытания проводились в два этапа. Комплектация стенда для первого этапа испытаний показана на рис. 1.

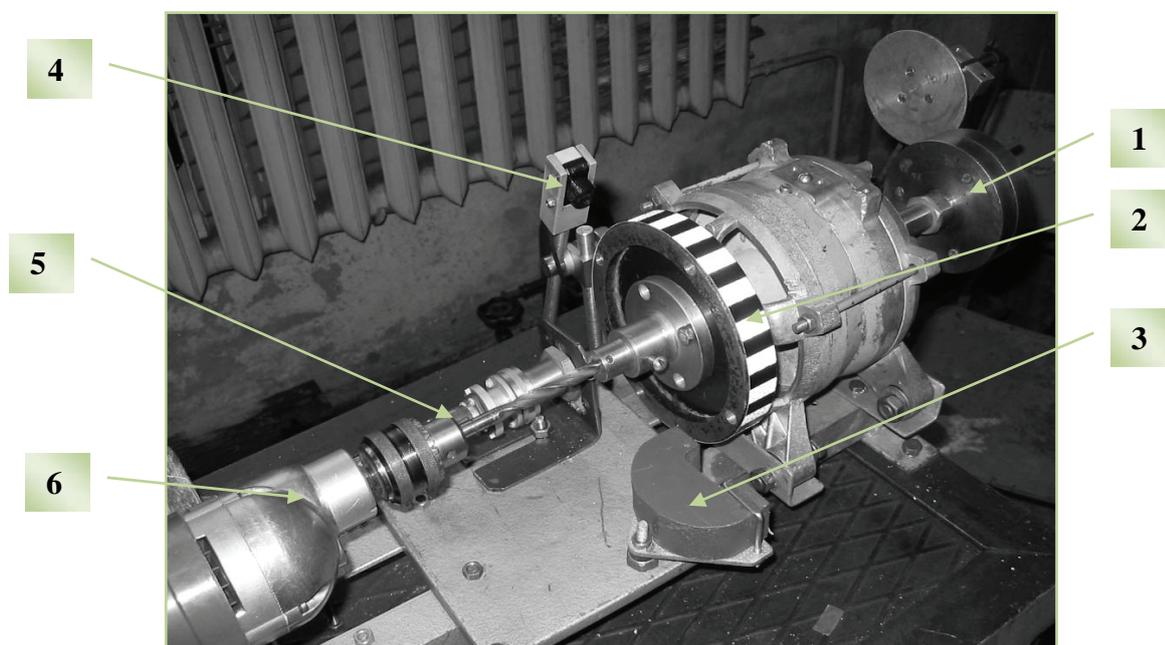


Рисунок 1. Исходная комплектация стенда. 1 – торсиограф ЦНИИ Крылова, 2- диск с «зеврой», 3 – магнит для притормаживания второго порядка, 4- источник-приемник прибора СКАН для лазерного излучения, 5 – передаточный вал, 6 – электропривод (дрель).

На первом этапе диск 2 (диаметром 142 мм) с наклеенной на него отражательной полосатой лентой (шаг 10 мм) приводился во вращение электромотором дрели при частоте вращения 400 – 600 об/мин. Гармоника первого порядка возбуждалась

естественным боем диска. Для возбуждения второй гармоники сначала была предпринята неудачная попытка использовать притормаживание вращение сильным магнитом. Поэтому затем для решения той же задачи применили упругий резиновый элемент, который притормаживал вращение два раза за оборот.

Запись колебаний торсиографом СКАН производилась от оптического датчика 4 (рис. 1) на регистрирующий блок ноутбука (рис.2), где отражались обороты диска и спектр колебаний. Амплитуды и частоты спектральных гармоник являлись основным критерием качества записи.

Особенностью первого этапа являлось то, что аналогичная запись спектра колебаний одновременно велась на другой ноутбук инерционным датчиком 1 (рис. 1) штатного радио-торсиографа ЦНИИ им. Крылова, который используется ООО «Диамант» при испытаниях судов. Поэтому показания второго прибора рассматривались в качестве эталона для оценки достоверности торсиографа СКАН.

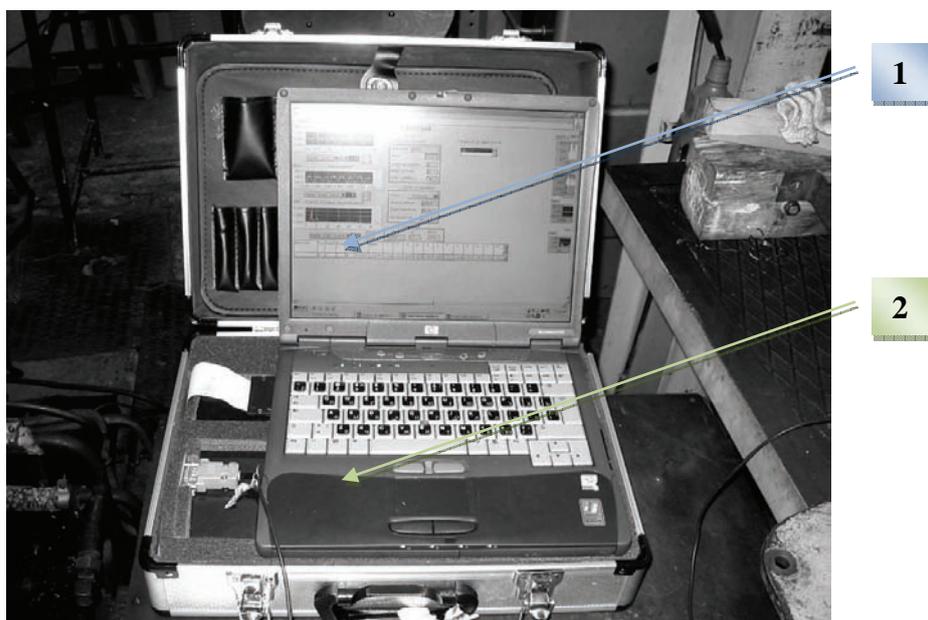


Рисунок 2. Регистрирующий блок торсиографа СКАН. 1- экран с результатами записи колебаний, 2 – клавиатура для управления измерениями.

Следует отметить, что при вращении станда от электропривода наблюдалась весьма ощутимая вибрация по причине плохой центровки привода от электромотора б к диску 2 (рис. 1). В этих условиях было выполнено более 20 записей спектра, одна из которых приведена на рис. 3-1 при частоте вращения 447 об/мин. На этой спектрограмме четко проявилась гармоника первого порядка при частоте 8.6 Гц с небольшой амплитудой 0.0016 рад и второго порядка (0.0012 рад) при частоте 17.2 Гц. Источник этих колебаний понятен – это бой вала и его притормаживание упругим элементом. Однако, так же как и при записях на судах, во всем спектре наблюдалась «борода» колебаний с ощутимой амплитудой (0.0004-0.0007 рад) непонятного происхождения.

Сравнение этого спектра с данными прибора ЦНИИ Крылова показало совпадение амплитуд колебаний первого и второго порядков с данными торсиографа СКАН. Это позволяет сделать важное заключение о достоверности записи основных колебаний оптическим торсиографом. Интересно отметить и другой факт – в спектре записи инерционного торсиографа ЦНИИ Крылова так же наблюдалась «борода» непонятных гармоник, хотя и с меньшей амплитудой.

На первом этапе испытаний было так же подтверждена невозможность непрерывной записи прибором СКАН при изменении частоты вращения в отличие от прибора ЦНИИ Крылова. Вместе с тем известны аналогичные оптические приборы, для которых таких проблем не существует (2).

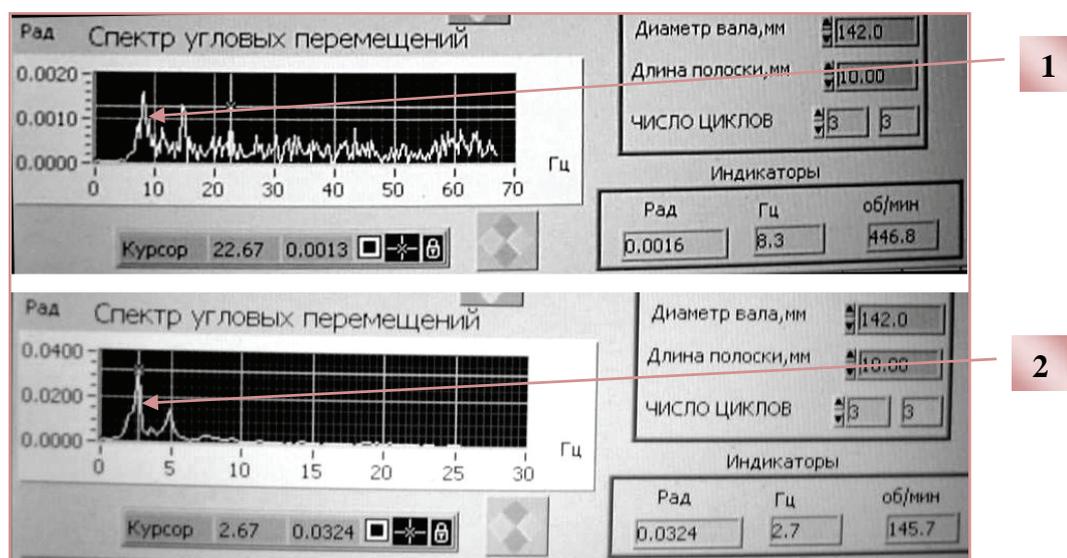


Рисунок 3.. Записи спектрограмм колебаний. 1 – при работе с электроприводом от дрели, 2 – при вращении диска вручную.

Для того, что бы изучить управляемое влияние на качество записи различных факторов (вибрации, расстояния излучателя от ленты, угла падения лазерного луча и др.), было принято решение на втором этапе испытаний вращение диска осуществлять не от электромотора, а с помощью ручки-штурвала, оперативно изготовленной на кафедре ТМиС (см. рис. 4-1). При этом датчик прибора ЦНИИ Крылова был демонтирован.

Следует отметить следующие особенности испытаний на втором этапе. При частоте вращения около 150 об/мин вращение проходило без вибрации и сотрясений стенда. На экране ноутбука (рис. 3-2) наблюдались четкая и сильная гармоника первого порядка (0.03 – 0.05 рад), возникающая из-за естественных импульсов момента при вращении штурвала. Кроме того удавалось получить гармонику и второго порядка (методом двойного притормаживания). Как видно на рис. 3-2, посторонние гармоники на спектрограмме почти не просматриваются.

Если, на основании рис. 3-1, предположить, что «борода» из гармоник с амплитудой $A < 0.001$ рад появляется на спектрограмме только при записи слабых колебаний (менее 0.002 рад), то причину ее возникновения можно было бы связать с особенностями работы электронной части системы записи, а не с вибрацией объекта. Однако, при вращении штурвала с частотой более 200 об/мин, когда возникали сильные сотрясения и вибрация стенда, в записи спектра появлялись соответствующие многочисленным хаотичные помехи, соизмеримые с основным сигналом. Эти помехи носили случайный характер при перемещении излучателя. Вибрационные помехи удавалось снизить при установке излучателя на неподвижный стол вне стенда. Таким образом, влияние вибрации на качество записи можно считать доказанной причиной возникновения помех. Основные исследования на втором этапе выполнялись при «спокойном» вращении диска (около 150 об/мин без вибрации) с возбуждением только первой гармоники, что позволило получить следующие результаты.

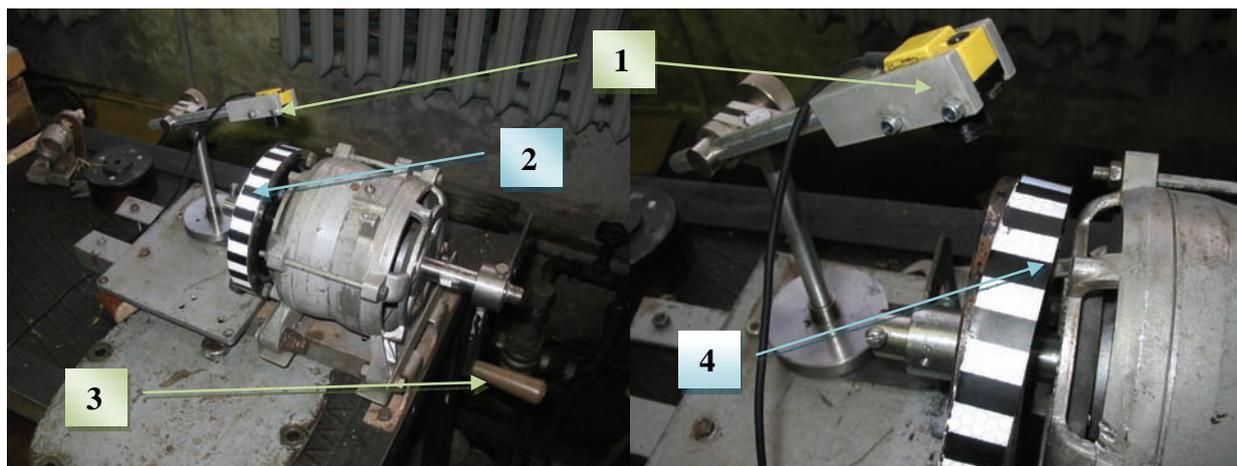


Рисунок 4. Стенд с ручным приводом. 1- источник-приемник прибора СКАН для лазерного излучения 2- диск с «зеброй», 3 – ручка-штурвал для вращения диска, 4- вариант неправильной наклейки ленты (восьмерка)

1. Прибор дает устойчиво достоверные показания в диапазоне дистанций между лентой и излучателем от 3 до 30 см.

2. При дистанции менее 2 см. запись не производится, что, видимо, связано с нарушением фокусировки луча.

3. Угол падения луча на ленту не влияет на качество записи при условии штатного срабатывания датчика.

4. При грубой наклейке ленты в виде «восьмерки» (рис. 4-2), возникает помеха - гармоника второго порядка. Это подтверждает требования о тщательной подготовке прибора к испытаниям.

5. Прибор не имеет ограничений по масштабу записи амплитуд колебаний.

6. Прибор может записывать колебания только при постоянных оборотах и при их изменении наблюдается запись низкого качества скачкообразного вида. Это связано с основным недостатком этого прибора – с низкой частотой импульсов светового потока. Согласно работе (2) высокое качество аналогичного оптического прибора при шаге «зебры» всего 1 мм и переменных оборотах обеспечивается лазерным тахометром ЛТ-850 с частотой прерывания луча до 40 кГц. В приборе СКАН этот показатель составляет не более 0.5-0.8 кГц.

Проведенные испытания позволили сделать однозначный вывод о том, что торсиограф СКАН можно применять для измерений крутильных колебаний на постоянных оборотах при условии корректировки инструкции по его эксплуатации с учетом полученных результатов и, прежде всего, в части минимизации влияния вибрации в районе установки датчиков измерений.

Литература

1. Ефремов Л.В. Теория и практика исследований крутильных колебаний силовых установок применением компьютерных технологий. – СПб.: Наука, 2007- 276 с.
2. Попов А.А. Опыт торсиографирования судовых валопроводов с применением современных средств и методов измерений // Научн. – техн. сб. Российского морского регистра судоходства. – 2007.– С. 99-116

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ СРЕДНЕОБОРОТНОГО ГЛАВНОГО ДВИГАТЕЛЯ 9TMS410 НА РАЗЛИЧНЫХ СОРТАХ ТОПЛИВА

Николаев. Н.И., Жук. А.Н., Гинда О.П. (г. Новороссийск, МГА имени адм. Ушакова Ф.Ф., кафедра судовые тепловые двигатели, e-mail: mgastd@mail.ru)

Abstract. In article technical and economic aspects of change of medium speed engine operation on heavy fuel IFO30 in a zone of partial loadings are considered. The technique providing stable, reliable and economic work of the engine on these modes is shown. The result of economic benefit of change of work of the main engine of the bulkcarrier from marine gas oil into heavy fuel is presented. The analyses of change of thermal and mechanical intensity of the engine is given.

Одна из отличительных черт современного мирового флота наличие большого количества старых судов. Согласно статистике *Lloyds Register*, в 2000 году мировой торговый флот насчитывал около 875 тысяч судов со средним "возрастом" 20 лет, в списке самых старых лидируют балкеры – 26 лет (1). На таких судах установлены главные и вспомогательные двигатели, работающие на дизельном топливе. Увеличение цен на топливо приводит к тому, что повышение эффективности эксплуатации судов возможно за счет перевода двигателей с дизельного топлива на тяжелое.

Экономический эффект перевода эксплуатации двигателей с дизельного топлива на тяжелое рассмотрим на примере модернизации балкера дедвейтом 11849 тонн. На судне в качестве главного двигателя установлен четырехтактный среднеоборотный дизель 9TMS410 фирмы Сторк-Веркспур номинальной мощностью $N_e=6000$ кВт при частоте вращения вала $n=550$ об/мин. Однако главный двигатель эксплуатируется только на долевой нагрузке при максимальной частоте вращения 420 об/мин – 50% от номинальной нагрузки ГД.

Регион плавания судна: п. Мариуполь (Украина) – порты Италии. Время работы главного двигателя балкера составляет около 60 % от общего эксплуатационного периода судна. Были рассмотрены варианты перевода работы двигателя на тяжелые топлива *IFO180* и *IFO30*. Расчет экономической эффективности модернизации (2,3). приведен в таблице 1.

Анализ данных таблицы показывает, что с экономической точки зрения модернизация судна для использования топлива *IFO180* более выгодна по сравнению с модернизацией при переходе на использование *IFO30*. Однако мероприятия по переходу на использование топлива *IFO30* требуют меньше трудозатрат и гораздо проще, что позволяет произвести модернизацию без вывода судна из эксплуатации. Для перевода работы главного двигателя на топливо *IFO180* модернизацию придется производить в условиях судоремонтного завода, с выводом судна из эксплуатации. При использовании высоковязкого топлива *IFO180* требуется поддерживать температурный режим на всех этапах использования топлива. Предложено использовать утилизацию тепла уходящих газов. В силу всего вышесказанного было принято решение на первом этапе перевести эксплуатацию главного двигателя на топливо *IFO30*.

Модернизационные работы по переводу эксплуатации этого двигателя с дизельного (MGO) на тяжелое топливо (IFO 30) были завершены осенью 2006. Годовой экономический эффект от перевода работы главного двигателя на IFO30 составил 452114 USD, что существенно больше предполагаемого. Это объясняется рядом причин:

– плотность тяжелого топлива выше дизельного и несмотря на меньшую теплоту сгорания при одинаковом объеме топлива, в случае использования топлива IFO30 подводится большое количество тепла. Так расход топлива при работе на дизельном топливе составил 291,66 кг/час, а на тяжелом топливе – 270,83 кг/час..

– перманентный рост цен на топливо. При этом увеличение стоимости дизельного топлива происходит более динамично по сравнению с повышением стоимости IFO 30. Так за 2007 год разница цен между MGO и IFO30 увеличилась на 25 USD.

Таблица 1. Экономический эффект модернизации

№	Параметр	IFO180 (проект)	IFO30 (проект)	IFO30 (фактический результат)
1	Цена тяжелого топлива, USD (год)	300 (2006)	430 (2006)	633 (2007)
2	Годовая экономия на топливе, USD	432120	254150	460114
3	Основные дополнительно устанавливаемые агрегаты	Утилизационный котел, атмосферный конденсатор, тёплый ящик, питательный насос; три паровых топливоподогревателя, топливоперекачивающий насос, змеевики, трубки-спутники; сепаратор тяжелого топлива.	Сепаратор тяжелого топлива, два электрических подогревателя.	Сепаратор тяжелого топлива, два электрических подогревателя, система охлаждения форсунок
4	Капиталовложения, USD	550000	70000	70000
5	Годовой экономический эффект, USD	367120	246150	452114

Работа на малых нагрузках сопровождается ухудшением сгорания топлива и дымным выхлопом, связанным с ухудшением распыливания топлива, падением давления наддува и нарушением воздухообмена. Поэтому первоочередная задача при переводе эксплуатации ГД с дизельного топлива на тяжелое состояла в том, чтобы обеспечить стабильную, надежную и экономичную работу двигателя на этом режиме.

Очевидно, что для нормальной работы двигателя с наддувом во всем диапазоне его эксплуатационных нагрузок необходим соответствующий подбор характеристик двигателя и газотурбонагнетателя (ГТН). Основное условие подобного подбора заключается в том, чтобы совмещенные расходные характеристики двигателя и компрессора захватывали область максимального КПД ГТН и одновременно были бы достаточно далеки от помпажной зоны работы компрессора (4). В процессе модернизации в соответствии с предварительно сделанными расчетами было уменьшено проходное сечение соплового аппарата (F_{ca}) турбины ГТН VTR 320: с $F_{ca1} = 140 \text{ см}^2$ до $F_{ca2} = 121,5 \text{ см}^2$ (октябрь 2007 года). После данных мероприятий работа ГД улучшилась, увеличилось давление наддува и частота вращения ГТН – параметры характеризующие работу ГТН.

Более высокое содержание серы в топливе IFO30, предъявляет, в первую очередь к смазочному маслу, требование полной нейтрализации конденсатов серной кислоты, образующихся в цилиндрах двигателя. Нейтрализация растворов серной

кислоты, конденсирующихся на деталях цилиндро-поршневой группы была достигнута применением смазочного масла CLADIUM 120 SAE 30 фирмы AGIP, с общим щелочным числом – TBN (total base number) 12 мг КОН/г.

После 4167 часов работы ГД на тяжелом топливе было произведено контрольное вскрытие третьего цилиндра, полученные результаты подтверждают правильность выбора смазочного масла. Все поршневые кольца были подвижны, блестели, риск на них не было. Боковые поверхности головки поршня выше первого кольца были покрыты бугристым налетом толщиной 0,2 – 0,7 мм. Тронк поршня был покрыт сажистым маслянистым слоем загрязнений, легко удаляемых ветошью. Износ цилиндровой втулки измеряли микрометрическим штихмасом в районе верхней кромки и была взята максимальная величина износа. Общее состояние деталей ЦПГ после опытной эксплуатации на тяжелом топливе в течение 4167 часов было признано хорошим.

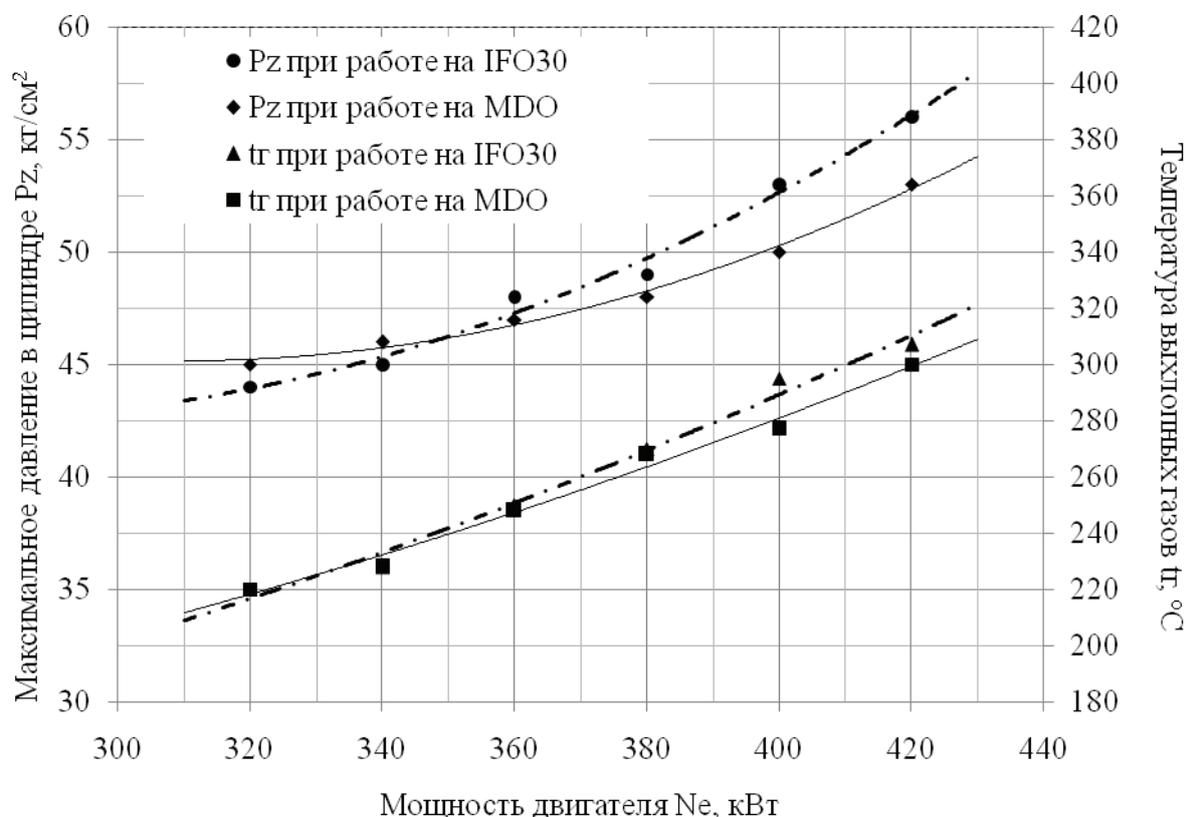


Рис. 1. Зависимость температуры выхлопных газов и максимального давления газов при работе ГД на IFO30 и MGO на различных режимах

Использование тяжелого топлива оказывает влияние на тепловую и механическую напряженность двигателя (5). На рисунке 1 приведены параметры, характеризующие тепловую и механическую напряженность двигателя.

На максимально развиваемой мощности средняя температура выхлопных газов ГД по цилиндрам при работе на дизельном топливе составила 300 °C, а на тяжелом топливе – 307 °C. Среднее значение максимального давления сгорания газов в цилиндрах ГД соответственно - 53 кг/см² и 56 кг/см². Таким образом можно сказать, что увеличение напряженности лежит в пределах нормы.

В результате выполненных модернизационных работ получили следующие результаты:

1. Главный двигатель 9TMS 410 стабильно проработал на тяжелом топливе IFO 30 в течение 4167 часов, отказов и неисправностей не было.

2. Использование топлива IFO30 с содержанием серы не более 2,5 % обеспечивает надежную длительную работу ГД при смазке дизеля маслом AGIP CLADIUM 120 SAE 30.

3. Улучшение характеристик ГТН VTR 320 за счет уменьшения площади соплового аппарата турбины на 13% привело к улучшению работы главного двигателя 9TMS 410 .

4. Годовой экономический эффект от перевода работы главного двигателя 9TMS 410 на тяжелое топливо составил 452114 USD.

Литература

1. Состояние мирового судостроения по данным Lloyds Register of Shipping. – российский судостроительный портал, 2004. /www.shipbuilding.ru.
2. Филиппов А.П. Техничко-экономическая эффективность использования тяжелого топлива в транспортных дизелях. – М.: Транспорт, 1978. – С. 236.
3. Большаков В.Ф., Кобринский Г.А., Полянцев Ю.Д. Пути повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов на морском транспорте. – М.: Мортехинформреклама, 1986.
4. Николаев Н.И., Савченко В.А. Современное состояние и техническая эксплуатация турбонаддувочных агрегатов.-Санкт-Петербург: Судостроение, 2005 – С.113.
5. Возницкий И.В. Современные судовые среднеоборотные двигатели. - Санкт-Петербург: “КСИ”, 2005 – С.116.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СУБЪЕКТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ

Петрова Н.Е., Кудрявцева В.З. (МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта)

Abstract. The analysis of the accident rate of vessels in modern conditions of operation is carried out. The subjective factors and their influence on safety of navigation are considered.

Аннотация. Проведен анализ аварийности судов в современных условиях эксплуатации. Рассмотрены субъективные факторы и их влияние на безопасность мореплавания.

1. Введение

Важнейшей проблемой на сегодняшний день является обеспечение безопасности мореплавания, представляющее чрезвычайно сложную и многогранную задачу, имеющую большое социальное значение.

В теории безопасности на море основное внимание должно быть уделено разработке метода анализа аварий. Необходимо рассмотреть все возможные случаи возникновения аварийных ситуаций.

2. Анализ аварийности судов в современных условиях эксплуатации

Несмотря на стремление специалистов повысить безопасность мореплавания, количество морских катастроф не сократилось, а в последние годы даже возросло. Соотношение между основными причинами гибели судов также сохраняется примерно постоянным. Так, столкновения являются причиной гибели в среднем 10,3 % общего количества погибших судов. На посадки на грунт, опрокидывания и пожары приходится соответственно 33,1; 38,9 и 17,7 % ежегодных потерь судов.

Проблемы безопасности мореплавания находятся в центре внимания исследователей и проектировщиков. Основной путь их решения заключается в повышении надежности судов, что достигается за счет рационального проектирования корпуса и других конструктивных элементов судна, улучшения мореходных качеств, совершенствования средств навигации и противопожарной защиты, а также принятия других мер.

Тем не менее, аварии могут возникать как в результате технического состояния судна, так и по вине экипажа.

3. Влияние субъективных факторов на возникновение аварийных ситуаций

Аварии морских судов нередко обусловлены такими субъективными факторами, как уровень квалификации персонала и организации службы на судне. По оценкам специалистов, причинами 80% всех аварий являются неправильные действия экипажа.

Рассмотрим это на примере исследования эффективности средств обеспечения управляемости судов с целью снижения вероятности их столкновений и посадок на грунт. Аварии этих категорий являются наиболее частыми. Так, в зависимости от размеров судна ежегодная вероятность его гибели при столкновении и посадке на грунт колеблется в пределах 0,30-0,50 %. Если исходить из 25-летнего срока эксплуатации судна, то общая вероятность гибели по названным причинам составит около 10 %.

Существует необходимость совершенствования маневренных характеристик морских судов. Вместе с тем существует мнение о бесперспективности принятия технических мер. Сторонники его ссылаются на роль ошибок судоводителей в возникновении аварийных ситуаций.

Для оценки влияния субъективных факторов может быть представлен следующий подход для анализа эффективности работы рулевого устройства при выполнении простейшего маневра (рис.1).



Рис.1. Схема оценки квалификации персонала.

Анализ субъективных факторов возникновения аварийных ситуаций позволяет выявить их основные категории:

- невыполнение требуемых действий;
- неточные выполнения требуемых действий;
- выполнение не требуемых действий.

Анализ ошибок имеет вид:

- ошибки типа отклонений;
- ограничения, связанные с недостатком знаний;
- вариантность результатов;
- обратимость ошибки (исправления);
- ошибочные реакции;
- время реакции;
- ошибки, связанные со спецификой операций.

Классификация аварийных ситуаций по различным причинам.

1) Возрастной фактор:

Возраст	Причины
22-25 лет	Малый опыт работы, недостаток профессиональных знаний, безответственность, легкомысленное отношение к служебным обязанностям, стремление быстро усовершенствовать свое мастерство и полностью освоить профессию
25-27-30 лет	Уверенность, переходящая в самонадеянность («лихие капитаны»), переоценка опыта и знаний
30-40-45 лет	Устойчивая работоспособность, достаточный профессиональный опыт
45-50 лет	Переутомление, нервно-психическое истощение (особенно в условиях Севера), эмоциональная усталость, стресс-факторы.
50-55 лет	Начало угасания профессиональных и психофизиологических возможностей, некоторое снижение работоспособности
55-60 лет	Значительное снижение профессиональных возможностей, работоспособности, психофизиологических возможностей организма

2) Зависимость от времени суток:

- 32% аварий совершено при хорошей видимости;
- 68% аварий совершено в ночное время и в период полярной ночи.

3) Зависимость от степени образованности специалистов:

- 85% аварийщиков имеют среднее профессиональное образование (ШУКСы,

техникум, среднее мореходное училище). Эту причину аварий можно квалифицировать как недостаток профессиональных знаний;

15% аварийщиков представляют судовые операторы с высшим образованием.

4) Зависимость от психического и физического состояния аварийщиков.

Переутомление и перегрузки в экстремальных условиях промышленной обстановки в районах Крайнего Севера и полярной ночи:

физические - 10-15%;

психологические - 60 - 65%;

стресс факторы - 15 - 20%.

5) Зависимость от рабочего ритма:

пассивные ожидания и действия - 20% аварий;

быстрый темп и активные действия, стрессовые состояния - 80%.

6) Зависимость от метеорологических условий:

75% при хороших метеорологических условиях;

25% при тяжёлых - в условиях непреодолимых сил стихии, полярной ночи; среда неуправляемая и нерегулируемая, требует преодоления, что связано с психофизиологическим состоянием судовых специалистов, их профессиональной готовностью в данный момент.

Чрезвычайно острой в отношении безопасности мореплавания стала проблема автоматизации судов и сокращения численности экипажа. В стремлении автоматизировать судно и максимально сократить команду существует чрезвычайно опасный элемент. Ведь судно не может эксплуатироваться в автоматическом режиме всегда, кроме этого возможны поломки и аварии, отказы двигателей и систем автоматики.

4. Заключение

Проблема повышения квалификации морского персонала привлекает к себе все большее внимание и рассматривается как один из эффективных путей обеспечения безопасности мореплавания. Следует обратить внимание на сложность и многообразие функций, выполняемых командным составом и судовым персоналом.

Исследование объективных и субъективных предпосылок аварийных ситуаций на судах представляет большой научный и практический интерес. Он важен не только сегодня, но и в перспективе. Изучение субъективных факторов позволит полнее и глубже понять, выявить и объяснить условия работы морского персонала, режимы труда и отдыха, вопросы охраны труда, вопросы профессиональной ориентации и подготовки кадров для обеспечения безопасности мореплавания и исключения угрозы аварий судов.

Литература

1. Lloyd's Register of Shipping. Casualty Return. London, International marine organization, 1980-1990.
2. Lloyd's Register of Shipping. Statistical Tables. London, International marine organization, 1980-1990.
3. The statistical record of collisions and groundings. Oslo, Карлсен, Кристиансер, 1980.
4. Александров М.Н. Безопасность человека на море. Л., Судостроение, 208 с., 1983.
5. Анохин А.И. Развитие рыбной промышленности. М., МРХ СССР, 245 с., 1980.
6. Кудрявцева В.З., Ходий О.А. Эргономика на флоте рыбной промышленности. Мурманск, Север, 264 с., 2002.
7. Кудрявцева В.З., Ходий О.А. Основы общей психологии. Мурманск, Север, 64 с., 2004.

К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ СУДОСТРОЕНИЯ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ

Смирнов А.Ж. (МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта, e-mail: nwss@inbox.ru)

Аннотация. Статья рассматривает возможности и перспективы развития судостроения в Северо-Западном регионе.

По статистическим данным, объём выпуска судостроительной продукции в 2005 г. достиг 69,3 млн. т дедвейта, побив рекорд установленный ещё в 70-х годах XX века. Общемировой портфель заказов в 2005 г. увеличился более чем в 2 раза по сравнению с 2002 г. и на начало 2006 г. достиг около 5 тыс. судов дедвейтом 230,5 млн. т.

Высокий спрос на новые суда (танкеры, навалочники, контейнеровозы и газовозы) в мире в 2004 г. повлек за собой значительные капиталовложения – 75,8 млрд. дол. (2).

Исторически сложилось таким образом, что все прогнозы развития судостроения рассчитаны обычно на относительно короткий период – предельно до 2010 г. Судостроение тесно связано с развитием большого числа других отраслей промышленности. Потребность в пополнении флота зависит от объёмов и структуры перевозимых грузов, возраста судов действующего флота и экономических показателей их работы. Структурная перестройка нефтегазового сектора и, прежде всего, увеличение роли сжиженного газа окажут большое влияние на мировое судоходство, а значит и на судостроение, что особо актуально для Северо – Западного региона России.

Российское судостроение сегодня не в состоянии конкурировать с мировыми лидерами в силу ряда объективных причин к которым можно отнести:

- научно-техническое отставание и сокращение ассигнований на разработку новейших наукоёмких морских и судостроительных технологий;
- моральное и физическое старение основного технологического оборудования предприятий отрасли;
- отсутствие необходимых средств на содержание и обновление основных производственных фондов;
- действующие условия кредитования.

Такие жесткие условия заставляют российских судовладельцев и заказчиков судов уходить с отечественного судостроительного рынка.

В тоже время, не в полной мере используются резервы таких хорошо освоенных сегментов рынка, как атомные ледоколы, научно-исследовательские, гидрографические и другие специализированные суда, яхты, нефте- и газодобывающие платформы.

С учётом освоения морского шельфа возможно увеличение спроса на арктические танкеры и газовозы для перевозки сжиженных газов. Для этого необходимо провести модернизацию производства и принять меры экономико-правового характера (2).

Ключевыми ориентирами стратегии развития судостроительной промышленности являются (3):

- военная безопасность;
- топливно-энергетическая безопасность;
- транспортная безопасность;
- продовольственная безопасность (обеспечение необходимым тоннажем рыболовного флота);

- обеспечение деятельности России в области исследований Мирового океана;
- обеспечение мобилизационной готовности и устойчивого функционирования экономики в чрезвычайных ситуациях.

В региональном разрезе в настоящее время особенно выделяется судостроение, расположенное на территории Северо-Западного федерального округа. Здесь сосредоточен основной научно-технический и производственный потенциал судостроения. Он обеспечивает более 80% НИОКР и свыше 70% (3) промышленного производства отечественного судостроения. Здесь сосредоточен также основной экспортный потенциал судостроения.

Вместе с тем вопросы финансирования капитальных вложений в модернизацию и техническое перевооружение предприятий отрасли не вошли в федеральную целевую программу «Развитие гражданской морской техники на 2009-2016 годы», так как это в соответствии с требованиями финансово-экономического блока Правительства РФ должно решаться в рамках частно-государственного партнёрства.

Технически обоснованным и экономически целесообразным в Северо-Западном регионе считается реализация таких инвестиционных проектов, как:

1. Реконструкция и модернизация основных производственных мощностей в Северодвинске для создания в Северном регионе современного судостроительного комплекса с сухим доком и кранами грузоподъёмностью до 1200 т с целью строительства морских платформ и крупнотоннажных судов для арктического шельфа. Возможны два варианта размещения сухого дока – на территории «Севмашпредприятия» в районе Никольской губы и на территории ЦС «Звёздочка». В том и другом случае предусматривается создание мощностей по переработке металла в объёме до 100 тыс. т в год при взаимной кооперации этих предприятий.

2. Реконструкция производственных мощностей и создание в Западном регионе современного судостроительного комплекса с сухим доком и кранами грузоподъёмностью до 1200т на территории ОАО СЗ «Северная верфь» для строительства крупнотоннажных кораблей и судов. Одновременно модернизируются мощности ФГУП «Адмиралтейские верфи» и ОАО ПСЗ «Янтарь» (4).

В заключение несколько слов о рыболовном флоте. Состав рыбопромысловых флотов постоянно меняется. Сейчас он насчитывает более 2,5 тыс. судов различного назначения. Возраст более половины судов свыше 20 лет. В настоящее время около 60% рыбопромысловых судов России эксплуатируется сверх нормативного срока службы. Возникает необходимость обновления флота добывающих организаций. Вместе с тем сложилась негативная практика приобретения подержанных судов иностранной постройки, прежде всего по договорам бербоут-чартера. В создании больших и средних рыбопромысловых судов отечественная промышленность участия практически не принимает. При этом у российских предприятий есть возможность полностью удовлетворять спрос рыбаков в указанном секторе (1).

Таким образом, развитие судостроения и обновления флота идет различными путями, которые во многом предопределены экономическим развитием страны и развитием научно-технического и производственного потенциала.

Литература

1. Об основных направлениях государственной промышленной политики и её реализации в судостроительной промышленности. Тезисы из выступления министра промышленности и энергетики РФ В. Христенко на Парламентском часе в Государственной Думе РФ 14 февраля 2007 г. Судостроение № 2 2007 г. стр. 59-62.

2. Коледова Т.А. Анализ изменений мирового рынка судостроительной продукции. Судостроение № 3 2007 г. стр. 53-57.
3. Стратегия развития судостроительной промышленности на период до 2020 года и на дальнейшую перспективу. Судостроение № 6 2007 г. стр.7-11.
4. Горбач В.Д. Модернизация производственных мощностей и освоение новых технологий – необходимое условие обеспечения конкурентоспособности судостроения России. Судостроение № 6 2007 г. стр.59-63.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ ПОРШНЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Баева Л.С. Тиунов Ю.Ю. Кумова Ж.В. (МГТУ, кафедра ТМ и С)

Abstract. In article the way restoration aluminium pistons of diesel engines which essence is submitted, that it is accessible, actual and does not demand equipment.

Поршень служит для передачи силы давления газов на шатун или на поршневой шток, передачи нормальной силы на стенку цилиндра, образования камеры сгорания и обеспечения ее герметичности, управления открытием и закрытием окон.

По конструктивному выполнению различают поршни тронковых дизелей (цельные или составные, неохлаждаемые или охлаждаемые) и крейцкопфных - составные охлаждаемые.

Во время работы дизеля поршень нагревается и расширяется больше, чем цилиндровая втулка. Головка поршня воспринимает давление газов и осуществляет газораспределение (в двухтактных дизелях), тронк выполняет роль ползуна, скользящего по стенке цилиндра, передает на нее нормальную силу и перекрывает выпускные и продувочные окна при положении поршня в ВМТ для предотвращения прорыва газов и продувочного воздуха в картер (в двухтактных дизелях). Юбка поршня в крейцкопфных дизелях обеспечивает его центровку в цилиндре и перекрывает окна при положении поршня в ВМТ (в двухтактных дизелях с неуправляемым выпуском).

Для предотвращения заедания поршня предусматривают тепловой зазор. Наиболее интенсивно нагревается головка поршня. Поэтому радиальный зазор между головкой и втулкой устанавливают больше, чем между тронком (или юбкой) и втулкой. Для этого головку поршня изготавливают меньшего диаметра, чем тронк, или обрабатывают ее на конус (рисунок 1, б). Зазор зависит от диаметра цилиндра, конструкции, материала и условий охлаждения поршня, его устанавливают опытным путем, так как при увеличении зазора возрастает температура газа (рисунок 1, в) и поршня над верхним поршневым кольцом, ухудшая условия его работы. Зазор между тронком и втулкой должен обеспечивать только свободное перемещение поршня. Большой зазор вызывает стуки при переходе поршня через мертвые точки, так как нормальная сила изменяет свое направление и перекадывает поршень в цилиндре с одной стороны на другую.

У тронковых дизелей с чугунными поршнями диаметральный тепловой зазор (2δ) между головкой и втулкой обычно равен $0,006D$, а между тронком и втулкой - $0,001D$; для поршней из алюминиевых сплавов зазоры устанавливают приблизительно в 2 раза больше.

Условия работы поршня состоят в том, что он подвергается воздействию больших механических и термических нагрузок. Механические нагрузки возникают под действием силы давления газов и силы инерции. Сила давления газов P_g вызывает циклически повторяющуюся деформацию днища и стенки поршня (см. рисунок 1, а), а сила инерции P_j - стремится разорвать шпильки крепления головки или днища (в составных поршнях).

Термические нагрузки обусловлены непосредственным соприкосновением головки поршня с горячими газами (через поршень отводится 8-10% теплоты, выделяющейся при сгорании топлива в цилиндре). Тепловая нагрузка поршня резко возрастает при увеличении диаметра цилиндра (квадратичная зависимость) и при переходе от четырехтактного ($m = 2$) к двухтактному ($m = 1$) циклу.

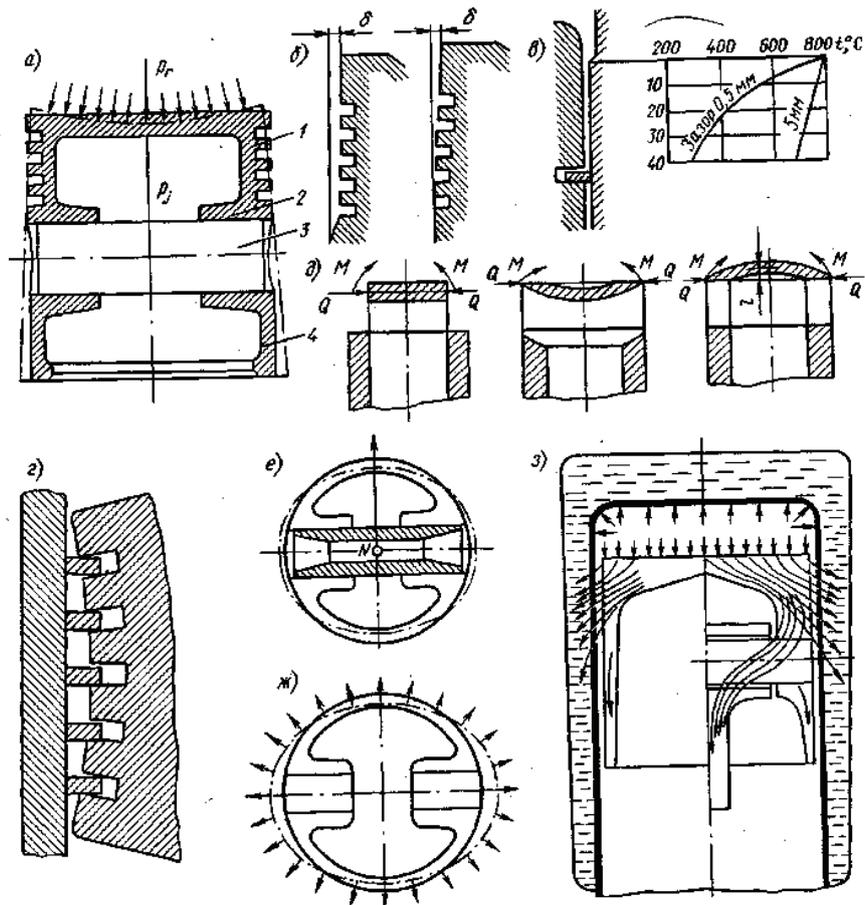


Рисунок 1 - Условия работы поршня

У тронковых дизелей при прочих равных условиях тепловая нагрузка поршня выше, чем у крейцкопфных, вследствие дополнительного нагрева тронка поршня от трения о стенку цилиндра. У двухтактных дизелей с контурной схемой газообмена неравномерный нагрев поршня приводит к значительной асимметрии температурного поля относительно его оси и возникновению дополнительных термических напряжений.

Сильный нагрев головки снижает ее прочность, а значительные перепады температур (осевой и радиальный) вызывают в днище поршня высокие термические напряжения, и головка деформируется (рисунок 1, з).

Термические напряжения и характер деформации существенно зависят от формы днища поршня. Если днище условно отделить от стенок головки поршня, то при линейном изменении температуры по толщине термические напряжения в днище не возникнут, а его свободная тепловая деформация выразится в увеличении наружного диаметра и изгибе в сторону газов. В реальных условиях свободной тепловой деформации днища будут препятствовать более холодные стенки головки поршня, и в местах соединения возникнут изгибающие моменты M и сжимающие усилия Q (рис. 1, д). В результате плоское днище и вогнутое будут изгибаться в сторону холодных поверхностей, и на горячих поверхностях днищ (со стороны газов) возникнут термические напряжения сжатия, усиливающиеся за счет циклически действующих механических нагрузок; холодные поверхности днищ под действием тепловых и механических нагрузок будут испытывать напряжения растяжения. Если во время работы дизеля температура днища достигнет значения, при котором возникает явление «криппа» (ползучести материала), то напряжения сжатия на горячей поверхности снимаются. После уменьшения нагрузки или остановки дизеля поршень охлаждается

и в нем возникают остаточные напряжения растяжения, которые могут вызвать трещины, прогрессирующие при дальнейшей работе дизеля с попеременными нагревами и охлаждениями поршня. В выпуклом днище поршня сила Q на плече l создает изгибающий момент, противоположный по знаку моменту M и обычно более значительный по значению. В результате на горячей поверхности выпуклого поршня возникнут напряжения растяжения. С учетом противоположного направления действия механических нагрузок от газовых сил выпуклая форма днища является наиболее целесообразной.

У тронковых дизелей в результате действия силы давления газов на днище поршня (см. рисунок 1, а), нормальной силы N на боковую поверхность (рисунок 1, б) нагрева от головки поршня и теплоты трения (рисунок 1, в) деформируется также тронк поршня. Вследствие неравномерного распределения металла по сечению тронка он принимает овальную форму с большей осью по оси поршневого пальца, который является как бы направляющей при деформации. В результате между цилиндрической втулкой и тронком может возникнуть натяг, что приведет к заеданию поршня.

У крейцкопфных дизелей юбка поршня разгружена от нормальной силы N , но может касаться стенки цилиндра при большом зазоре в паре ползун-параллель, а также вследствие вибраций и разности давлений на боковую поверхность поршня со стороны выпуска и продувки в момент открытия выпускных окон (в двухтактных дизелях с контурной продувкой).

Наибольшие термические напряжения от радиального перепада температур возникают в днищах неохлаждаемых, а от осевого - в днищах охлаждаемых поршней, хотя общий уровень тепловой нагрузки у последних ниже.

У крейцкопфных дизелей юбка поршня разгружена от нормальной силы N , но может касаться стенки цилиндра при большом зазоре в паре ползун-параллель, а также вследствие вибраций и разности давлений на боковую поверхность поршня со стороны выпуска и продувки в момент открытия выпускных окон (в двухтактных дизелях с контурной продувкой).

Наибольшие термические напряжения от радиального перепада температур возникают в днищах неохлаждаемых, а от осевого - в днищах охлаждаемых поршней, хотя общий уровень тепловой нагрузки у последних ниже.

У неохлаждаемых поршней теплота от головки отводится охлаждающей водой (рисунок 1, з) через поршневые кольца (60-80%) и тронк (20-40%). Некоторое количество теплоты отводится через поршневой палец к шатуну, а также передается картерным газам и масляному «туману». (1)

К конструкции поршня предъявляют следующие основные требования: наименьшая теплонапряженность, т. е. температуры днища и стенок головки в зоне поршневых колец должны быть по возможности снижены при минимальных перепадах температур в радиальном и осевом направлениях; меньшая масса (для снижения сил инерции) при достаточной прочности и жесткости (для предотвращения деформации). Кроме того, материал головки должен быть жароупорным, жаропрочным и жаростойким, а направляющей части - износостойким, иметь хорошие антифрикционные свойства и малый коэффициент линейного расширения.

Материал цельных поршней: серый чугун СЧ30, СЧ35, высокопрочный чугун ВЧ45-0, ВЧ50-1,5 и алюминиевые сплавы литейные жаропрочные АЛ1, АЛ 19 или деформируемые АК2, АК4. В составных поршнях головку или днище изготавливают отъемными из легированной стали (обычно молибденовой или хромо-молибденовой), а направляющую часть - из чугуна или алюминиевого сплава. Это дает возможность получить жароупорную конструкцию при относительно небольшой массе и заменять при необходимости только головку поршня.

Тронки из алюминиевых сплавов подвергают анодизации в электролитической ванне для образования пленки хрома, предотвращающей возникновение на поверхности тронка твердых кристаллов окиси алюминия, способствующих усиленному изнашиванию и задиру тронка и втулки. Для ускорения приработки поверхность тронка иногда покрывают гальваническим способом тонким слоем.

Высокий коэффициент теплопроводности алюминиевых сплавов (в 3-4 раза выше, чем у чугуна и стали) и небольшой коэффициент трения дают возможность снизить температуру днища поршня, его массу и силы инерции, а также потери на трение. Кроме того, поршни из алюминиевых сплавов более технологичны при изготовлении и на их поверхностях меньше образуется нагара. Передача теплоты от газов к алюминиевому поршню на 30-40% меньше, чем к чугунному или стальному.

Вследствие более низкой температуры (и, следовательно, лучшего наполнения цилиндров воздухом) и меньших потерь на трение при замене чугунных поршней поршнями из алюминиевых сплавов мощность дизеля может быть повышена на 10-15%, а расход топлива снижен.

Недостатки поршней из алюминиевых сплавов: малая прочность при высоких температурах, быстрая разработка канавок поршневых колец и бобышек поршневого пальца, относительно высокая стоимость. Из-за большого коэффициента линейного расширения алюминиевых сплавов (в 2-2,5 раза выше, чем у чугуна и стали) необходимо увеличивать радиальный зазор между тронком поршня и цилиндром почти в 2 раза по сравнению с чугунными поршнями, что затрудняет пуск дизеля, вызывает стуки в цилиндрах при работе на малых нагрузках и увеличивает тепловую нагрузку верхних поршневых колец.

Конструкция поршня зависит от типа дизеля и уровня его форсировки.

Днище поршня для увеличения жесткости иногда подкрепляют ребрами 3 (рисунок 2, а). Карманы 1 на днище (рисунок 2, а, б) в четырехтактных дизелях предусматривают для обеспечения свободного открытия газораспределительных клапанов, а для выемки поршня из цилиндра по краям днища часто сверлят и нарезают отверстия 2 (рисунок 2, б, в) для рымов. Для предотвращения нагарообразования на поверхности днища и защиты поршневого подшипника от теплового излучения внутреннюю поверхность головки поршня иногда закрывают кожухом 1 (см. рисунок 2, в). Форма днища ВОД и СОД определяется главным образом способом смесеобразования, а МОД и форсированных СОД-условием обеспечения наименьшей теплонапряженности головки. Поэтому днище поршня МОД чаще всего выполняют плоским (с маловогнутой или с маловыпуклой поверхностью), так как такая форма имеет наименьшую поверхность нагрева и более равномерное распределение температур в осевом направлении. В днищах поршней МОД обычно не делают сверления для рымов, являющиеся концентраторами напряжений, а для демонтажа применяют специальные бандажы, надеваемые на верхнюю часть головки.

Высота головки поршня зависит от размеров и расположения поршневых колец, а также расстояния канавки верхнего кольца от кромки днища. Для обеспечения лучшего отвода теплоты и более совершенных условий работы верхнего поршневого кольца его канавку размещают по возможности дальше от днища так, чтобы при положении поршня в ВМТ кольцо было не выше уровня охлаждающей воды в зарубашечном пространстве; у двухтактных дизелей с контурной продувкой положение верхнего кольца согласуют с расположением верхних кромок окон.

Канавки поршневых колец для обеспечения свободного радиального перемещения колец, предотвращения местного изнашивания и наклепа выполняют специальной формы. Для предотвращения быстрого изнашивания канавок их нижние поверхности хромируют или закаливают, в канавках устанавливают кольца из

легированного чугуна с высокой механической прочностью, в головку поршня из алюминиевого сплава заливают обойму 1 (рисунок 2, д) из аустенитного чугуна с большим содержанием никеля для одного или двух верхних колец.

Для уменьшения тепловой нагрузки верхних поршневых колец у неохлаждаемых поршней в ряде случаев предусматривают наружные, а у охлаждаемых поршней внутренние «тепловые дамбы». Наружная дамба 2 (см. рисунок 2, д) представляет собой глубокую канавку над верхним кольцом, создающую высокое термическое сопротивление (за счет малой теплопроводности газа) и заставляющую тепловой поток устремляться в обход верхних колец к нижним кольцам. Внутренняя дамба 3 (см. рисунок 2, д), 1 (рисунок 2, г)-это внутренняя круговая полость над поясом поршневых колец, уменьшающая поток теплоты к верхним кольцам за счет теплоотвода к охладителю поршня.

Длину тронка поршня определяют в зависимости от допустимого удельного давления на стенку цилиндра и системы газообмена (в двухтактных дизелях). Толщину стенок тронка под уплотнительными кольцами в цельных неохлаждаемых поршнях часто резко уменьшают (см. рисунок 2, а, б) для снижения теплотока к тронку, предотвращения его перегрева, деформации и заедания поршня. Необходимую жесткость тронку обеспечивают его оребрением.

В ВОД с поршнями из алюминиевых сплавов для снижения температуры тронка и уменьшения зазора в паре тронк-цилиндр между головкой поршня и тронком или в тронке иногда делают прорезь; в этом случае упругий тонкостенный тронк деформируется независимо от деформации головки поршня. Однако прорезь уменьшает жесткость поршня, поэтому в форсированных дизелях тронк не прорезают, а обрабатывают на конус (основание конуса в нижней части тронка).

Для снижения сил трения и износа тронка на его поверхности иногда выполняют клинообразные углубления. При перетекании масла из одного углубления в другое создается гидродинамическое давление, способствующее уменьшению трения и износа.

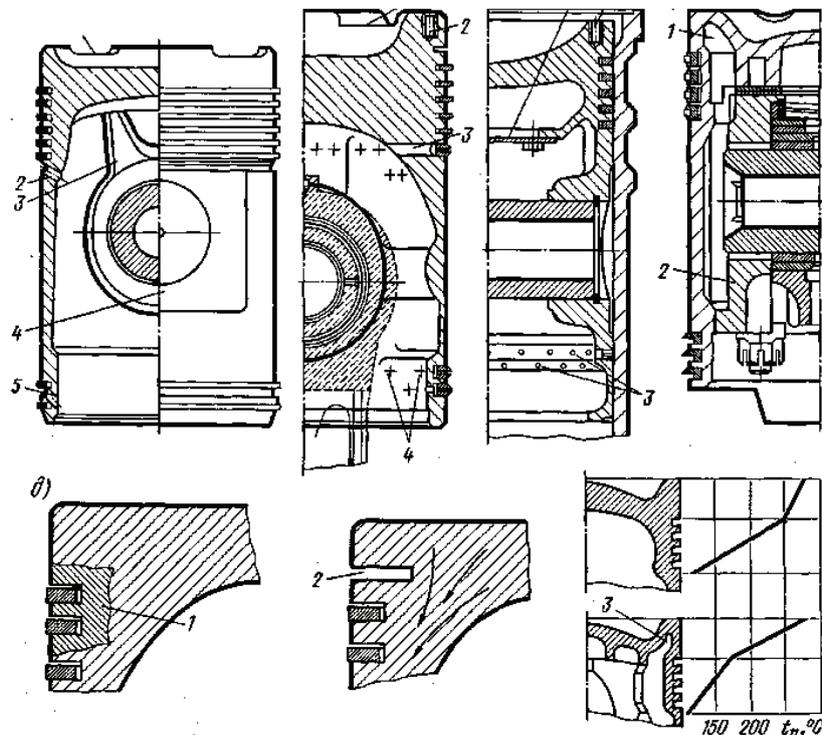


Рисунок 2 – Конструктивные особенности поршней

Утолщение в нижней части тронка служит для его ужесточения и предотвращения возможных деформаций при сборке и разборке (иногда для этого к торцу юбки крепят стальное кольцо), подгонки поршней по массе и использования в качестве технологической базы при обработке поршня. Канавки для маслосъемных колец располагают на тронке выше или ниже поршневого пальца. В первом случае тронк будет обильно смазываться маслом, что способствует снижению его износа. Однако в двухтактных тронковых дизелях для уменьшения попадания масла в окна канавки обычно располагают в нижней части тронка (рисунок 2, г). Под канавками для колец или в самих канавках высверливают отверстия 2, 5 (см. рисунок 2, а), 3, 4 (см. рисунок 2, б) для отвода масла.

В направляющей части поршней МОД и мощных СОД делают круговые канавки в виде «ласточкина хвоста», в которые закатывают противозадирные кольца из свинцовистой или оловянистой бронзы; после проточки диаметр колец на 0,1-0,4 мм больше диаметра поршня. Указанные кольца одновременно служат для амортизации ударов юбки о стенку цилиндра, привалки поршня по цилиндру и контроля его положения в эксплуатации.

Для предотвращения заедания поршня вследствие неравномерной деформации тронка выполняют следующие мероприятия:

- в районе бобышек поршня сошлифовывают часть металла или выбирают «карманы»-холодильники 4 (см. рисунок 2, а). Во втором случае уменьшается местная концентрация металла и масса поршня;
- тронк поршня изготавливают овальным с большей осью в плоскости, перпендикулярной оси поршневого пальца (во время работы дизеля тронк приобретает цилиндрическую форму);
- поршневой палец закрепляют в цилиндрическом пространстве 2 (см. рисунок 2, г), прикрепленном к головке поршня. При этом тронк поршня не имеет бобышек и отверстия для пальца и при нагреве деформируется равномерно.

Для улучшения отвода теплоты от днища у неохлаждаемых поршней увеличивают толщину днища от центра к кромкам и сечение головки в зоне колец (см. рисунок 2, а, б), и поршни изготавливают из алюминиевых сплавов, имеющих высокий коэффициент теплопроводности.

У форсированных ВОД применяют тепловую изоляцию днища поршня. Для этого на днище закрепляют стальную жаростойкую накладку или наносят керамическое жаростойкое покрытие (карбид вольфрама с присадкой кобальта, карбид хрома с присадкой никеля и др.). В обоих случаях происходит перераспределение статей теплового баланса дизеля: уменьшается теплоток в поршень и увеличивается температура выпускных газов.

Снижение теплонапряженности охлаждаемых поршней достигается тщательной отработкой их конструкции (выбор материала, оптимальных стенок и т.д.) и системой охлаждения. В качестве охладителя применяют масло или воду.

Основное преимущество масляного охлаждения - возможность применения в тронковых и крейцкопфных дизелях (протечки масла в картер не опасны), а основной недостаток-вероятность коксования масла, резко ухудшающего теплоотвод.

Преимущества водяного охлаждения: высокая теплоемкость воды (почти в 2,5 раза выше, чем у масла) и больший коэффициент теплоотдачи от стенок поршня к воде. Основные недостатки: возможность применения только в крейцкопфных дизелях; необходимость тщательного изготовления и изоляции системы подвода и отвода воды.

В судовых тронковых дизелях используют следующие способы охлаждения поршней.

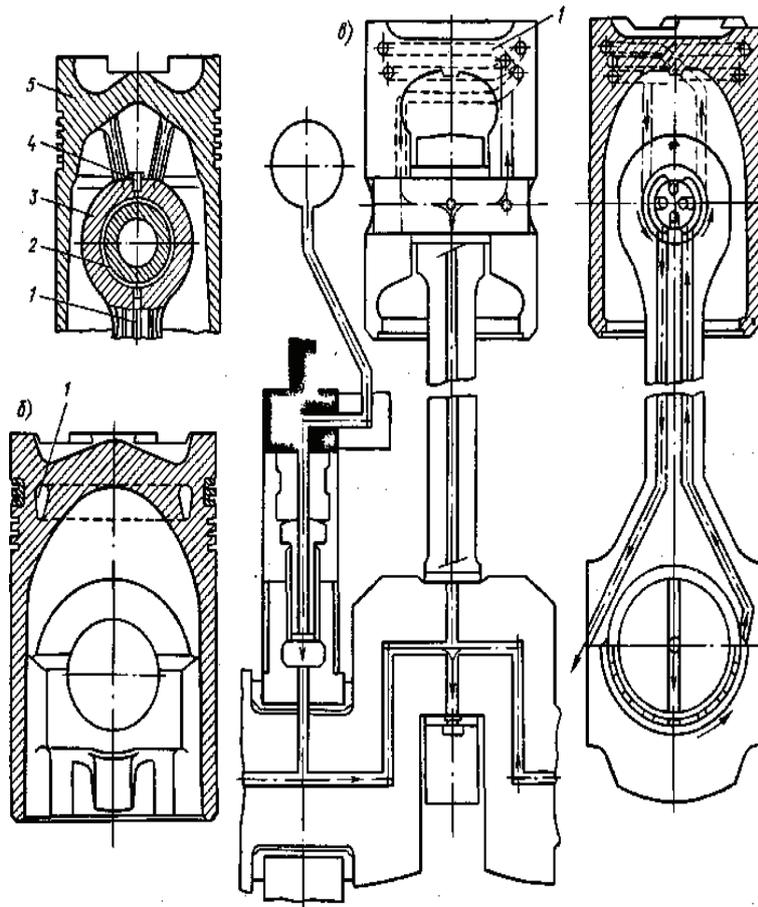


Рисунок 3 – Способы охлаждения поршней тронковых дизелей

Струйное (фонтанное) охлаждение (рисунок 3, а) применяют при умеренной теплонапряженности поршня. Масло по сверлению 1 в шатуне поступает в кольцевую канавку 2 поршневого подшипника 3, через сопло 4 струей оmyвает днище поршня 5 и стекает в картер дизеля.

Проточное охлаждение - с помощью змеевика 1 (рисунок 3, в), залитого в тело головки при изготовлении поршня, или посредством кольцевой полости / (рисунок 3, б). В змеевик масло обычно поступает по сверлениям в шатуне и поршневом пальце, а затем из поршня или через сверления в пальце и шатуне (см. рисунок 3, в) сливается в картер, а в кольцевую полость - по сверлениям в шатуне и поршневом пальце или через сопло, установленное в картере дизеля соосно с вертикальным сверлением в теле поршня.

Охлаждение взбалтыванием масла (за счет «коктейль-эффекта») является наиболее эффективным, его широко применяют в современных судовых дизелях. Сечения подводящих и отводящих масло каналов или высоту сливных отверстий подбирают таким образом, чтобы полость охлаждения была заполнена маслом только частично.

Под действием сил инерции масляный объем попеременно отбрасывается то к верхней, то к нижней части полости охлаждения, интенсивно оmyвая нагретые зоны поршня. Нагретое масло заменяется поступающим в поршень холодным маслом. Высокий коэффициент теплоотдачи в масло (почти в 2 раза больше, чем при циркуляционном охлаждении) обеспечивается за счет высокой средней скорости поршня и участия в теплообмене всей массы масла, а не только пограничного слоя. Вероятность коксования масла на охлаждаемых поверхностях поршня при охлаждении взбалтыванием значительно уменьшается.

В крейцкопфных дизелях применяют циркуляционное охлаждение поршней или охлаждение взбалтыванием. Охладитель подводят к поршню с помощью телескопических (масло или вода) или шарнирных качающихся труб (масло).

В 1987 г. на кафедре технологии машиностроения Калининградского технического института рыбной промышленности и хозяйства совместно с Западным СРЗ была разработана технология восстановления алюминиевых поршней дизелей аргоно-дуговой наплавкой с последующим магнитно-электрическим упрочнением (МЭУ) и выпущена технологическая инструкция № 971-1314 «Восстановление алюминиевых поршней с упрочнением канавок судовых ДВС».

В 1988 г. на Западном СРЗ создан участок централизованного восстановления алюминиевых поршней, обеспечивающий потребности рыбопромышленных предприятий Западного бассейна.

Последовательность восстановления алюминиевых поршней показана на рисунке. Использование в процессе аргонодуговой наплавки поршней проволоки диаметром 1,2 мм импортного производства, химический состав которой близок к отечественным сплавам АМг4 и АМг61, и оборудования фирмы «Кемпи» позволяет получить высокое качество наплавки и свести к минимуму появление трещин, пор, несплавлений и деформаций.

Режим процесса наплавки

Сила сварочного тока, А	120—180
Расстояние от сопла горелки до детали, мм	18—21
Частота, мин ⁻¹ :	
вращения поршня	0,19—0,21
колебания горелки	53
Амплитуда колебания горелки, мм	18
Скорость подачи сварочной проволоки, м/мин	15—17

В процессе упрочнения используют разработанное и изготовленное КТИРПХом устройство, состоящее из магнитопровода, индуктора, механизма осцилляции, компактного электрода, бункера и дозатора. Поршни устанавливают во вращатель, затем подают питание от преобразователя тока, используемого в электроэрозионных установках. Регулируют процесс упрочнения с тиристорного пульта управления. Наиболее оптимальными для МЭУ являются ферромагнитные порошки (грануляцией 0,4—1,2 мм) системы железо— бор в сочетании с мелкодисперсными активирующими неферромагнитными порошками (грануляцией 0,06—0,16 мкм) и флюсовыми добавками с активацией процесса упрочнения псевдокипящим слоем. Покрытие наносят в магнитном поле в виде «островков» высотой над поверхностью детали 0,2—0,3 мм, что значительно повышает твердость и износостойкость ее поверхности в процессе эксплуатации. Микротвердость упрочненного слоя составляет Нр 7,5—18 ГПа и зависит от материала детали и наплавочных порошков. Наплавленный слой после МЭУ представляет собой гетерогенную структуру в виде высокотвердых включений сложнелегированных боридов железа в матрице пересыщенного мелкозернистого твердого раствора материала детали. Деформация поршня после МЭУ отсутствует. (3)

Режим процесса упрочнения

Производительность, см ² /мин	10—20
Сила сварочного импульсного тока, А	30—50
Магнитная индукция в зоне упрочнения, Тл	0,4—0,8

Частота вибрации компактного электрода, Гц	50
Режим упрочнения	импульсный
Напряжение питания, В	220
Толщина слоя упрочнения, мм.	0,6—1,0

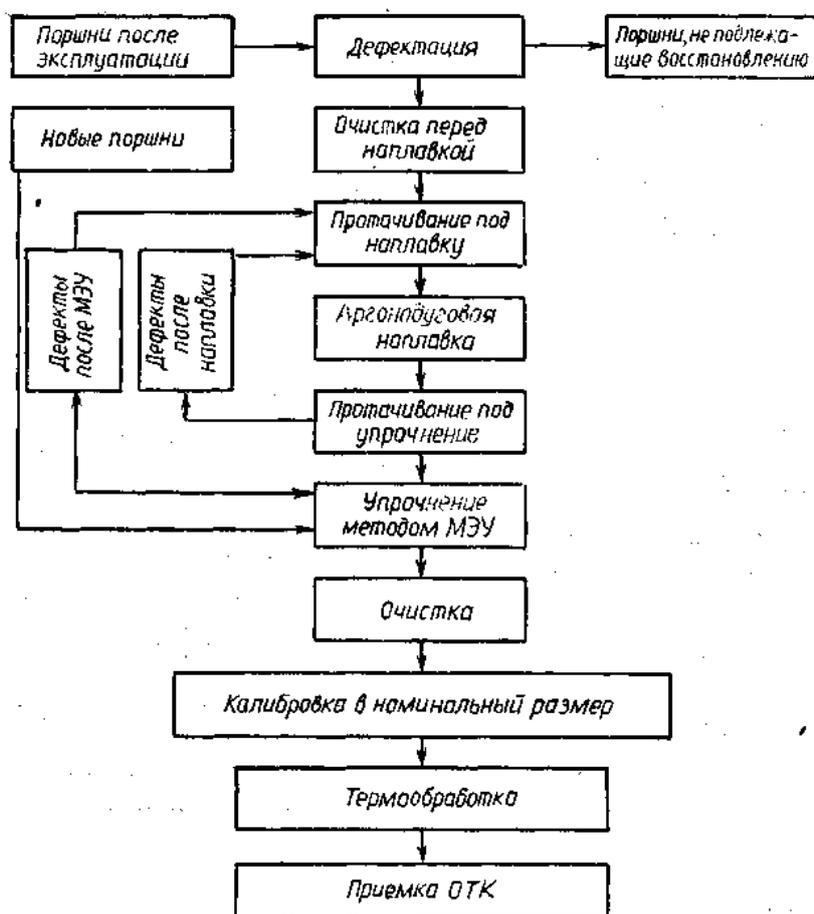


Схема 1 – Восстановление алюминиевых поршней дизелей

Испытания восстановленных алюминиевых поршней на судах показали высокую эффективность предложенной технологии. Срок службы до очередного ремонта восстановленных упрочнением алюминиевых поршней судовых ДВС значительно выше новых поршней импортного производства.

Предлагаемый способ упрочнения в отличие от диффузионного процесса доступен различным предприятиям и ремонтным службам, так как при этом не требуется дорогостоящее и сложное оборудование.

Литература

1. Возницкий И.В., Михеев Е.Г. Судовые дизельные установки. Учебник для мореходных училищ. – М.: Транспорт, 1983. – 308 с.
2. Гаврилов В.С., Камкин С.В., Шмелев В.П. Техническая эксплуатация судовых дизельных установок. М.: Транспорт, 1979. 415 с.
3. Восстановление алюминиевых поршней дизелей : производственно-технический сборник / В. И. Щербаков, И.Ф. Марченко. // Гипрорыбфлот. «Судоремонт флота рыбной промышленности №73». – М. : Транспорт, 1990. – с. 11-12.

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ СЕРПЕНТИНО-МАГНИЕВЫХ СОСТАВОВ В МАШИНАХ И МЕХАНИЗМАХ СЭУ

Самсонов А.В., Чурилов В.Л. (г. Санкт-Петербург, СПбГМТУ, кафедра СДВС и ДУ, e-mail: valeriy-churilov@rambler.ru)

Abstract. In the article questions of ship power plant repair without dismantling are considered. For solution of this problem authors suggest to use composition, which include serpentines and magnesium. On this moment there is extensive positive and negative experience of use this composition. Negative experience is explained by absence of science-based methodology. In article scientific problems and research tasks is defined.

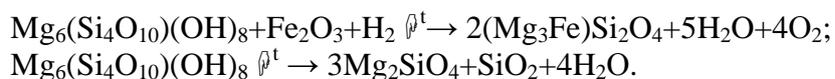
В настоящее время суда морского флота переведены на систему технического обслуживания и ремонта по их фактическому состоянию, проводится политика расширения объема работ по ремонту судового оборудования без вывода судов из эксплуатации. При этом непрерывное увеличение периода эксплуатации и уменьшения сроков ремонта судов усилили актуальность проблемы обеспечения заданной долговечности судового оборудования. Старение морского транспортного и рыбопромыслового флотов, финансовые, организационные и технические трудности с обеспечением запасными частями выдвигают актуальность проблемы восстановления изношенных деталей.

Восстановление изношенных деталей с целью их повторного использования в качестве запасных частей судового оборудования является одним из основных путей совершенствования технической эксплуатации флота на базе мировой стратегии ускоренного внедрения наукоемких и ресурсосберегающих технологий. Целенаправленное научно обоснованное решение этой задачи позволит повысить показатели надежности и эффективности эксплуатации судового оборудования за счет замены изношенных деталей на более долговечные, упорядочения и снижения расхода запасных частей, экономии материальных, трудовых и денежных ресурсов в сфере ремонтного производства и технического обслуживания флота. Свыше 80% изношенных деталей можно восстановить с целью их повторного использования. Однако применяемые в настоящее время судоремонтными заводами технологии в лучшем случае обеспечивают ресурс восстановленных деталей в пределах 40–50% от срока службы новой.

Решение проблемы радикального повышения долговечности связано с применением новых ресурсосберегающих технологий, позволяющих получать поверхностные слои детали со свойствами, существенно отличающимися от свойств металла детали. Новое качество поверхности восстановленной детали, в свою очередь, влияет на ресурс механизма, в который она входит.

Для решения данной проблемы целесообразно использование системы энергосбережения на основе серпентино-магниевых составов (СМС), основной эффект от применения которой заключается в восстановлении геометрии трущихся деталей и регулировании зазоров в сопряжениях трения. При этом также наблюдается изменение свойств трущихся поверхностей: шероховатости, коэффициента трения, износа, твердости. В результате происходит снижение механических потерь, повышение топливной экономичности двигателей, уменьшение потребления электроэнергии вспомогательными механизмами [1].

Эффект СМС основан в создании металлосиликатного слоя на поверхностях трения, в основу образования которого положена энергетическая теория, при которой происходят реакции замещения:



В процессе трения кристаллы Mg_2SiO_4 уплотняются и ориентируются в направлении относительного перемещения поверхностей трения, происходит рост их размеров, увеличивается твердость, и контакт трущихся поверхностей начинает осуществляться по металлосиликатной основе. Трение металлосиликатных поверхностей значительно уменьшается, локальные температуры трения снижаются, и рост металлосиликатной поверхности прекращается. Полученная металлосиликатная поверхность имеет одинаковый с основным металлом коэффициент линейного термического расширения, обладает высокой твердостью и свойствами диэлектрика. Коэффициент трения металлосиликатной поверхности составляет 0.03 – 0.07. При этом следует отметить, что если в штатных условиях машины и механизмы СЭУ выходят из строя по причине износа поверхностей, то после их обработки СМС, они начинают выходить из строя вследствие усталостных разрушений деталей. При этом срок безремонтной эксплуатации механизма становится практически равным его сроку службы.

Предлагаемая система энергосбережения позволяет существенно повысить качество восстановления деталей вследствие более полного использования возможностей, заложенных в конструкционных материалах и технологиях.

На данный момент существует опыт применения серпентино-магниевого состава для восстановления деталей узлов трения железнодорожного транспорта, автотранспорта, разнообразного судового и промышленного оборудования. В железнодорожном транспорте СМС успешно применяется для компрессоров и дизелей локомотивов [2, 3].

СМС также успешно прошли испытания на кафедре «Судовых двигателей внутреннего сгорания» Дальневосточной Государственной Морской Академии им. адм. Г.И.Невельского применительно к двигателю 4NVD24 фирмы SKL. Данные испытания проводились в присутствии представителя Российского Морского Регистра Судоходства. В результате испытаний было зафиксировано повышение и выравнивание по цилиндрам давления сжатия и максимального давления сгорания, восстановление зазоров в цилиндропоршневой группе и кривошипно-шатунном механизме двигателя практически до номинальных значений, снижение расхода топлива на 8 %.

В работе [4] подтверждена возможность использования СМС для подшипников турбин и электродвигателей промышленного назначения, а результаты исследований переданы ОАО «Новая Ивановская Мануфактура» для практической реализации.

Однако также существует и отрицательный опыт применения СМС. Так применение вышеуказанных составов в двигателях внутреннего сгорания приводит к следующим проблемам:

- обработанный агрегат теряет температурную стабильность, то есть температура охлаждающей жидкости в контуре охлаждения перестает реагировать на режим в зависимости от оборотов коленчатого вала и нагрузки. Это является следствием того, что на пути основного теплоотвода от поршня через поршневые кольца появляется дополнительное тепловое сопротивление – металлокерамический слой. Что приводит в конечном итоге к многочисленным выводам из строя двигателей по причине перегрева деталей цилиндро-поршневой группы (чаще всего это происходит на предельных режимах работы);

- из-за резко возрастающих температур втулки цилиндра происходит значительное увеличение расхода масла, а также нередки случаи отпуска термофиксированных поршневых колец;
- при применении СМС в парах трения с различными механическими свойствами, например: «тронк поршня – втулка цилиндра», «шейка коленчатого вала – вкладыш подшипника» и т.п., наблюдается простой абразивный износ, при котором твердые частицы минералов внедряются в мягкие поверхности, нарушая их структуру и ухудшая условия формирования смазочных слоев, что в конечном итоге приводит к выходу из строя механизма;
- при использовании СМС происходит неравномерное изнашивание пар (так в паре чугун – хром при использовании СМС износ хрома увеличивается на 13%, а износ чугуна снижается на 35%).

При обработке подшипников качения СМС наблюдалось внезапное разрушение обойм подшипников. Также были зафиксированы случаи «заклинки» компрессоров в процессе их обработки СМС.

В результате тщательного анализа результатов применения СМС, можно сделать вывод, что вышеперечисленные проблемы не являются непреодолимыми. Практически для каждого механизма существует оптимальная «точка» его обработки СМС, которая напрямую зависит от типа механизма, режимов его работы при обработке, размерности частиц применяемого СМС, его структурного состава, степени износа механизма и т.д. При этом ряд внешних факторов, возникающих вследствие применения СМС и нежелательных для одного механизма, часто способствует получению значительного положительного эффекта для другого.

Все это свидетельствует о необходимости разработки четкой, научно-обоснованной методики применения СМС в машинах и механизмах СЭУ. Только в этом случае можно гарантировать получение устойчивого положительного эффекта без наличия каких-либо отрицательных последствий. А это требует серьезных научных изысканий, так как на данный момент еще не существует объяснения явлениям фазовых превращений применительно к взаимодействию СМС с поверхностями трения, не написаны точные химические реакции данных превращений. Также не понятна роль воды в данных превращениях. Существует гипотеза, что ионы железа переменной валентности в присутствии воды могут способствовать проявлению автокатализа с образованием микроколлоидных частиц гидрооксида железа. Образование при этом разделительной пленки гидрофазы может происходить в результате фазовых превращений кристаллогидрат – вода – кристаллогидрат. Также следует отметить, что реакция разложения СМС протекает с поглощением тепла. А возникновение локальных температурных вспышек возможно лишь в экстремальных условиях сухого и полусухого трения. В условиях же гидродинамической и граничной смазки для подавляющего большинства трибосопряжений условия для протекания реакции разложения СМС или полностью отсутствуют, или реализуются лишь частично в зонах фактического контакта, предотвращая процессы схватывания (заедания) тяжело нагруженных пар трения [5].

То есть, для образования металлокерамической поверхности трения, обрабатываемые СМС машины и механизмы должны работать в режиме сухого или полусухого трения, для создания которого должны быть оптимально выбраны размеры частиц СМС. При этом для различных механизмов СМС должен подбираться различной размерности. Кроме этого, обработка узлов трения СМС должна производиться на определенных нагрузочных и скоростных режимах работы механизма, так как именно от этих параметров в большей степени зависит эффективность восстановления износа деталей узлов трения. Нарушение же этих

условий может привести к ухудшению технико-экономических показателей механизма и даже к его выходу из строя, что неоднократно наблюдалось на практике.

В заключение следует отметить, что эффективное и безопасное использование системы энергосбережения на основе СМС для машин и механизмов СЭУ невозможно без серьезных научных проработок и решения всех вышеперечисленных проблем.

Литература

1. Шаров Г.И., Румб В.К., Самсонов А.В. «Снижение трения в цилиндро-поршневой группе и кривошипно-шатунном механизме двигателей внутреннего сгорания за счет применения системы энергосбережения». Морской вестник, 2007. № 1, с 38-40.
2. Отчет ГАО "Latvijas dzelzceļš". «Отчет о проведении работ по определению возможности применения РВС-технологии на дизеле М756 дизельпоездов ДР1А и оценка ее эффективности». Рига. 2000.
3. Технологическая инструкция ТИ-734 «Обработка триботехническим составом РВС деталей и узлов локомотивных компрессоров». Проектно-конструкторское бюро Департамента локомотивного хозяйства МПС. 2001.
4. Зарубин В.П. «Разработка и исследование триботехнических свойств смазочных материалов, наполненных порошками геомодификаторов трения». Автореферат дисс... кандидата технических наук. Иваново. 2007.
5. Погодаев Л.И., Кузьмин В.Н., Дудко П.П. «Повышение надежности трибосопряжений». Санкт-Петербург. 2001.

СЕКЦИЯ
«АВТОМАТИКА И
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ
СУДОВ»

Секция «Автоматика и электрооборудование судов»

- ЕРШОВ А.М., ГРОХОВСКИЙ В.А., МАСЛОВ А.А., ВЛАСОВ А.В., КАЙЧЕНОВ А.В. Получение математической модели температурного поля в стерилизационной камере автоклава на основании результатов активного эксперимента 883
- МАСЛОВ А.А., ВИСКОВ А.Ю., КАЙЧЕНОВ А.В. Разработка и внедрение в учебный процесс лабораторных установок на базе оборудования «ОВЕН» 887
- МАСЛОВ А.А., ВЛАСОВ А.В., КАЙЧЕНОВ А.В. Особенности работы программно-аппаратного комплекса для экспериментального исследования температурного поля в стерилизационной камере автоклава периодического действия 891
- КРУПОРНИЦКИЙ Д.А., ВИСКОВ А.Ю. Эмулятор микропроцессорной системы УМК-1 894
- ПРОХОРЕНКОВ А.М., КАЧАЛА Н.М., САБУРОВ И.В. Оптимизация режимов работы тепловых станций на общие тепловые сети 895
- ПРОХОРЕНКОВ А.М., КАЧАЛА Н.М., ПОПОВ М.А. Интеллектуальная информационная поддержка операторов автоматизированной системы управления теплоэнергетическим предприятием 899
- ПРОХОРЕНКОВ А.М., ГЛУХИХ В.Г., САБУРОВ Е.И., САБУРОВ И.В. Интегрированная система управления теплоэнергетическим предприятием 903
- ПРОХОРЕНКОВ А.М., СОВЛУКОВ А.С., КАЧАЛА Н.М. Методы цифровой обработки информации в системах управления технологическими процессами 906
- ЕРШОВ А.М., МАСЛОВ А.А., СОВЛУКОВ А.С., ФАТЕЕВ В.Я., ЯЦЕНКО В.В. Определение выходной характеристики радиочастотного концентратомера водных растворов 909
- СОЛОДОВ В.С. Аналитическое прогнозирование технического состояния объектов с использованием методов планирования активного эксперимента 914
- ЕРШОВ А.М., МАСЛОВ А.А., КУРАМШИНА А.Р., ЯЦЕНКО В.В. Метод диэлектрической спектроскопии измерения физических свойств жидкостей 918

ПОЛУЧЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В СТЕРИЛИЗАЦИОННОЙ КАМЕРЕ АВТОКЛАВА НА ОСНОВАНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ АКТИВНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Ершов А.М.¹, Гроховский В.А.¹, Маслов А.А.², Власов А.В.²,
Кайченков А.В.² (МГТУ, каф. ТПП¹, каф. АиВТ², e-mail: ican2005@yandex.ru)

Abstract. This paper proposes mathematical model of temperature field in autoclave chamber based on the results of the active experiment. The results of processing experimental data by means of hardware-software complex are being analyzed.

В статье предлагается к рассмотрению математическая модель температурного поля в стерилизационной камере автоклава, полученная на основании обработки результатов активного эксперимента. Анализируются результаты получения и обработки экспериментальных данных программно-аппаратным комплексом.

В статьях (1, 2) рассматривался один из путей совершенствования процесса стерилизации, основанный на оптимизации системы управления температурой в стерилизационной камере автоклава по экстремальным точкам температурного поля.

В статье (2) предлагался общий вид математической модели температурного поля заполненного банками объема:

$$W_{\pm}(p, x, y, z) = \begin{cases} \frac{K_1(x, y, z)}{T_1(x, y, z) \cdot p + 1} \cdot e^{-\tau_1(x, y, z) \cdot p}, \frac{dG}{dt} > 0 \\ \frac{K_2(x, y, z)}{T_2(x, y, z) \cdot p + 1} \cdot e^{-\tau_2(x, y, z) \cdot p}, \frac{dG}{dt} \leq 0 \end{cases}, \quad (1)$$

где W_{\pm} – передаточная функция для точки с координатами x, y, z заполненного паром объема;

K_1, T_1, τ_1 – полиномиальные зависимости коэффициентов звена аппроксимации от координат x, y, z при нагреве, состоящего из аperiodического звена первого порядка и звена задержки;

K_2, T_2, τ_2 – полиномиальные зависимости коэффициентов звена аппроксимации от координат x, y, z при охлаждении, состоящего из аperiodического звена первого порядка и звена задержки;

G – временная зависимость подачи пара.

Полиномиальная зависимость (функция отклика) коэффициентов аппроксимирующего звена от координат точки размещения датчика имеет общий вид:

$$Y = b_x \cdot x + b_y \cdot y + b_z \cdot z + b_{xx} \cdot x^2 + b_{yy} \cdot y^2 + b_{zz} \cdot z^2 + b_{xy} \cdot x \cdot y + b_{yz} \cdot y \cdot z + b_{xz} \cdot x \cdot z, \quad (2)$$

где $b_x, b_y, b_z, b_{xx}, b_{yy}, b_{zz}, b_{xy}, b_{yz}, b_{xz}$ – выборочные коэффициенты регрессии.

Для получения математической модели и ее последующей обработки был создан программно-аппаратный комплекс, состоящий из микроконтроллерного регистратора с микропрограммным обеспечением, датчиков температуры и компьютерного программного обеспечения (3).

Комплекс для экспериментального исследования температурного поля в стерилизационной камере автоклава был опробован на модифицированном медицинском стерилизаторе ВК-30 лаборатории СТППГ кафедры ТПП МГТУ. Помимо получения собственно коэффициентов математической модели и оценки качества

работы комплекса удалось сделать выводы об успешности модернизации стерилизатора ВК-30 и о возможных путях совершенствования его как автоклава.

При проведении эксперимента в ВК-30 загружались бьюксы с балластными банками, заполненными водой. В бьюксах размещались пятнадцать датчиков температуры согласно плану эксперимента так, чтобы наиболее точно измерять температуру среды в соответствующих точках заполненного банками объема (рисунок 1).

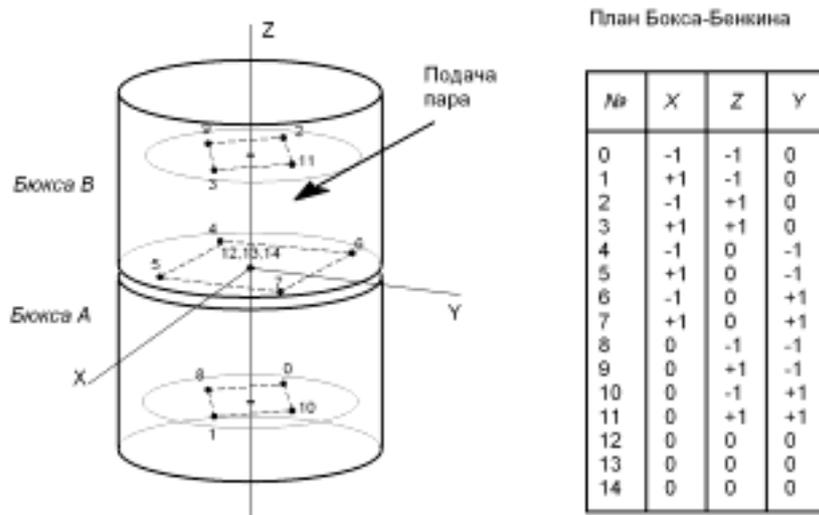
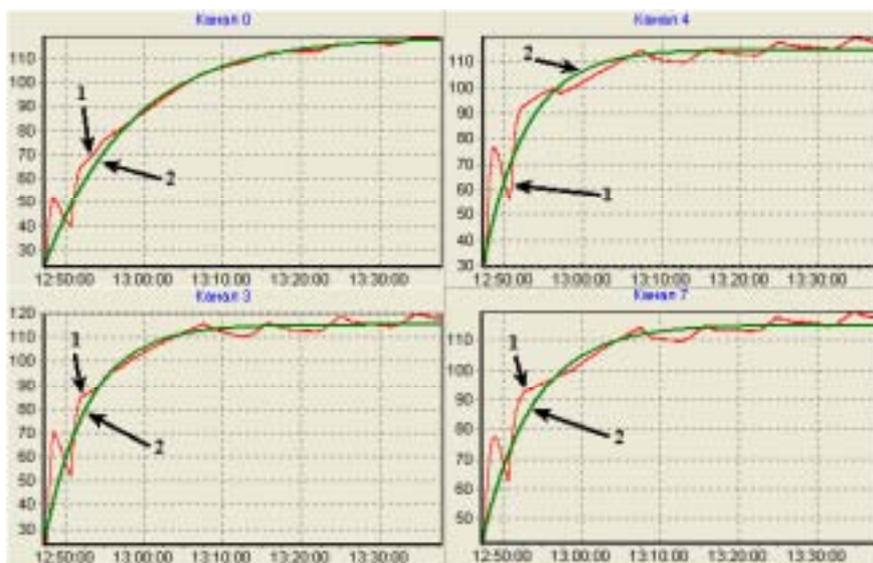


Рисунок 1 – Эскиз размещения датчиков в стерилизационной камере и план эксперимента

Был проведен ряд экспериментов, во время которых комплекс регистрировал показания датчиков температуры в ходе процесса стерилизации. Измеренные временные зависимости при нагреве (пример на рисунке 2) были идентифицированы при помощи программного обеспечения комплекса, а полученные в результате аппроксимации аperiодическим звеном первого порядка со звеном задержки (таблица 1) коэффициенты были использованы для расчета моделей по плану Бюкса-Бенкина.



1 – показания термодатчиков; 2 – аппроксимирующие кривые

Рисунок 2 – Примеры временных зависимостей температуры при нагреве

Таблица 1 – Коэффициенты аппроксимирующего звена при нагреве для различных точек в стерилизационной камере

											0	1	2	3	4
	5	7	1	2	5	5	3	2	5	2	7	1	4	1	5
	55	04	06	32	25	62	93	69	02	03	04	20	23	47	02
требуется проведение дополнительных экспериментов															

В результате программной обработки данных эксперимента были получены полиномиальные зависимости

$$K = 93.33 - 7.3 \cdot x^2 - 7.3 \cdot y^2 + 7.71 \cdot z^2 \quad (3)$$

$$T = 424 - 150.5 \cdot x - 22.38 \cdot y^2 - 39.38 \cdot y^2 + 75.63 \cdot z^2 \quad (4)$$

для коэффициентов K и T соответственно в зависимости от кубических координат точки в заполненном банками объеме. Зависимость для τ требует проведения дополнительных экспериментов для уточнения.

При анализе значимости коэффициентов регрессии выражения (3) линейные коэффициенты b_x , b_y и b_z были признаны незначимыми (их значения были в несколько раз меньше расчетного числа для проверки по t -критерию Стьюдента при 95% доверительной вероятности), как и коэффициенты b_{xy} , b_{yz} , b_{xz} . Модель для K адекватна по F -критерию Фишера с величиной 4,96 меньше табличной 19,33 (для уровня значимости 5%).

При анализе значимости коэффициентов регрессии выражения (4) линейные коэффициенты b_x и b_y и коэффициенты b_{xy} , b_{yz} , b_{xz} были признаны незначимыми. Квадратичные коэффициенты b_{xx} и b_{yy} так же были признаны незначимыми, но т.к. величины b_{xx} и b_{yy} больше ошибки воспроизводимости эксперимента, они были оставлены в итоговом полиноме. Модель для T адекватна по F -критерию Фишера с величиной 0,8211 меньше табличной 19,33 (для уровня значимости 5%).

Из анализа полученных зависимостей и графиков были сделаны выводы:

- Зависимость для коэффициента K должна в итоге стать числом, так как в статическом режиме все точки объема автоклава должны прогреться до одинаковой температуры. Соответственно, необходимо провести дополнительные эксперименты для минимизации влияния случайных факторов.
- Зависимость для коэффициента T подтверждается физикой процесса. В горизонтальной плоскости бюксы скорость нагрева увеличивается для той же аппликаты Z с удалением рассматриваемой точки от оси симметрии бюксы (что очевидно – ближе к центру бюксы банки греются медленнее). По аппликате наблюдается нелинейное увеличение скорости нагрева снизу вверх, что иллюстрируется кривой «Канал 0» в сравнении с кривыми «Канал 3», «Канал 4» и «Канал 7» на рисунке 2, где для «Канала 0» колебания температуры вследствие работы системы управления демпфируются заметно сильнее (по таблице 1 канал 0 имеет максимальную постоянную времени). Нелинейность появляется вследствие того, что пар подается по аппликате примерно на 2/3 высоты заполненного банками объема (см. рисунок 1). Верхние банки прогреваются быстрее (горячий пар поднимается вверх), а доступ пара к нижним слоям затруднен. Необходимо проведение дополнительных экспериментов для уточнения модели, так как скорость нагрева должна зависеть от расстояния между банкой и патрубком впуска

пара по горизонтальной плоскости, а в текущем виде модель это не демонстрирует (наблюдается осевая симметрия относительно оси вращения бюксы).

- Из предыдущего пункта следует, что необходимо повысить эффективность работы ВК-30, подавая пар снизу стерилизационной камеры. Конструкция стерилизатора это позволяет, поэтому планируется модернизация установки. Естественно, что с изменением точки подвода пара температурное поле изменится и для его снятия потребуются заново проводить серию экспериментов.
- В процессе проведения экспериментов разработанный программно-аппаратный комплекс показал свою пригодность не только для получения математической модели, но и для выбора возможного направления дальнейшего совершенствования конструкции стерилизационного аппарата. Полная автоматизация проведения эксперимента, начиная от измерения температуры и заканчивая выводами об адекватности модели и проверкой точности аппроксимации характеристик объекта, характеризует его как гибкое и эффективное средство для проведения научных исследований, направленных на повышение производительности автоклавов при обеспечении жестких требований к качеству продукции. При этом исследователь имеет полный контроль за всем этапами расчетов (промежуточная информация выдается в текстовом и графическом виде).

Планируется проведение дополнительных экспериментов, связанных как с доработкой модели (в том числе определение коэффициентов на охлаждение согласно (2)), так и с переоборудованием стерилизационной установки. Итоговая математическая модель будет использована при построении оптимальной системы управления процессом стерилизации.

Литература

1. 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. – с. 1177-1179.
2. Маслов А.А., Власов А.В., Кайченев А.В. Исследование температурного поля в стерилизационной камере автоклава с использованием теории планирования активного эксперимента. Автоматизация и энергосбережение машиностроительного производства, технология и надежность машин, приборов и оборудования: Материалы третьей международной научно-технической конференции. Т1.- Вологда: ВоГТУ, 2007. – с.193-196.
3. Маслов А.А., Власов А.В., Кайченев 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.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС ЛАБОРАТОРНЫХ УСТАНОВОК НА БАЗЕ ОБОРУДОВАНИЯ «ОВЕН»

Маслов А.А., Висков А.Ю., Кайченев А.В. (МГТУ, каф. АиВТ,
e-mail: ican2005@yandex.ru)

Abstract. This article considers the questions of developing and implementing the laboratory plants into teaching process, which are based on the "OWEN" equipment.

В статье рассмотрены вопросы разработки и внедрения в учебный процесс лабораторных 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» (А и ВТ) МГТУ.

На кафедре А и ВТ уже много лет проводится целенаправленная работа по разработке учебных стендов в рамках дипломного проектирования студентов и курсантов. Это позволяет оперативно обновлять учебные лаборатории и существенно снизить стоимость лабораторных установок по сравнению с вариантом закупки их на заводах-производителях при оптимизации функциональности. Так, разработанные на кафедре стенды распределенных систем управления на базе модулей удаленного сбора данных (ADAM-4000 и I-7000) и комплекс 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) (1). Внедрение в учебный процесс этого оборудования позволило повысить уровень подготовки инженеров (2).

Программно-технические комплексы (ПТК), созданные на базе оборудования иностранного производства, используемые при создании стендов, имели относительно высокую стоимость (3).

В 2005 году кафедра А и ВТ МГТУ приняла участие в программе поддержки высших учебных заведений по оснащению лабораторий современным отечественным 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».

Внедрение и эксплуатация этой лабораторной установки в учебный процесс показали высокую методическую эффективность избранного подхода в ориентации на отечественного производителя. Студенты, занимающиеся исследованием системы, получают необходимый практический опыт работы с современными промышленными средствами автоматизации.

В 2006 году в журнале «Автоматизация и производство» компания «ОВЕН» заявила о создании программируемых логических контроллеров ПЛК 100 и ПЛК 150, выполненных в соответствии с европейскими стандартами и не уступающих по своим техническим характеристикам, производительности, надёжности и качеству исполнения, а также количеству дополнительных функций аналогам ведущих мировых производителей, таких как Siemens, Omron, Wago, Vipa и т.д. При этом цена контроллеров ОВЕН ПЛК ниже аналогичных изделий перечисленных компаний

(подобная ценовая политика характерна для всей продукции компании ОВЕН). Также в статье было отмечено, что наличие технической поддержки и русскоязычной документации, а также минимальные сроки поставки и сервисное обслуживание делают ОВЕН ПЛК весьма привлекательными при решении задач автоматизации различной степени сложности (4).

С учетом положительного опыта предыдущего сотрудничества производственным объединением «ОВЕН» в рамках программы поддержки вузов было поставлено новейшее отечественное оборудование промышленной автоматизации, включая последние разработки: ПЛК 154-220.У-L, регулятор частоты вращения вентилятора ЭРВЕН, модули ввода аналоговых сигналов МВА8 и т.д.

В настоящее время кафедра А и ВТ планирует создание следующих лабораторных установок:

- 1) Лабораторная установка «Автоматическая система управления температурой в помещении» - лаборатория ТАУ (рисунок 1).
- 2) Комплекс для изучения ПТК (программно-технических комплексов на базе ПЛК 154, , разработка и настройка релейных, ПИД, нечетких регуляторов на базе ПЛК) – лаборатория КСУ (рисунок 2).

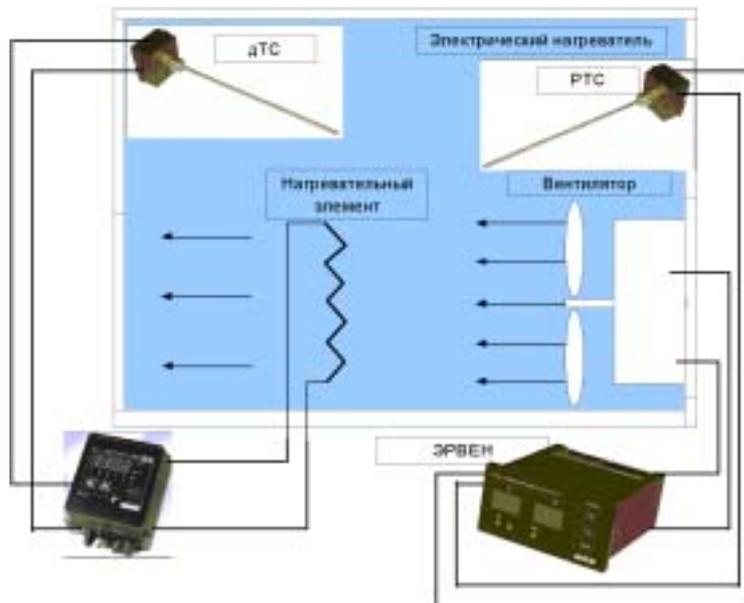


Рисунок 1 – Лабораторный стенд «Автоматическая система управления температурой в помещении»

Лабораторный стенд «Автоматическая система управления температурой в помещении».

Схема лабораторной установки приведена на рисунке 1.

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 будет предложено настроить эти регуляторы. Исследуя процессы управления температурой в помещении, студенты на практике получают навыки настройки САУ.

Лабораторный стенд позволит:

- 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 при постоянной мощности нагрева;

3) Настроить характеристику сочетания управлений по температуре и обдуву:

- на получение максимально быстрой компенсации возмущающего воздействия;
- на расход минимума энергии;

Программно-технический комплекс на базе ПЛК 154 (изучение CoDeSys, разработка и настройка релейных, ПИД, нечетких регуляторов на базе ПЛК)

В рамках лабораторных работ студенты ознакомятся с внутренней структурой (на плакатах) и работой ПЛК 154, конфигураторами приборов и средой разработки CoDeSys. Студентам будет предложено разработать:

- 1) подсистему ввода/вывода сигналов;
- 2) алгоритмы управления с релейным регулятором, включая настройку регулятора;
- 3) алгоритмы управления с ПИД – регулятором, включая настройку регулятора;
- 4) систему управления реальными объектами: автоклавом, котильной печью, сушильным шкафом.

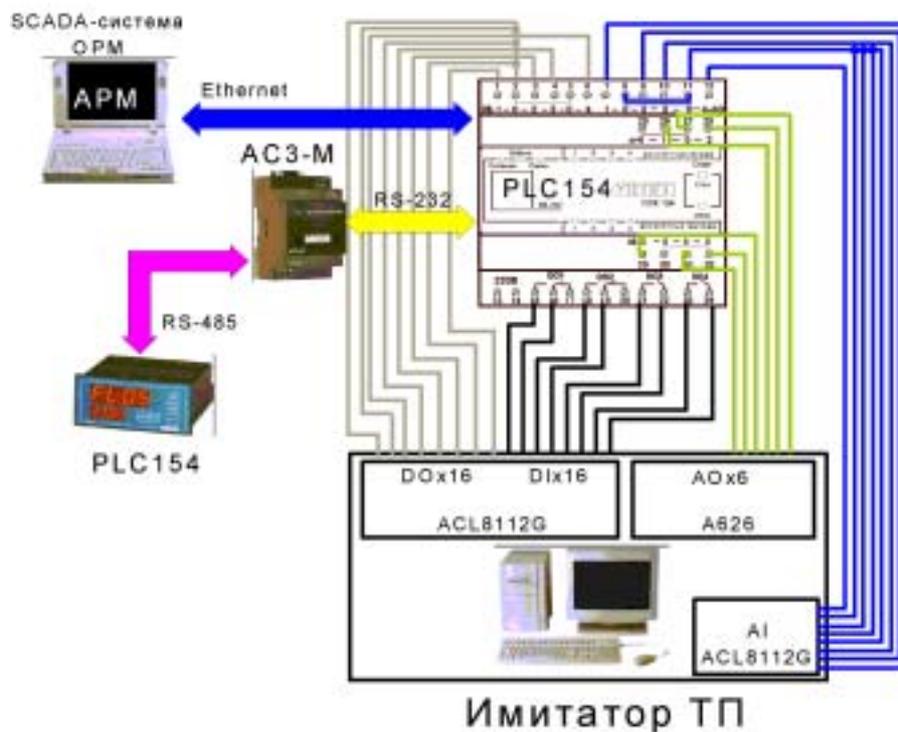


Рисунок 2 – Лабораторный стенд для изучения ПТК.
Взаимосвязь с имитатором ТП

Кроме того кафедра А и ВТ планирует создание, в сотрудничестве с кафедрой технологий пищевых производств (ТПП), компьютеризированного исследовательского комплекса, включающего СУ реальными технологическими процессами – лаборатория современных технологических процессов переработки гидробионтов (кафедра ТПП).

Многофункциональные ПТК позволят проводить лабораторные работы по множеству дисциплин: «Теория автоматического управления», «Микропроцессорные системы управления», «Технические средства автоматизации» «Интегрирование системы проектирования и управления», «Проектирование систем управления».

В настоящее время на кафедре А и ВТ изучаются следующие классы управляющей вычислительной техники:

1) микроконтроллерные системы – технические средства обучения реализованы на кафедре автоматике и вычислительной техники (на базе микроконтроллеров семейства PIC)

2) СУ, построенные на базе непрограммируемых микропроцессорных регуляторах (МПП51, ТРМ 101, ТРМ 10 «ОВЕН») (лаборатория ТАУ)

3) Soft PLC, включая:

3.1 промышленные компьютеры МПС (лаборатория КСУ);

3.2 системы на базе ПК (лаборатория ТАУ);

3.3 распределенные системы на базе модулей ADAM-4000, ICOS-7000 (лаборатория КСУ)

4) «Брендовые» системы PLC (Siemens, Ge Fanuc, Sneider) – отсутствуют на кафедре АиВТ, ввиду высокой стоимости оборудования;

ПЛК компании «ОВЕН» для кафедры АиВТ являются идеальным решением:

- системно и методологически соответствуют идее «брендовых» PLC;

- поддерживают все МЭЖ языки – позволяют обучать программированию;

- имеется соответствующая система программирования (через DEBUG RS232) и ввода/вывода

- имеют существенно меньшую стоимость.

Внедрение ПЛК компании ОВЕН на кафедре А и ВТ позволяет закрыть все основные классы программно-технических комплексов и подготовить выпускников к эксплуатации широкого спектра средств промышленной автоматизации и максимально использовать возможности оборудования отечественных производителей.

Литература

1. Маслов А.А., Висков А.Ю. Современный подход к разработке проектов АСУ ТП // «Современные технологии автоматизации». - №3/2001. – М.: СТА-Пресс, 2001. – С.68.
2. Маслов А.А., Ушаков С.И. Пакет анализа моделирования в реальном времени систем автоматического управления/регулирования «Autocont II» // «Наука производству» 2(27)/2000.- М.: НТП «Вираз-Центр», 2000.- С.24.
3. Маслов А.А., Висков А.Ю., Казаков Е.В. Комплекс для разработки и отладки проектов АСУ ТП на базе распределенных систем сбора данных и управления // Тезисы докладов всероссийской научно-техн. конф. «Наука и образование-2004». – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2004. –С.113.
4. Рязарёнов Ф ОВЕН ПЛК – Аналог продукции мировых лидеров за умеренную цену // «Автоматизация и производство». - №2/2006. – М.: «АиП», 2006. – С. 8-12.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В СТЕРИЛИЗАЦИОННОЙ КАМЕРЕ АВТОКЛАВА ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Маслов А.А., Власов А.В., Кайченев А.В. (МГТУ, каф. АУВТ,
e-mail: ican2005@yandex.ru)

Abstract. This article considers the features of the hardware-software complex work, which is used for conducting the active experiment and obtaining mathematical model of temperature field in autoclave chamber.

Аннотация. В статье рассмотрены особенности работы программно-аппаратного комплекса, используемого для постановки активного эксперимента по получению математической модели температурного поля в стерилизационной камере автоклава.

Стерилизация является одним из важнейших процессов в пищевой промышленности, так как позволяет освободить различные вещества, предметы, пищевые продукты от живых микроорганизмов. Оптимизация этого процесса позволит получить экономический эффект, заключающийся в сокращении энергетических затрат на осуществление основных режимов процесса.

Для реализации оптимального управления процессом стерилизации необходимо иметь математическую модель температурного поля в стерилизационной камере автоклава (1), для получения коэффициентов которой был создан программно-аппаратный комплекс (2).

Основой комплекса является регистратор, осуществляющий: сбор показаний датчиков температуры, размещенных в стерилизационной камере автоклава; запись архивных данных в память; перенос архивных данных для последующей обработки программным обеспечением комплекса.

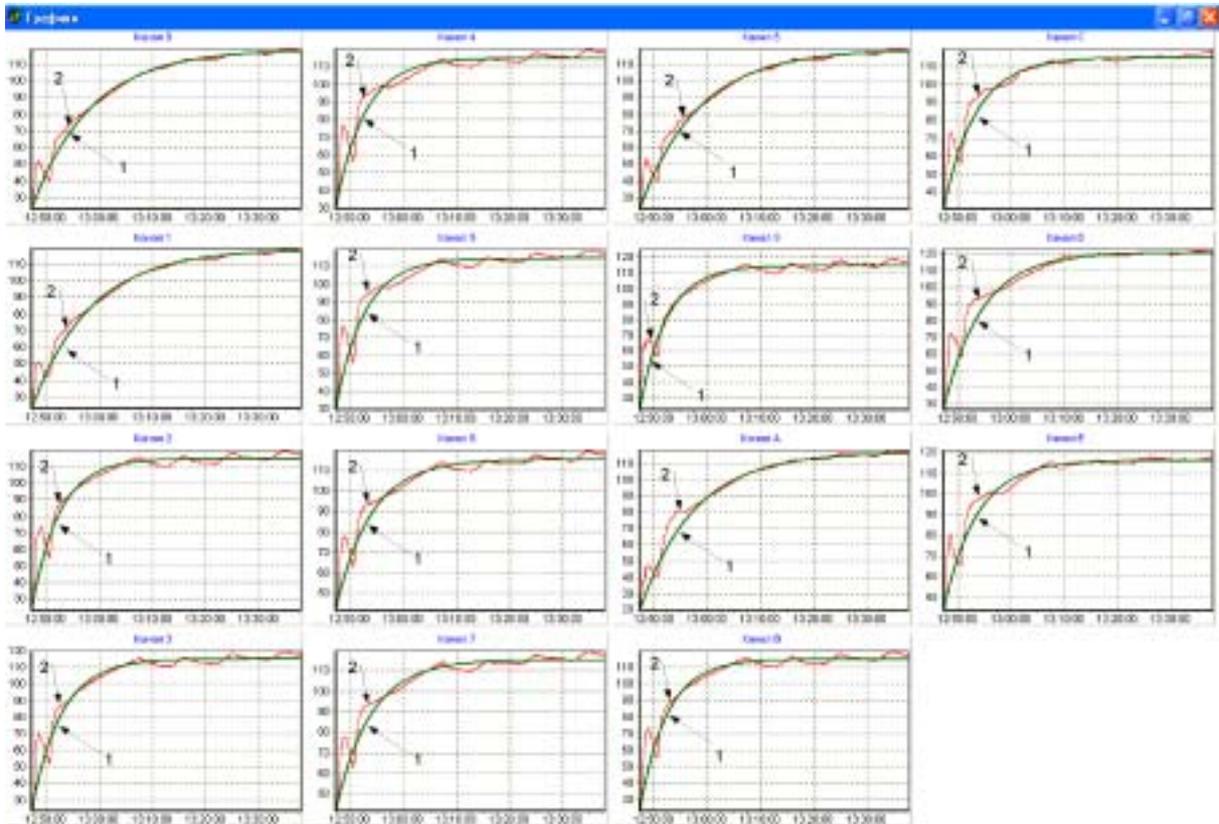
Определение температуры в стерилизационной камере автоклава осуществляется с помощью датчиков температуры AD22100ST (Analog Devices), рассчитанных на измерение температуры в диапазоне от -50°C до $+150^{\circ}\text{C}$, что позволяет их использовать в паровоздушной среде стерилизационной камеры. Для изоляции токоведущих частей датчиков было принято решение их герметизировать санитарным высокотемпературным герметиком MasterSil и поместить в защитную медную гильзу. После этого были сняты переходные процессы на нагрев и охлаждение датчиков для получения собственных постоянных времени с целью последующего исключения их влияния на характеристики модели.

Для проведения активного эксперимента по плану Бокса-Бенкина необходимо в соответствующих точках стерилизационной камеры автоклава расположить 15 измерительных элементов. Датчики присоединяются к коммутатору, так же расположенному внутри камеры. Такое схемотехническое решение было принято для сокращения количества проводов, выводимых из установки. Основой коммутатора являются 8-канальные аналоговые мультиплексоры ADG408TQ (Analog Devices), рассчитанные на работу в диапазоне температур от $+25^{\circ}\text{C}$ до $+125^{\circ}\text{C}$, которые также загерметизированы от воздействия окружающей паровоздушной среды и соединены с программно-аппаратным комплексом. Электрические соединения выполнены одножильным термостойким проводом марки МГТФ, технические характеристики которого позволяют использовать его в диапазоне температур от -60°C до $+220^{\circ}\text{C}$.

В основе регистратора температурного поля лежит работа двух микроконтроллеров (МК), выполняющих основные функции прибора. Микросхемы осуществляют обмен информацией друг с другом, используя интерфейс SPI (Serial Peripheral Interface). Один из микроконтроллеров является ведущим в устройстве и осуществляет функции, связанные со снятием температурных зависимостей, анализом состояний клапанов, передачей информации на ПК, архивацией снятых зависимостей на SD-карту. Второй контроллер, получая данные от ведущего МК, реализует дополнительные функции аппаратной части комплекса, такие как отображение необходимой информации для исследования температурного поля на ЖК-дисплее, а также обработку пользовательских команд, поступающих с клавиатуры устройства.

Программное обеспечение комплекса осуществляет перенос накопленных за время работы регистратора данных с SD-карты через COM-порт на жесткий диск персонального компьютера, определяет параметры аппроксимирующего звена (1) для каждой точки, передает данные в пакет расчета коэффициентов и регрессионного анализа трехфакторной полиномиальной модели (3).

Полученные с помощью программного обеспечения комплекса экспериментальные данные, в сравнении с аппроксимирующими кривыми изображены на рисунке 1.



1 – показания термодатчиков; 2 – аппроксимирующие кривые

Рисунок 1 – Примеры временных зависимостей температуры при нагреве

При рассмотрении рисунка 1 в режиме стабилизации температуры видны колебания, вызванные работой релейной системы поддержания давления в парогенераторе (каналы 2,3,4,5,6,7,B). Также наблюдается провал на «разгонном» участке кривых, обусловленный ошибкой оператора установки.

В процессе проведения экспериментов разработанный программно-аппаратный комплекс показал свою пригодность не только для получения математической модели,

но и для выбора возможного направления дальнейшего совершенствования конструкции стерилизационного аппарата. Полная автоматизация проведения эксперимента, начиная от измерения температуры и заканчивая выводами об адекватности модели и проверкой точности аппроксимации характеристик объекта, характеризует его как гибкое и эффективное средство для проведения научных исследований, направленных на повышение производительности автоклавов при обеспечении жестких требований к качеству продукции. При этом исследователь имеет полный контроль за всем этапами расчетов (промежуточная информация выдается в текстовом и графическом виде).

Литература

1. Маслов А.А., Власов А.В., Кайченев А.В. Исследование температурного поля в стерилизационной камере автоклава с использованием теории планирования активного эксперимента. Автоматизация и энергосбережение машиностроительного производства, технология и надежность машин, приборов и оборудования: Материалы третьей международной научно-технической конференции. Т1.- Вологда: ВоГТУ, 2007. – с.193-196.
2. 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. – с. 1177-1179.
3. Маслов А.А., Власов А.В., Кайченев 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.

ЭМУЛЯТОР МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ УМК-1

Крупорницкий Д.А., Висков А.Ю. (МГТУ, каф. АиВТ)

Abstract. This paper considers a new system designed for microprocessor emulation. The goal was to substitute the original hardware with software emulator with maximum visualization thus helping to simplify the studying process.

В процессе обучения специалиста первостепенную роль играют наглядно-методические пособия, которые применяются в процессе обучения. К сожалению, многие из них весьма дороги, а некоторые – неоптимальные с точки зрения детализации процессов, происходящих в МПС. Выход из этого положения могут создать программные комплексы – эмуляторы, которые отражают реальное функционирование устройства и снимают необходимость в его покупке для учебного процесса, открывают практически неограниченные горизонты для исследования процессов, а будучи построенными в строгом соответствии со схемами функционирования реальных устройств, – ещё и открывают возможность для исследования процессов, которые в силу каких-либо причин изучить на практике не представляется возможным.

На кафедре АиВТ в учебном процессе широко используется учебный микропроцессорный комплект УМК-1. Ввиду массового выхода их из строя и невозможности замены было принято решение о разработке программного эмулятора этого комплекта с дополнительным оборудованием отображения информации о функционировании МПС. При разработке ставилось целью воплотить в программном виде всю функциональность оригинального учебного комплекта, чем свести к минимуму расходы на обслуживание систем, реализовать некоторые дополнительные функции, такие как динамическая конфигурация памяти эмулятора, запись образа памяти в файл и последующее её восстановление, работы с устройствами сопряжения (устройства аналогового и цифрового ввода-вывода), которые дополнительно разрабатываются на кафедре АиВТ МГТУ.

В результате работы была проведена исследовательская работа и разработан алгоритм функционирования программы-эмулятора, спроектировано и реализовано ядро выполнения всей системы команд оригинального микропроцессора, разработан модуль поддержки окружения МП, который позволяет реализовать 2 вида памяти (ОЗУ и ПЗУ) с возможностями динамической конфигурации и сохранения состояния. Также разработан пользовательский интерфейс в среде TurboVision, полностью повторяющий оригинальную переднюю панель УМК-80 что максимально облегчает работу конечного пользователя с программой.

Данная разработка окажется полезной всем изучающих работу микропроцессоров в рамках соответствующих курсов и дисциплин; может быть применена в ситуациях, когда применение настоящего комплекса оказывается затруднительным или невозможным.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ СТАНЦИЙ НА ОБЩИЕ ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ

Прохоренков А.М., Качала Н.М. (МГТУ, кафедра Автоматики и вычислительной техники, E-mail: prohorenkovam@mstu.edu.ru),
Сабуров И.В. (Государственное областное теплоэнергетическое предприятие "ТЭКОС", E-mail: saburov@tekos.ru)

Abstract. Organization of parallel operation of heating boilers is studied. They serve common thermal networks of a city. Optimal control of such a complicated complex is shown to be possible via methods of situational control using fuzzy logic methods.

В настоящее время одной из важных задач в области теплофикации городов является создание теплоснабжающих систем с параллельной работой нескольких источников тепла. Современные системы централизованного теплоснабжения городов сложились как очень сложные, пространственно распределённые системы снабжения потребителей энергией с замкнутой циркуляцией. Свойство саморегулирования у потребителей, как правило, отсутствует, распределение теплоносителя производится предварительной установкой специально рассчитанных (на один из режимов) постоянных гидравлических сопротивлений. В этой связи, случайный характер отбора тепловой энергии потребителями пара и горячей воды приводит к сложным в динамическом отношении переходным процессам во всех элементах теплоэнергетической системы (ТЭС). Поэтому, одной из актуальных проблем на сегодняшний день является задача управления потоками тепловой энергии с учетом гидравлических характеристик как самих тепловых сетей, так и потребителей энергии. Решение этих проблем связано с решением задач создания теплоснабжающих систем с параллельной работой нескольких источников тепла (тепловых станций (ТС)) на общую тепловую сеть города и на общий график тепловой нагрузки. Такие системы позволяют решать проблемы экономии топлива от теплофикации, увеличивать степень загрузки основного оборудования, осуществлять эксплуатацию котлоагрегатов в режимах с оптимальными КПД. Рассмотренный выше подход позволяет повысить надёжность и маневренность системы теплоснабжения, а также создавать необходимый, научно обоснованный резерв мощности ТС. Оптимальная загрузка источников теплоты определяется из оптимальной загрузки работающих котлов и перераспределения нагрузки между тепловыми станциями в течение отопительного периода. Решение этой проблемы возможно только после реконструкции отопительных котельных. При создании тепловых связей между ТС необходимо учитывать особенности их работы на общий тепловой график нагрузки. Таким образом, параллельная работа нескольких ТС на общие тепловые сети имеет ряд экономических и энергетических преимуществ:

- повышается надёжность и маневренность теплофикационной системы в целом;
- сокращается время работы резервных котлов на источниках теплоснабжения;
- появляется возможность отказаться от эксплуатации неэффективных котлоагрегатов, что улучшит экологическую ситуацию в районе ТС;
- снижается удельный расход топлива за счёт эксплуатации котлов с оптимальными КПД;
- появляется возможность организации режимов работы ТС в базовом и регулировочном режимах.

Для определения оптимальной загрузки ТС необходимо знать энергетические характеристики их парогенераторов и котельной в целом, которые представляют собой зависимость между количеством подводимого топлива и получаемой теплоты.

Алгоритм определения этих характеристик включает следующие этапы:

1. Определяют тепловую производительность Q_1 котлов для различных нагрузочных режимов их работы.
2. Определяют потери теплоты ΔQ с учётом КПД котлов и их полезной нагрузки.
3. Определяются нагрузочные характеристики котлоагрегатов в диапазоне от минимально допустимых до максимальных.
4. Зная изменение суммарных потерь теплоты в паровых котлах, определяют их энергетические характеристики, отражающие часовой расход условного топлива по формуле:

$$B = 0,0342(Q_1 + \Delta Q).$$

5. Используя энергетические характеристики котлов, получаем энергетические характеристики котельных (ТС).
6. Зная энергетические характеристики котельных, формируются управляющие решения последовательности и очерёдности их загрузки в течение отопительного периода, а также в летний сезон.

Другим важным вопросом организации параллельной работы источников (ТС) является определение факторов, оказывающих существенное влияние на нагрузку котельных и задач системы управления теплоснабжением для обеспечения потребителей необходимым количеством тепловой энергии, при возможно минимальных затратах на выработку и передачу этой энергии.

Решение первой задачи осуществляется с помощью увязки графиков подачи с графиками использования теплоты посредством системы теплообменных аппаратов. Решение второй – посредством соответствия тепловой нагрузки потребителей ее выработке, т.е. при помощи планирования изменения нагрузки и снижения потерь при передаче тепловой энергии. Обеспечение увязки графиков подачи и использования теплоты должно осуществляться за счет применения локальной автоматики на промежуточных ступенях от источников тепловой энергии до потребителей этой энергии.

Для решения второй задачи предлагается реализовать функции оценки планируемой нагрузки потребителей с экономически обоснованными возможностями источников энергии (ТС). Такой подход возможен с использованием методов ситуационного управления на базе реализации алгоритмов нечеткой логики. Основными факторами, оказывающими существенное влияние на тепловую нагрузку котельных, являются: тепловая энергия, используемая на отопление зданий, а также на горячее водоснабжение. Средний тепловой поток (в ваттах), используемый на отопление зданий определяется по формуле:

$$Q_{om} = q_0 A (1 + K_1) \cdot \frac{t_1 - t_{om}}{t_1 - t_0},$$

Из этой формулы видно, что тепловая нагрузка на отопление зданий определяется в основном температурой наружного воздуха.

Средний тепловой поток (в ваттах) на горячее водоснабжение зданий определяется по формуле

$$Q_{hm} = \frac{1,2 \cdot m \cdot (a + b) \cdot (55 - t_x)}{24 \cdot 3,6} \cdot c, \quad (1)$$

Анализ выражения (1) показал, что при расчете средняя тепловая нагрузка на горячее водоснабжение получается постоянной. Реальный же отбор тепловой энергии

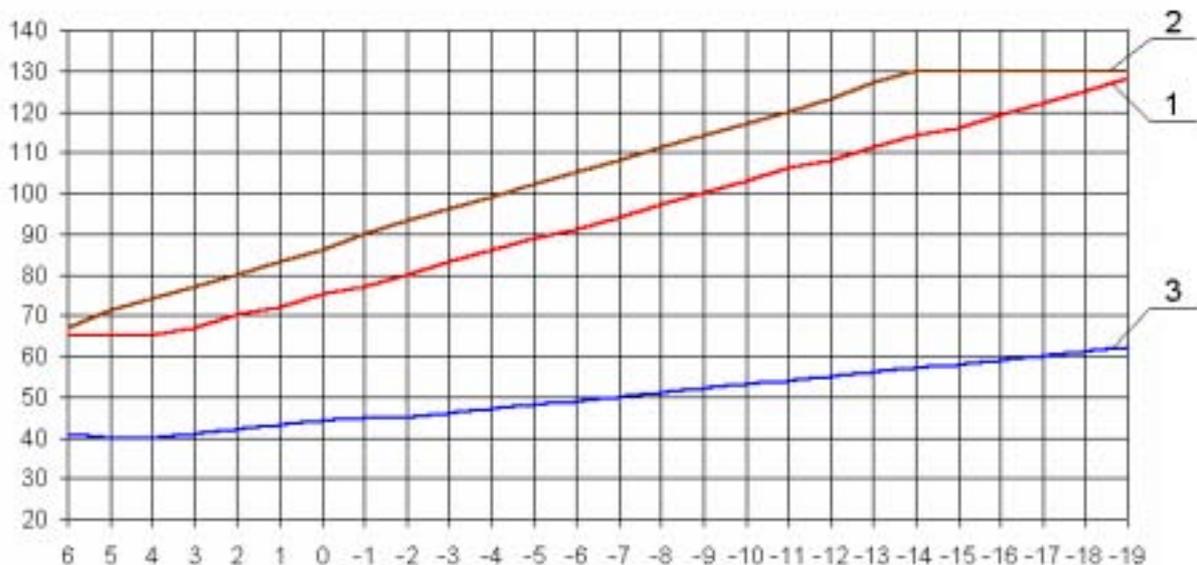
(в виде горячей воды из крана) в отличие от рассчитанного значения в общем виде имеет случайный характер, это связано с увеличением разбора горячей воды утром и вечером, и уменьшением отбора в течение дня и ночи. В докладе представлены графики изменения давления и температуры горячей воды для ЦТП № 5, взятые из архива системы диспетчерского контроля и управления ЦТП и насосными станциями г. Мурманска.

С наступлением теплых дней, когда температура окружающей среды в течение пяти суток не опускается ниже $+8^{\circ}\text{C}$, отопительная нагрузка потребителей отключается и тепловая сеть работает на нужды горячего водоснабжения. Средний тепловой поток на ГВС в неотапительный период рассчитывается по формуле

$$Q_{hm}^s = Q_{hm} \cdot \frac{55 - t_x^s}{55 - t_x} \cdot \beta, \quad (2)$$

где t_x^s – температура холодной (водопроводной) воды в неотапительный период (принимается равной $+15^{\circ}\text{C}$), β – коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на ГВС в неотапительный период по отношению к отопительному периоду (0,8 – для жилищно-коммунального сектора, 1 – для предприятий).

С учетом формул (1-2) рассчитываются графики тепловой нагрузки потребителей энергии, которые являются основой для построения заданий по центральному регулированию подачи тепловой энергии ТС. На рисунке 1 представлен температурный график подачи сетевой воды потребителям котельной «Северная» в зависимости от температуры окружающей среды.



- 1 – Температура прямой сетевой воды (при ветре 5 м/с)
 2 – Температура прямой сетевой воды (при ветре 15 м/с)
 3 – Температура обратной сетевой воды

Рис. 1. Температурный график подачи сетевой воды котельной «Северная»

Исходя из отмеченного выше, можно выделить несколько нечетких лингвистических переменных, влияющих на нагрузку ТС, а, следовательно, и на работу тепловых сетей. Эти переменные представлены в таблице 1.

Таблица.1 – Лингвистические переменные, определяющие нагрузку котельной

Обозначение	Название	Область значений (универсальное множество)	Термы
$\tau_{\text{сез}}$	Сезон	от 1 января до 31 декабря	«лето», «осень», «зима», «весна»
$\tau_{\text{мес}}$	Месяц	от января до декабря	«январь», «февраль», «март», «апрель», «май», «июнь», «июль», «август», «сентябрь», «октябрь», «ноябрь», «декабрь»
$\tau_{\text{нед}}$	День недели	рабочий или выходной	«рабочий», «выходной»
$\tau_{\text{сут}}$	Время суток	от 00:00 до 24:00	«ночь», «утро», «день», «вечер»
$T_{\text{н.в}}$	Температура наружного воздуха	от -32 до $+32$ °C	«ниже», « -32 », « -28 », « -24 », « -20 », « -16 », « -12 », « -8 », « -4 », « 0 », « 4 », « 8 », « 12 », « 16 », « 20 », « 24 », « 28 », « 32 », «выше»
$v_{\text{в}}$	Скорость ветра	от 0 до 20 м/с	«0», «5», «10», «15», «выше»

Для проверки работоспособности нечеткого подхода для решения задачи оценки ситуации при формировании заданий на управление ТС разработана модель блока в среде MATLAB – SIMULINK, которая представлена на рис 2.

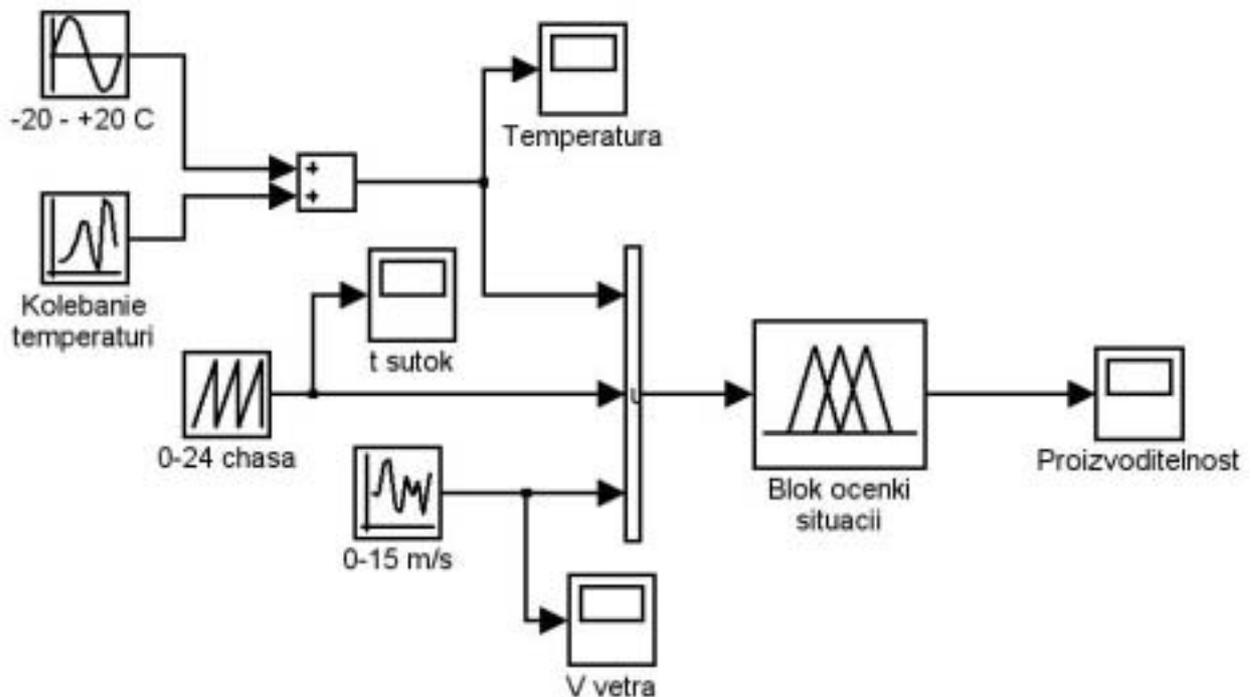


Рис. 2 – Модель блока оценки ситуации.

В докладе представлены результаты моделирования и полученные экспериментальные данные по формированию заданий и их реализации на источниках тепловой энергии и потребителях.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ОПЕРАТОРОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Прохоренков А.М., Качала Н.М. (МГТУ, кафедра Автоматики и вычислительной техники, E-mail: prohorenkovam@mstu.edu.ru),

Попов М.А. (Государственное областное теплоэнергетическое предприятие "ТЭКОС", E-mail: popov@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 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/диспетчера), 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. Таким образом, остаётся проблема технологического риска при диспетчерском управлении. 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.

Диспетчерское управление тепловой станцией осуществляется по схеме, изображённой на рис. 1. Такая структура служит для реализации основных функций оператора: контроль за работой оборудования, выбор и принятие решений, а так же формирование управляющих воздействий на оборудование.

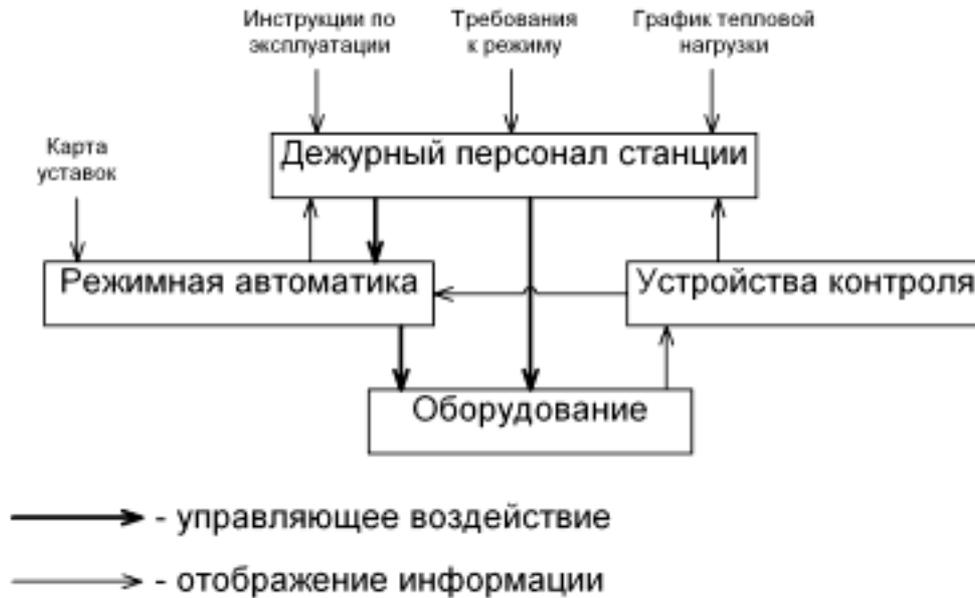


Рис.1. Схема диспетчерского управления тепловой станцией.

Дежурный персонал станции задаёт режимы работы технологического оборудования исходя из целей обеспечения потребителей требуемым количеством энергии, поддержания необходимого уровня надежности и заданных эксплуатационных норм. Назначение режима производится на основании графиков тепловой нагрузки с учетом всевозможных требований, текущего состояния оборудования, инструкций по эксплуатации оборудования и личного опыта.

Режимная автоматика реализует управляющее воздействие на оборудование на основании информации о работе оборудования, полученной с помощью устройств измерения и контроля. Текущая ситуация на станции S_t в момент времени t находит свое отражение в наборе режимных параметров R_t , характеризующих эксплуатационное состояние оборудования. Множество режимных параметров R_t несет в себе информацию о различных аспектах функционирования объектов управления. Отслеживание параметров режима может осуществляться в реальном масштабе времени режимной автоматикой, или периодически (на основе проверок, испытаний или в результате осмотров, проводимых оперативным персоналом).

Изменение текущей ситуации ΔS_t в момент времени t характеризуется изменением режимных параметров ΔR_t . Информация о значениях режимных параметров с помощью технических средств устройств измерения и контроля отображается режимной автоматике и представляется обслуживающему персоналу, в результате чего вырабатывается управляющее воздействие U_t , направленное на изменение ситуации. Этот процесс схематично показан на рис.2.

Автоматический контроль производится устройствами режимной автоматики, а периодический контроль - оперативным персоналом.

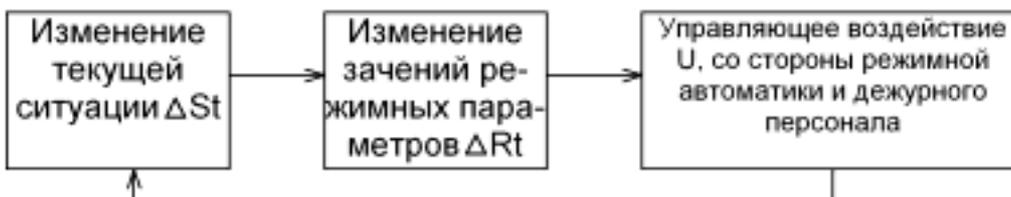


Рис.2. Схема реализации управления при изменении текущей ситуации.

Действие автоматических устройств определено однозначно: изменение эксплуатационного состояния ΔS^* , в момент времени t , выраженное в виде отклонения режимных параметров ΔR_t^* от установленного значения, осуществляется информационной системой - 1, реализующей управляющее воздействие U_t^* . Такое управление можно представить в виде схемы, изображенной на рис.3.

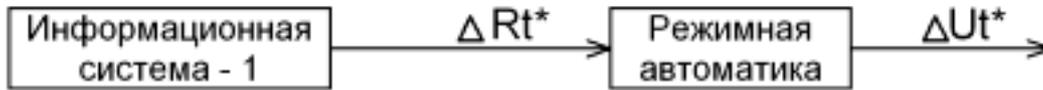


Рис.3. Схема канала автоматического управления.

При диспетчерском управлении станцией, осуществляемым оперативным обслуживающим персоналом, в отдельных ситуациях, определяемых отклонениями какого-либо параметра или нескольких параметров на одном и том же, или различных агрегатах, имеет место неоднозначность выбора управляющих воздействий. При таком управлении определяющую роль играет оперативный персонал станции (ОПС). Описание такого управления примет вид, изображенный на рис.4. ОПС имеет несколько альтернатив на основе информации об отклонениях, представленной информационной системой - 2. Таким образом, главное отличие управления с участием

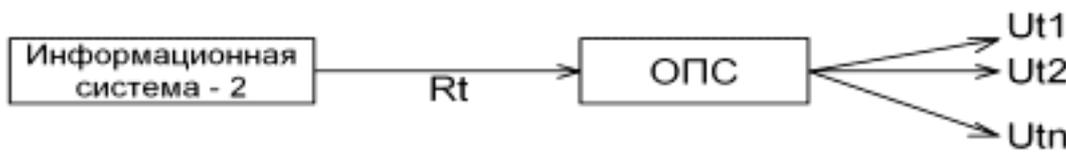


Рис. 4. Диспетчерское управление станцией с участием ОПС.

ОПС от автоматического управления заключается в многовариантности принимаемых решений. При этом идентификацию возникшего отклонения от нормального(штатного) режима функционирования объекта, поиск возможных корректирующих решений по воздействию на объект, прогнозирование ситуаций, оценку последствий принимаемых решений и, наконец, выдачу команд на отработку необходимых управляющих воздействий. Этот процесс требует много времени и высокой квалификации для того, чтобы точно и объективно оценить обстановку. При таком большом объеме информации, одновременно обрушивающейся на оператора, могут возникать ошибки. Актуальной задачей при построении автоматизированных систем реального времени является перенос функций диспетчера по анализу данных, прогнозированию ситуаций и принятию соответствующих решений на компоненты интеллектуальных систем поддержки принятия и исполнения решений (СППИР). 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. Она организует удобный диалог SCADA-системы с пользователем, "ведет" его по этапам анализа информации, распознавания и прогнозирования ситуаций, анализирует параметры технологического процесса, помогает выбрать наилучшие решения в зависимости от возникшей ситуации, реализует их путем выдачи управляющих воздействий, корректируя тем самым ход технологического процесса и оптимизируя его параметры по заданному критерию.

Основными структурными составляющими 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.

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.

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Прохоренков А.М., Глухих В.Г., Сабуров Е.И. (МГТУ, кафедра Автоматики и вычислительной техники, E-mail: prohorenkovam@mstu.edu.ru), **Сабуров И.В.** (Государственное областное теплоэнергетическое предприятие "ТЭКОС", E-mail: saburov@tekos.ru)

Abstract. Design of a coordinated industrial control system of a plant is considered. This system is based on the use of design principles for integrated control system. Such approach gives ability to solve problems of preparing tasks for optimal control of a plant's division at all stages of its operation according to ordered criteria of control quality.

Проблемы согласования взаимодействий между отдельными объектами управления теплоэнергетического предприятия – котлоагрегатами, являющимися источниками тепловой энергии и подсистемами – в состав которых входят системы передачи энергии – тепловые сети, а также центральные тепловые пункты, осуществляющие распределение тепловой энергии потребителям по контурам горячего водоснабжения и отопления между жилыми и общественными зданиями, с одной стороны и промышленными предприятиями – с другой стороны, являются основными, которые решаются на всех предприятиях независимо от уровня и объёма их автоматизации. Основная суть их состоит в том, насколько эффективно, с точки зрения экономичности расхода для этих целей тепловой и электрической энергии, реализуются алгоритмы управления на отмеченных выше этапах. Необходимость оперативного реагирования на существенно меняющиеся внешние условия окружающей среды, особенно в зимний период, многорежимность функционирования промышленных предприятий – потребителей пара и горячей воды, а также противоречивость требований, предъявляемых к системе в целом, породило новые задачи, которые решаются в данной работе: координации, оперативного управления и принятия решений. Для установления взаимосвязи традиционных задач с новыми задачами управления рассмотрим предлагаемую структуру системы управления теплоэнергетическим предприятием в виде иерархической и определим задачи, реализуемые на основных функциональных уровнях. Выделим четыре уровня: 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 критериями качества управления. На этом же уровне реализуются 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, общие цели и задачи управления в конкретных

ситуациях преобразуются в конкретные задания для локальной оптимизации. Кроме того, на этом уровне реализуются алгоритмы ситуационного управления при распределении энергетических ресурсов теплоэнергетического предприятия между потребителями энергии, а также реализуются алгоритмы интеллектуальной поддержки оператора/диспетчера при принятии решений в различных, в то числе и нештатных ситуациях. 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. Однако при моделировании сложных систем невозможно учесть достаточно большое число реальных факторов, поскольку это привело бы к чрезмерному усложнению модели. Поэтому в модель приходится вводить лишь ограниченное число таких факторов, которые по тем или иным соображениям считаются наиболее существенными. При этом возможны два подхода. Неучтенные в описании модели факторы можно считать абсолютно несущественными и полностью их игнорировать при принятии решений с использованием этой модели. С другой стороны, при втором подходе можно явно не вводить "несущественные факторы" в математическую модель, но учитывать их влияние, допуская, что отклик модели на то или иное воздействие (выбор альтернативы) может быть известен лишь приближенно или нечетко.

В традиционном подходе главными элементами процесса принятия решения являются множество альтернатив и множество ограничений, которые необходимо учитывать при выборе между различными альтернативами.

Функция предпочтительности, определяющая переход из пространства альтернатив в некоторое другое пространство и ставящая каждой альтернативе в соответствие выигрыш (или проигрыш), который получают в результате выбора этой альтернативы. При рассмотрении этого процесса с более общих позиций принятия решений в нечетких условиях, естественной представляется другая логическая схема, отличительной чертой которой является симметрия по отношению к целям и ограничениям. Этот подход устраняет различия между целями и ограничениями и позволяет достаточно просто принять на их основе решение. Под *нечеткой целью* подразумевается цель, которую можно описать как нечеткое множество в соответствующем пространстве. Пусть X – заданное множество альтернатив. Тогда нечеткая цель, или просто цель, G будет определяться фиксированным нечетким множеством G в X .

При обычном подходе функция предпочтительности, используемая в процессе принятия решения, служит для установления линейной упорядоченности на множестве альтернатив. Очевидно, что функция принадлежности $\mu_G(x)$ нечеткой цели выполняет ту же задачу и может быть получена из функции предпочтительности с помощью нормализации, сохраняющей установленную линейную упорядоченность.

Подобным же образом *нечеткое ограничение* C в пространстве X определяется как некоторое нечеткое множество в X . Важным моментом здесь является то, что и нечеткая цель, и нечеткое ограничение рассматриваются как нечеткие множества в пространстве альтернатив; это дает возможность не делать между ними различия при формировании решения.

Для практики интересен более общий случай, когда нечеткие цели и нечеткие ограничения – нечеткие множества в разных пространствах.

Пусть f – отображение из X в Y , причем переменная x обозначает входное воздействие, а y – соответствующий выход.

Предположим, что *нечеткая цель* задана как нечеткое множество G в Y , в то время как *нечеткое ограничение* – нечеткое множество C в пространстве X . Имея

нечеткое множество G в Y , можно найти нечеткое множество G в X , которое индуцирует G в Y . Функция принадлежности \bar{G} в Y задается равенством

$$\mu_{\bar{G}}(x) = \mu_G(f(x)).$$

После этого решение D может быть выражено пересечением множеств \bar{G} и C . Используя предыдущее соотношение, можно записать

$$\mu_D(x) = \mu_G(f(x)) \wedge \mu_C(x).$$

Таким образом, случай, когда *нечеткие цели* и *нечеткие ограничения* задаются как нечеткие множества в разных пространствах, может быть сведен к случаю, когда они задаются в одном и том же пространстве.

Для решения этих задач используются программные средства SCADA-технологий. Предлагаемый подход предполагает не просто создание обособленной экспертной системы обработки данных протекания технологического процесса, а интеграцию интеллектуальной СППИР с АСУ ТП на базе SCADA-системы Trace Mode, что существенно расширяет ее возможности, позволяет получить новый эффект от ее использования и удовлетворить возрастающие запросы разработчиков систем управления. В новой версии Trace Mode 6 наблюдается расширение функций SCADA от системы диспетчерского контроля и управления технологическими процессами до более дорогостоящего программного продукта - системы управления предприятием с учетом финансового анализа, что согласуется с последними тенденциями на рынке промышленной автоматизации с интеграцией корпоративных функций и выражается в появлении соответствующих исполнительных модулей.

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. Однако, ряд недостатков, присущих существующим SCADA-системам, приводит к тому, что тестирование высокоэффективных и сложных алгоритмов управления, обеспечивающих оптимальное управление объектами с изменяющимися коэффициентами, а также тестирование всей системы в целом на корректность функционирования в ситуациях временного изменения параметров и аварий на ТП приходится выполнять на этапе проведения пусконаладочных работ непосредственно на объекте управления. Проведение таких работ требует отклонения функционирования АСУ ТП от нормального режима, а зачастую и полной остановки ТП. Вынужденный простой промышленного оборудования приводит к удорожанию проекта и увеличению сроков его внедрения и ряду других трудностей. Поэтому, на этапе проектирования, необходимо иметь в наличии математические модели технологических процессов, на базе которых возможно решать задачи ситуационного моделирования процессов для отладки алгоритмов контроля, управления и интеллектуального сопровождения операторов на этапе принятия решений. Особенно актуальны эти задачи на предприятиях теплоэнергетики, где процессы протекающие в элементах технологических систем носят случайный, нестационарный характер. Среди этих процессов следует отметить: отбор тепловой энергии потребителями в зависимости от температуры окружающей среды, времени работы предприятий, а также некоторых параметров, характеризующих функционирование котлов: качество горения топливной смеси в топке, содержания солей в котловой воде, режимов работы основного и вспомогательного оборудования и др.

МЕТОДЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Прохоренков А.М., Совлуков А.С. (МГТУ, кафедра Автоматики и вычислительной техники, E-mail: prohorenkovam@mstu.edu.ru),

Качала Н.М. (МГТУ, кафедра информационных систем и прикладной математики)

Abstract. Research results on filtration quality of sinusoidal, linear and exponential noisy signals by Kalman filter and flowing average filter are presented. The procedure for processing of random signals using flowing average filter is suggested. A unit realizing algorithm of centering or a unit of normalization, or both of them in sequence is switched on depending on a process class and type.

В информационно-измерительных комплексах автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) приходится решать задачи измерения параметров зашумленных сигналов. При этом измерения должны выполняться по одной реализации в реальном масштабе времени. Для выделения полезного сигнала на фоне помехи применяют алгоритмы фильтрации. 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 этой ситуации актуальной становится задача синтеза алгоритмов обработки случайных процессов, позволяющих найти наилучшую оценку полезной детерминированной компоненты на основании измерения наблюдаемого сигнала.

Наиболее широкое применение для решения задач фильтрации в различных областях научных исследований и прикладных сферах нашли фильтры Калмана. На практике также часто используется простой по структуре фильтр скользящего среднего. В докладе представлены результаты исследования качества фильтрации синусоидального, линейного и экспоненциального зашумленных сигналов фильтром Калмана и фильтром скользящего среднего. Предложена процедура обработки случайных процессов по одной реализации, повышающая точность оценки математического ожидания и дисперсии, одним из элементов, которой является фильтр скользящего среднего.

Случайные процессы, протекающие в объектах систем управления, можно представить как результат совместного действия детерминированного полезного сигнала и стационарной помехи. Различают следующие модели сигналов [1]:

$$\text{аддитивная модель } y(t) = x_1(t) + v(t); \quad (1)$$

$$\text{мультипликативная модель } y(t) = x_2(t)v(t); \quad (2)$$

$$\text{аддитивно-мультипликативная модель } y(t) = x_1(t) + x_2(t)v(t), \quad (3)$$

где $x_1(t)$, $x_2(t)$ – детерминированные функции времени, $v(t)$ – стационарный случайный процесс с нулевым математическим ожиданием $m_v = 0$ и постоянной дисперсией D_v .

Модель схемы оценки детерминированной составляющей x_1 аддитивного процесса (1) представлена на рис. 1.



Рис. 1.

В соответствие с принятой схемой оценки (рис. 1) модель наблюдаемой системы может быть описана конечноразностными уравнениями:

$$\begin{cases} \mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{A}_{k+1|k} \mathbf{x}_k \\ \mathbf{y}_k = \mathbf{H}_k \mathbf{x}_k + \mathbf{v}_k \end{cases} \quad (4)$$

В уравнениях приняты следующие условные обозначения: \mathbf{x}_k – вектор состояния системы в момент времени $t = t_k$; \mathbf{y}_k – вектор измерения системы в момент времени $t = t_k$; \mathbf{v}_k – гауссовский белый шум измерения со статистическими характеристиками: математическое ожидание $M[\mathbf{v}_k] = 0$ и $\text{cov}(\mathbf{v}_k \mathbf{v}_j) = \mathbf{R}_k \delta_k$ (\mathbf{R}_k – положительно определенная симметричная матрица интенсивности); $\mathbf{A}_{k+1|k}$ – переходная матрица системы; \mathbf{H}_k – матрица измерений. В модели (4) предполагается, что векторы \mathbf{x}_k и \mathbf{v}_k взаимно некоррелированные.

Для системы уравнений (4) необходимо получить оценки вектора состояния \mathbf{x} с помощью фильтра Калмана и фильтра скользящего среднего для синусоидального, линейного и экспоненциального зашумленных сигналов.

Фильтрация во временной области дает оценку математического ожидания случайного процесса. Обычно наблюдаемый сигнал представляется в виде аддитивной модели (1), которая не всегда адекватна реальному процессу. Ошибка выбора модели процесса приводит к возникновению дополнительной методической погрешности при измерениях математического ожидания. В силу этого возникает задача анализа погрешности оценки математического ожидания измеряемого процесса, вызванной неправильной классификацией наблюдаемого процесса.

С учетом принятых допущений математическое ожидание случайных процессов, представленных моделями (1 и 3), в точке отсчета k , соответствующей времени t_k , определяется детерминированной составляющей $x_{1,k}$.

В качестве меры точности определения оценки $\hat{x}_{1,k}$ предлагается использовать величину среднеквадратической ошибки:

$$\xi_k = \sqrt{M[(\hat{x}_{1,k} - x_{1,k})^2]}. \quad (5)$$

Для оценки малости величины среднеквадратической погрешности (5) представим ее в долях от оцениваемого параметра:

$$\delta_k = \frac{\xi_k}{x_{1,k}}.$$

Нормированная среднеквадратическая ошибка (НСКО) в зависимости от значения $x_{1,k}$ изменяется в широких пределах вплоть до $\delta_k = \infty$ при $x_{1,k} = 0$. Поэтому при нормировании предлагается использовать максимальное значение истинного математического ожидания, взятого по модулю $|x_{1\max}|$:

$$\delta_k = \frac{\xi_k}{|x_{1\max}|}. \quad (6)$$

Качество фильтрации процессов, заданных уравнениями (1, 3), оценивалось при следующих условиях:

$$\begin{aligned}x_1 &= 1 + at, \quad a = 0,5; \\x_1 &= 1 + \sin(2\pi f_a t), \quad f_a = 1 \text{ Гц}; \\x_1 &= 2 - \exp(-bt), \quad b = 2; \\x_2 &= a_m t, \quad a_m = 0,5; \\x_2 &= \sin(2\pi f_m t), \quad f_m = 4 \text{ Гц}; \\x_2 &= \exp(-b_m t), \quad b_m = 4.\end{aligned}$$

При моделировании длина реализации процессов была 1,5 сек., интервал дискретизации $\Delta t = 0,02$ сек., дисперсия шума v равна 0,1.

Как показали результаты расчетов, фильтр Калмана дает для аддитивной модели меньшее значение НСКО, чем алгоритм скользящего среднего выше. Однако фильтр скользящего среднего менее чувствителен к изменению дисперсии наблюдаемого сигнала. Он позволяет оценить математического ожидания как для аддитивной модели (1) случайного процесса, так и для аддитивно-мультипликативной модели (3). Отсутствие обоснованных рекомендаций по выбору окна усреднения ограничивает применение оператора скользящего среднего в системах управления технологическими процессами. Поскольку проведенные исследования показали эффективность оператора скользящего среднего, то задачу анализа влияния ошибочной классификации наблюдаемого процесса на точность оценки математического ожидания аддитивно-мультипликативного сигнала отсутствие обоснованных рекомендаций по выбору окна усреднения ограничивает применение оператора скользящего среднего в системах управления технологическими процессами.

В докладе представлена структура информационной системы обработки информации, учитывающей случайный характер процессов, протекающих в реальных промышленных системах управления технологических процессов. В отличие от существующих систем обработки случайных процессов предложенная система включает процедуру классификации исследуемого процесса и предусматривает автоматическую настройку интервала усреднения и алгоритма обработки в зависимости от класса процесса (стационарный, нестационарный), вида процесса (аддитивный, аддитивно-мультипликативный, мультипликативный), типа и параметров детерминированных составляющих. В докладе предложен алгоритм обработки случайных процессов с использованием фильтра скользящего среднего. С целью повышения точности вероятностных характеристик измеряемых сигналов и обоснованного выбора интервала усреднения, фильтрации предшествует процедура классификации наблюдаемого процесса. Это дает возможность оперативно менять интервал усреднения и перестраивать измерительную процедуру, включая в зависимости от класса и типа процесса блок, реализующий алгоритм центрирования, или блок нормирования, или выполнить последовательно обе эти операции.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫХОДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИОЧАСТОТНОГО КОНЦЕНТРАТОМЕРА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Ершов А.М.¹, Маслов А.А.², Совлуков А.С.^{2,3}, Фатеев В.Я.³,
Яценко В.В.² (МГТУ, каф. А и ВТ², каф. ТПП¹; г. Москва, Институт
проблем управления им. В.А Трапезникова РАН³, e-mail:
jacencovv@rambler.ru)

Abstract. Relationship for response function of radiofrequency concentration measuring device of lossy dielectric liquids in particular of water solutions, is derived. The device contains sensor that is the section of screened TEM-transmission line with U-shaped inner conductor. The response function is the dependence of resonance frequency of electromagnetic oscillations of the sensor on relative content of constituents in a monitored liquid.

Аннотация. Приведен вывод соотношения для расчета выходной характеристики радиочастотного концентратомера жидкостей с диэлектрическими потерями, в частности, водных растворов. Концентратомер содержит датчик в виде отрезка экранированной длинной линии с U-образным внутренним проводником. Его выходной характеристикой является зависимость резонансной частоты электромагнитных колебаний данного отрезка длинной линии от относительного содержания компонентов в контролируемой жидкости.

Определение концентрации бинарных смесей, в частности, водных растворов, требуется производить во многих отраслях промышленности. При решении экологических проблем необходимо определять наличие и степень содержания примесей в воде. Эффективное решение подобных задач возможно с применением радиоволновые методов и средств измерений [1-3].

Для измерения концентрации бинарных смесей могут быть применены радиочастотные датчики на основе отрезков длинных линий – высокочастотных (ВЧ) резонаторов, имеющих резонансные частоты, как правило, до 100 МГц. В промышленности часто необходимо производить контроль веществ с произвольными электрофизическими параметрами, в том числе и обладающими большими диэлектрическими потерями; такими веществами являются, в частности, технологические водные растворы. В этом случае целесообразно применение отрезков длинной линии с покрытием, по меньшей мере, одного из их проводников диэлектрической оболочкой определенной толщины. Такой подход применим, в частности, для высокоточной концентратометрии диэлектрической жидкости с потерями в воде. Для этого были разработаны схемы радиочастотных концентратометров, изготовлены образцы этих приборов и проведены с ними эксперименты с некоторыми водосодержащими растворами [4].

В качестве радиочастотного концентратомера предложено применять измерительное устройство с резонаторным датчиком на основе отрезка экранированной длинной линии, образуемого металлическим цилиндром и внутренним U-образным проводником внутри него, покрытым диэлектрической оболочкой [4]. Одним из концов такой отрезок длинной линии подключен к электронному блоку, а на его другом конце может быть подключено реактивное сопротивление. В частности, отрезок линии может быть короткозамкнутым на этом конце, являясь при этом четвертьволновым (рис. 1).

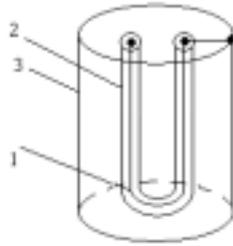


Рис. 1. Отрезок длинной линии с U-образным внутренним проводником
1 – внутренний проводник, 2 – диэлектрическая оболочка, 3 – металлическая труба

С применением электронного блока в отрезке длинной линии – резонаторе – возбуждаются электромагнитные колебания. Как правило, в мегагерцовом диапазоне частот. В этом же блоке определяется резонансная частота f_p электромагнитных колебаний отрезка линии, являющаяся информативным параметром, и регистрируется соответствующее значение измеряемой концентрации. Ее значение, в свою очередь, функционально зависят от электрофизических параметров контролируемой жидкости, в частности, от диэлектрической проницаемости. Резонансная частота f_p изменяется при погружении отрезка длинной линии в контролируемую жидкость, заполняющую пространство между внутренним проводником и металлическим цилиндром. Значения резонансной частоты зависят также от конструктивных параметров отрезка длинной линии. Электронный блок может содержать автогенератор, к частотоподающей цепи которого подключен одним из концов рассматриваемый отрезок длинной линии. Отрезок длинной линии является в этом случае четвертьволновым резонатором. Информативным параметром служит частота автогенератора, функционально зависящая от резонансной частоты отрезка длинной линии. При изменении концентрации жидкости изменяется резонансная частота и, соответственно, частота автогенератора, величина которой соответствует текущему значению определяемого концентрации контролируемой жидкости.

На рис. 2 показано поперечное сечение U-образного отрезка длинной линии, а на рис. 3 – поперечное сечение коаксиальной линии с эксцентрично-расположенным внутренним проводником. Здесь r – радиус внутреннего проводника; r_{Π} – радиус наружного проводника (вместе с диэлектрической оболочкой); R – радиус металлической трубы; d – расстояние между центрами этих проводников.

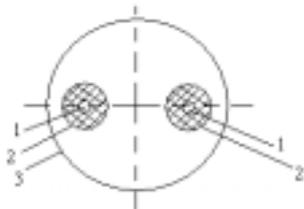


Рис. 2. Поперечное сечение отрезка длинной линии

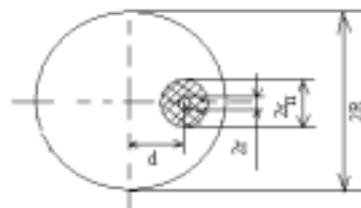


Рис. 3. Поперечное сечение коаксиальной линии с эксцентрично-расположенным внутренним проводником

В [5] приведен вывод соотношений для расчета выходной характеристики данного концентратомера, которые применимы при контроле жидкостей, являющихся достаточно хорошими диэлектриками. Приведем теперь расчет выходной характеристики для более общего случая, соответствующего контролю жидкостей с диэлектрическими потерями. К числу таких жидкостей относятся, в частности, водные растворы.

Резонансная частота f_p четвертьволнового отрезка длиной линии при, соответственно, отсутствии и наличии двухслойного диэлектрика, образованного совокупностью оболочки и контролируемой жидкости, выражается формулами [2,5]:

$$f_{p0} = \frac{c}{4l\sqrt{\epsilon_{эфф0}}}, \quad (1)$$

$$f_p = \frac{c}{4l\sqrt{\epsilon_{эфф}}}, \quad (2)$$

где c – скорость света, l – длина отрезка длиной линии с U-образным проводником, равная сумме длин двух коллинеарных частей такого отрезка линии с эксцентрично-расположенным внутренним проводником; $\epsilon_{эфф}$ и $\epsilon_{эфф0}$ – эффективная диэлектрическая проницаемость двухслойного диэлектрика, образованного совокупностью оболочки и, соответственно, контролируемой жидкости и воздуха. Аналогичные формулы могут быть записаны при наличии иной нагрузки на конце отрезка длиной линии [1].

Следовательно,

$$\frac{f_p}{f_{p0}} = \sqrt{\frac{\epsilon_{эфф0}}{\epsilon_{эфф}}} \quad (3)$$

Получим выражение для f_p/f_{p0} применительно к контролю жидкостей, являющихся несовершенными диэлектриками.

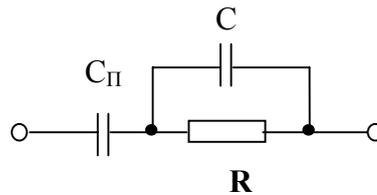


Рис. 4. Эквивалентная электрическая схема датчика концентрации

На рис. 4 приведена эквивалентная электрическая схема датчика концентрации, характеризующая поперечное сечение отрезка длиной линии с контролируемой жидкостью, имеющей диэлектрические потери, между его проводниками. Части поперечного сечения, занимаемой внутренним проводником, покрытым диэлектрической оболочкой, соответствует погонная (т.е. на единицу длины) эквивалентная электрическая емкость C_{Π} . Другой части поперечного сечения, занимаемой жидкостью в пространстве между внутренним и наружным проводниками, соответствует совокупность параллельно соединенных погонной электрической емкости C и погонного активного сопротивления R . Они связаны функционально с электрофизическими параметрами контролируемой жидкости так [6]:

$$C = \epsilon C_0 \quad (4)$$

$$R = \frac{1}{\omega C \operatorname{tg} \delta} \quad (5)$$

Здесь f – частота; $\omega = 2\pi f$; ϵ и $\operatorname{tg} \delta$ – диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь контролируемой жидкости, соответственно; C_0 – частичная погонная емкость для части поперечного сечения данного отрезка длиной линии с двухслойным диэлектриком, занимаемым воздухом и оболочкой.

Электрические емкости C_{Π} и C_0 выражаются следующими формулами [5]:

$$C_{\Pi} = \frac{2\pi\epsilon_{\Pi}\epsilon_0}{\ln \frac{r_{\Pi}}{r}} \quad (6)$$

$$C_0 = \frac{2\pi\varepsilon_0}{\ln\left[\frac{R^2 - d^2}{2r_{II}R} + \sqrt{\left(\frac{R^2 - d^2}{2r_{II}R}\right)^2 - 1}\right]} \quad (7)$$

Полная комплексная проводимость \dot{Y} данной электрической цепи может быть выражена следующей формулой [6]:

$$\dot{Y} = \frac{\omega^2 C_{II}^2 R}{1 + [\omega(C_{II} + C)R]^2} + j\omega C_{II} \frac{1 + \omega^2 C(C_{II} + C)R^2}{1 + [\omega(C_{II} + C)R]^2} \quad (8)$$

Отсюда следует, что эквивалентная электрическая емкость C_3 и эквивалентная проводимость G_3 , рассматриваемой электрической цепи, соединенные параллельно, выражаются, соответственно, так:

$$C_3 = \text{Im}(\dot{Y}/j\omega) = C_{II} \frac{1 + \omega^2 C(C_{II} + C)R^2}{1 + [\omega(C_{II} + C)R]^2} = \varepsilon_{эфф} C_0^0 \quad (9)$$

$$G_3 = \text{Re} \dot{Y} = \frac{\omega^2 C_{II}^2 R}{1 + [\omega(C_{II} + C)R]^2} \quad (10)$$

Здесь C_0^0 – погонная электрическая емкость в отсутствие оболочки и контролируемой жидкости, выражаемая следующей формулой [7]:

$$C_0^0 = \frac{2\pi\varepsilon_0}{\ln\left[\frac{R^2 - d^2}{2rR} + \sqrt{\left(\frac{R^2 - d^2}{2rR}\right)^2 - 1}\right]} \quad (11)$$

Здесь $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума.

Если жидкость является хорошим диэлектриком (в этом случае $R \rightarrow \infty$), то формула (9) принимает следующий вид:

$$C_3 = \frac{C_{II}C}{C_{II} + C} \quad (12)$$

В отсутствие контролируемой жидкости ($\varepsilon = 1$) будем иметь, вместо (12), следующее выражение для эквивалентной электрической емкости C_{30} :

$$C_{30} = \frac{C_{II}C_0}{C_{II} + C_0} = \varepsilon_{эфф0} C_0^0 \quad (13)$$

Подставив в (9) значения для C и R из формул (4) и (5), соответственно, получим для C_3 следующее выражение:

$$C_3 = C_{II} \frac{1 + \left(1 + \frac{C_{II}}{\varepsilon C_0}\right) \frac{1}{(tg\delta)^2}}{1 + \left(1 + \frac{C_{II}}{\varepsilon C_0}\right)^2 \frac{1}{(tg\delta)^2}} \quad (14)$$

С учетом соотношений (13) и (14) формула (3) принимает следующий вид:

$$\frac{f_p}{f_{p0}} = \sqrt{\frac{\varepsilon_{эфф0}}{\varepsilon_{эфф}}} = \sqrt{\frac{C_{30}}{C_3}} = \sqrt{\frac{C_0}{C_{II} + C_0} \frac{1 + \left(1 + \frac{C_{II}}{\varepsilon C_0}\right)^2 \frac{1}{(tg\delta)^2}}{1 + \left(1 + \frac{C_{II}}{\varepsilon C_0}\right) \frac{1}{(tg\delta)^2}}} \quad (15)$$

Данная формула соответствует искомой выходной характеристике концентратомера при наличии диэлектрических потерь у контролируемой жидкости, в частности, у водного раствора. Отметим, что в формуле (15) значения C_{II} и C_0 выражаются, соответственно, формулами (6) и (7). При отсутствии диэлектрических потерь у контролируемой жидкости ($\operatorname{tg}\delta = 0$) формула (12) принимает следующий вид:

$$\frac{f_p}{f_{p0}} = \sqrt{\frac{C_{II} + \varepsilon C_0}{\varepsilon(C_{II} + C_0)}} \quad (16)$$

Эта формула совпадает с соответствующей формулой, полученной в [5] при расчете выходной характеристики концентратомера жидкостей, являющихся хорошими диэлектриками.

Полученная формула (15) позволяет производить расчет конструктивных параметров радиочастотного датчика применительно к измерениям физических свойств жидкостей с произвольными электрофизическими параметрами, в частности, водных растворов. Она дает возможность определять выходную характеристику датчика и сопоставлять расчетные данные с результатами экспериментов.

Литература

1. Викторов В.А., Лункин Б.В., Совлуков А.С. Высокочастотный метод измерения неэлектрических величин. М.: Наука. 1980. 280 с.
2. Викторов В.А., Лункин Б.В., Совлуков А.С. Радиоволновые измерения параметров технологических процессов. М.: Энергоатомиздат. 1989. 208 с.
3. Nyfors E., Vainikainen P. Industrial microwave sensors. Artech House, Norwood, MA, USA. 1989. 351 p.
4. 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.
5. Ершов А.М., Маслов А.А., Совлуков А.С., Фатеев В.Я., Яценко В.В. Определение выходной характеристики радиочастотного концентратомера// Международная научно-техническая конф. "Наука и образование – 2007". Мурманск, МГТУ. 2007. С. 1217-1221.
6. Заринский В.А., Ермаков В.И. Высокочастотный химический анализ. М.: Наука. 1970. 200 с.
7. Иоссель Ю.Я., Кочанов Э.С., Струнский М.Г. Расчет электрической емкости. Л., Энергоиздат, Ленинград. отделение. 1981. 288 с.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ АКТИВНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Солодов В.С. (МГТУ, кафедра А и ВТ)

Аннотация. В работе рассматривается прогнозирование объектов, на техническое состояние которых влияет фактор времени и другие параметры. Для учета нескольких факторов предлагается использовать методы планирования активного эксперимента. Для определения интервала времени, в течение которого сохраняется состояние объекта, предлагается использовать преобразование модели.

Прогнозирование технического состояния объекта представляет собой процесс определения технического состояния (ТС) объекта на предстоящий интервал времени на основании изучения тщательно отобранных данных, которые могут быть получены на основе наблюдений или на основе спланированного эксперимента

При решении задачи прогнозирования находят применение два понятия:

интерполяция, означающая определение значений функции по некоторым известным ее значениям внутри исследуемой области;

экстраполяция, характеризующая определение значений функции за пределами интервала, где известны ее значения.

Выполнить достоверное прогнозирование можно только в том случае, когда известны условия, в которых объект будет применяться.

Принципиальной основой прогнозирования служит предположение о существовании единых закономерностей в поведении объекта.

В зависимости от используемого математического аппарата различают три вида прогнозирования:

- 1) *аналитическое*, основанное на степенных рядах и уравнениях регрессии;
- 2) *вероятностное*, основанное на теории вероятности;
- 3) *статистическая* классификация, основанная на теории распознавания образов.

Аналитическое прогнозирование. Этот вид прогнозирования наиболее эффективен для элементов и систем автоматики и радиотехнических объектов.

Для решения задачи прогнозирования все время поведения объекта разделяется на два интервала: T_1 — интервал наблюдения за поведением объекта; T_2 — интервал, в котором осуществляется прогнозирование (рис.1).

Естественно, что чем больше T_1 , тем достовернее прогноз, поскольку с увеличением T_1 возрастает объем информации о прогнозируемом процессе.

Однако увеличение интервала наблюдения приводит к дополнительным затратам, в связи с этим на практике при прогнозировании состояния ОД стараются по возможности сократить величину T_1 .

Задача прогнозирования изменения состояния объекта решается методами *экстраполяции*, то есть переноса на будущее тенденций прошлого. При этом изменение состояния объекта определяется значениями, получаемыми на участке наблюдения или спланированного эксперимента.

При экстраполяции предполагается, что условия работы объекта, которые отмечались при наблюдении, и в дальнейшем остаются неизменными или изменяются по известному закону.

При выборе математического аппарата для решения задачи аналитического прогнозирования необходимо предварительно определить прогнозируемые параметры.

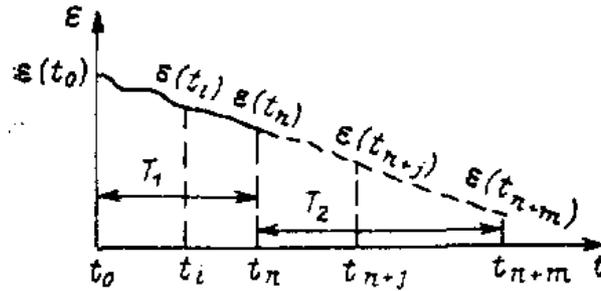


Рис.1. Зависимость контролируемого параметра от времени и его аналитическое прогнозирование

Выбранные параметры должны быть чувствительными к изменениям управляющих воздействий (факторов), т. е. любая наметившаяся тенденция изменения управляющего воздействия должна отражаться на поведении выбранного прогнозируемого параметра.

Виды прогнозирующих моделей. При прогнозировании технических состояний объектов широко применяется в качестве прогнозирующей экспоненциальная функция

$$W(t) = a \exp(bt),$$

Неизвестные коэффициенты a и b вычисляются по двум значениям $\varepsilon(t_{n-1})$ и $\varepsilon(t_n)$. Прогнозирующая зависимость находится путем решения системы уравнений

$$W(t_{n-1}) = \varepsilon(t_{n-1}) = a \exp(bt_{n-1});$$

$$W(t_n) = \varepsilon(t_n) = a \exp(bt_n)$$

в виде
$$W(t) = \varepsilon(t_n) \exp \left[\frac{t - t_n}{t_n - t_{n-1}} \ln \frac{\varepsilon(t_n)}{\varepsilon(t_{n-1})} \right]$$

Экспонента как математическая модель используется в тех случаях, когда процессы, протекающие в объекте, близки к экспоненциальным.

Рациональным методом решения задачи построения прогнозирующей функции является метод планирования активного эксперимента (МПАЭ), при котором используется полиномиальная модель вида

$$\hat{Y} = b_0 + \sum_{i=1}^K b_i \tilde{x}_i + \sum_{i \neq j} b_{ij} \tilde{x}_i \tilde{x}_j + \sum_{i=1}^K b_{ii} \tilde{x}_i^2,$$

где коэффициенты b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} являются оценками истинных коэффициентов $\beta_0, \beta_i, \beta_{ij}, \beta_{ii}, \dots$ соответственно; Y — прогнозируемая величина, характер изменения которой необходимо определить; b_i — коэффициенты полинома; \tilde{x}_i — параметры, влияющие на прогнозируемую величину в относительных (кодированных) величинах, одной из которых может рассматриваться время.

Наибольшую ценность представляет использование планирования эксперимента для получения прогнозирующего полинома по двум и более факторам, когда на состояние объекта влияют не только фактор времени, но и другие факторы: температура, давление и т.п. Для этой цели можно использовать ортогональные центральные композиционные планы (ОЦКП), несимметричные планы $M1 \times M2 \times M3$, описанные в [2].

Пример. Известно, что коэффициент усиления усилителя K зависит от температуры окружающей среды T и времени работы усилителя t .

Прогнозирующий полином по двум факторам (температуре T и относительного времени τ) имеет вид

$$\hat{K} = b_0 + b_1 \tilde{T} + b_2 \tau + b_{12} \tilde{T} \tau + b_{11} \tilde{T}^2 + b_{22} \tau^2,$$

где \tilde{T} - относительное (кодированное) значение температуры окружающей среды; τ - относительное время.

Предположим, что в эксплуатации находятся три однотипных усилителя, работающих в различных температурных условиях при 100 °С, 80°С и 60°С. Следовательно $T_{\max} = 100$ °С; $T_{\min} = 60$ °С. Время наблюдения в кодированных единицах τ (-1; 0; +1).

Переведем варьируемый параметр T °С в кодированные величины:

$$\tilde{T} = \frac{T - T_0}{\Delta T},$$

где

$$T_0 = \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} = \frac{100 + 60}{2} = 80 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$\Delta T = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{2} = \frac{100 - 60}{2} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Наблюдения велись за изменением коэффициента усиления K по ортогональному центральному композиционному плану (ОЦКП) и получены следующие результаты

План эксперимента и расчётная матрица $K = f(T, \tau)$

Номер опыта	План эксперимента		Результат опыта	Расчёт	Невязка абсолютная	Невязка относительная
	\tilde{T}	τ				
1	+	-	107,0	107,0	0	0
2	0	-	94,0	94,6	0,6	0,9
3	-	-	79,0	78,5	0,5	0,7
4	-	0	51,0	51,6	0,6	0,9
5	0	0	70,0	69,9	0,1	0,1
6	+	0	85,0	84,6	0,4	0,6
7	+	+	66,0	66,5	0,5	0,7
8	-	+	29,0	29,0	0	0
9	0	+	50,0	49,6	0,4	0,6

Для данного плана коэффициенты полинома рассчитываются по формулам

$$b_0 = (1/9) \sum_{u=1}^9 y_u - 2/3(b_{11} - b_{22}); \quad b_{ii} = (1/2) \sum_{u=1}^9 (x_{iu} - 2/3)y_u; \quad (1)$$

$$b_i = (1/6) \sum_{u=1}^9 x_{iu} y_u; \quad b_{ij} = 1/4 \sum_{i \neq j} x_{iu} x_{ju} y_u$$

Подставив найденные коэффициенты в общее выражение, получим полином вида

$$\hat{K} = b_0 + b_1 \tilde{T} - b_2 \tau + b_{12} \tilde{T} \cdot \tau - b_{11} \tilde{T}^2 + b_{22} \tau^2 \quad (2)$$

$$\hat{K} = 69,9 + 16,5 \tilde{T} - 22,5 \tau + 2,25 \tilde{T} \cdot \tau - 1,83 \tilde{T}^2 + 2,17 \tau^2$$

В качестве примера определим значение K при $T = 110$ °С и $\tau = 1,25$.

Переведем абсолютные значения температуры в относительные величины

$$\tilde{T} = \frac{T - T_0}{\Delta T} = \frac{110 - 80}{20} = \frac{30}{20} = 1,5$$

Подставим кодированные значения \tilde{T} и τ в полином (2), получим \hat{K}

$$\hat{K} = 69,9 + 16,5 \cdot (1,5) - 22,5 \cdot (1,25) + 2,25 \cdot (1,5) \cdot (1,25) - 1,83(1,5)^2 + 2,17(1,25)^2 = 69,9 + 24,75 - 28,125 + 4,22 - 5,49 + 3,39 = 68,65.$$

На рис.3 представлены графики изменения коэффициента усиления усилителя от температуры. Верхняя кривая соответствует работе транзистора при 110°C, нижняя – при 60 °С.

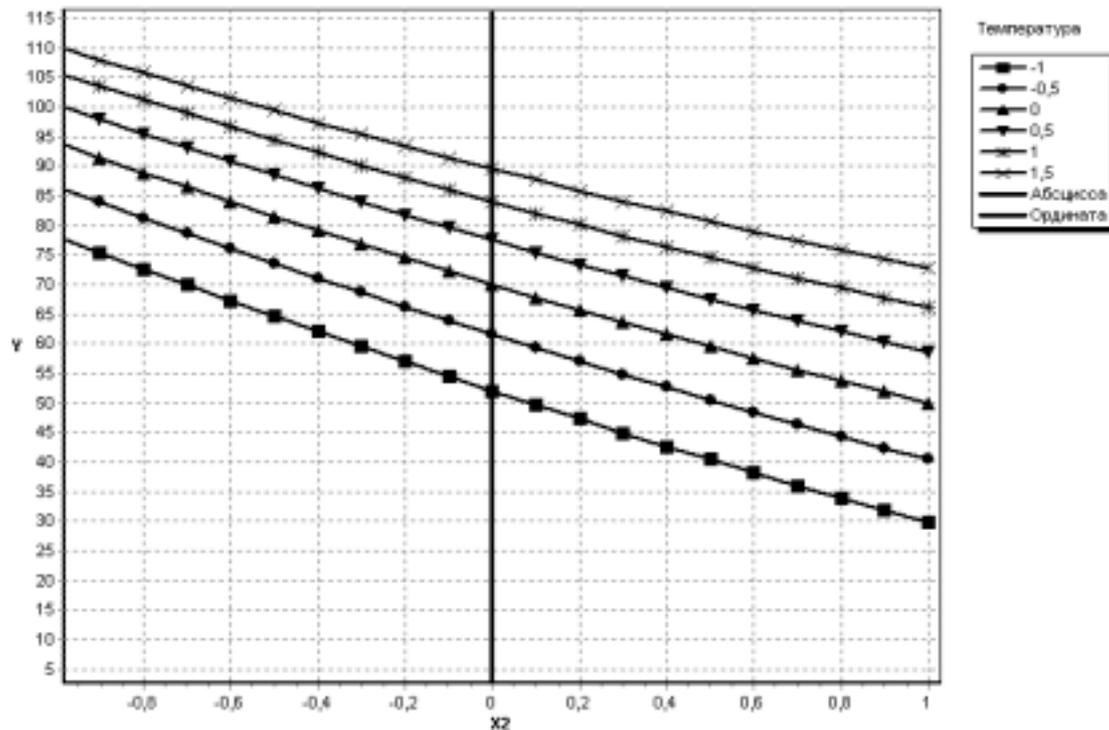


Рис. 3 – График зависимости коэффициента усиления усилителя K от времени и температуры.

Полиномиальные модели успешно могут использоваться для прогнозирования поведения объекта в пределах и за пределами измеряемых диапазонов варьируемых параметров. Программа для ЭВМ (Рег. № 2006613877) составлена таким образом, что позволяет задавать любые параметры в относительных (кодированных) величинах.

С целью построения графиков разработана программа (Рег. № 2006613876)..

Особенностью применения метода планирования активного эксперимента для прогнозирования технического состояния объектов является появление коэффициентов b_{ij} – эффектов взаимодействия параметров, которые принципиально не могут быть получены при однофакторном подходе к прогнозированию.

Литература

1. Прохоренков, А. М. Судовая автоматика. / А. М. Прохоренков, В. С. Солодов, Ю. Г. Татьянченко. - М. : Колос, 1992. - 448 с.
2. Солодов В.С. Идентификация комплекса судно – трал с использованием методов планирования эксперимента. Мурманск: Изд. МГТУ, 2008. -248 с.

МЕТОД ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИДКОСТЕЙ

Ершов А.М.¹, Маслов А.А.², Курамшина А.Р.², Яценко В.В.²
(МГТУ, каф. ТПП¹, каф. А и ВТ²; e-mail: jacenkovv@rambler.ru)

Abstract. This paper considers the method of time dielectric spectroscopy for physical properties of liquids. The core of this method is to apply the signal with changing pulse rate to the measurement cell and to register the result outcome.

Аннотация. Рассматривается метод диэлектрической спектроскопии для измерения физических свойств жидкости. Суть данного метода измерений заключается в подаче на измерительную ячейку сигнала с изменяющейся частотой и регистрации отклика.

Во многих отраслях промышленности возникает потребность измерения концентрации компонентов в смеси. Это требуется, в частности, для решения экологических, пищевых, химических проблем, а так же и в научных исследованиях.

Инструментальный арсенал химии растворов, насчитывающий в настоящее время десятки методов, постоянно расширяется и совершенствуется.

Диэлькометрия, как метод исследования электронной структуры, динамики молекул и межмолекулярных взаимодействий в растворах и чистых жидкостях, основан на изучении процессов поляризации веществ под воздействием внешнего электрического поля. Традиционные методы диэлькометрии основаны на измерении диэлектрических характеристик вещества при заданной (фиксированной) частоте (ω) электромагнитного поля, лежащей вне дисперсионной области. Это позволяет получать данные о статической диэлектрической проницаемости ϵ_{st} вещества, что в свою очередь дает возможность рассчитывать дипольные моменты молекул, их поляризуемость и другие электрические величины, связанные со строением отдельных молекул исследуемого вещества, так и макрообразца в целом.

Требования об измерениях ϵ_{st} вне дисперсионной области априорно выполнить невозможно. И чтобы убедиться в том, что величина ϵ_{st} не зависит от частоты поля, необходимо определить ϵ_{st} на нескольких фиксированных частотах. Такой путь означает переход к другим методам диэлькометрии – спектроскопическому исследованию вещества.

Несмотря на длительную историю существования и развития методов диэлектрической радиоспектроскопии к настоящему времени все еще не сложилась четкая систематизация ее экспериментальных методов. Причина затруднений заключается в необходимости учитывать вклад электропроводности и диэлектрических потерь в искомую диэлектрическую проницаемость.

Снижение мешающего влияния токов проводимости при диэлькометрических измерениях достигается при значительном возрастании рабочей частоты поля. В этом случае, однако, невозможно выполнить обычные радиотехнические измерения и необходимо использовать устройства и методы на основе систем с так называемыми распределенными параметрами.

Примером простейшей системы с распределенными параметрами может служить "длинная" линия, то есть двухпроводная система, протяженность которой соизмерима с рабочей длиной волны электромагнитного поля.

На кафедре Автоматики и вычислительной техники разработана измерительная ячейка, представляющая собой отрезок длинной линии (рисунок 1).



Рисунок 1 – Внешний вид датчика, погружаемого в исследуемую жидкость.

Этот отрезок содержит две микрополосковые линии, которые погружаются в исследуемый образец технологического раствора.

Для исследования состава жидкостей была предложена следующая схема включения измерительной ячейки (рисунок 2).

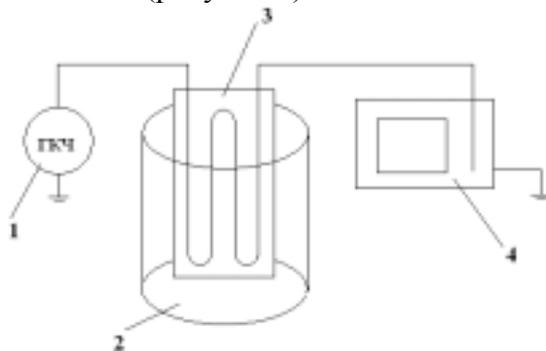


Рисунок 2 – Схема устройства для измерения физических свойств жидкости:

- 1 – генератор качающейся частоты, 2 – емкость с исследуемой жидкостью, 3 – датчик, 4 – цифровой осциллограф.

Эксперименты проводились с водными растворами лимонной кислоты (1%, 2%, 3%).

В ходе исследований было установлено, что резонансной частотой изготовленного датчика является частота порядка 16 МГц. Поэтому было детально изучено прохождение через измерительный элемент сигнала, частота которого колеблется от 15 МГц до 17 МГц, и проанализированы полученные спектральные характеристики (рисунки 3,4,5).

Подключение цифрового осциллографа позволяет получить файлы с рассчитанными данными спектральной характеристики. Эти данные дают возможность свести полученные характеристики на одном графике и сравнить их между собой (рисунок 6).

Анализ графиков позволяет сделать предположение о том, что резонансная частота датчика зависит не только от геометрических параметров измерительной ячейки, но и от физических свойств вещества в котором распространяется электромагнитная волна. Данное предположение требует теоретического обоснования.

Проведенные эксперименты позволяют сделать вывод о применимости данного метода для определения физических свойств жидкости (в частности, для определения концентрации примесей в бинарных жидкостях). Однако опыты показали, что при такой конструкции измерительного элемента, мощность выходного сигнала невелика и требует усиления для надежной фиксации.

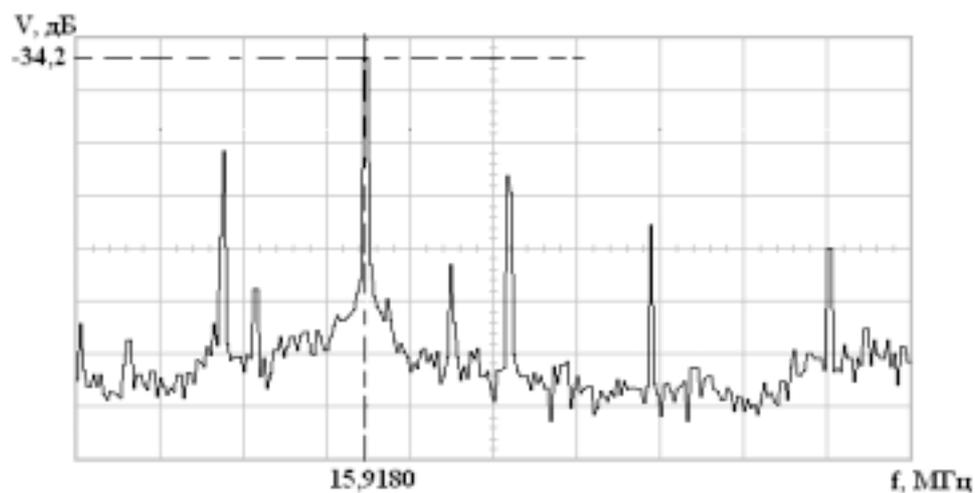


Рисунок 3 – Спектральная характеристика для 1%-го водного раствора лимонной кислоты

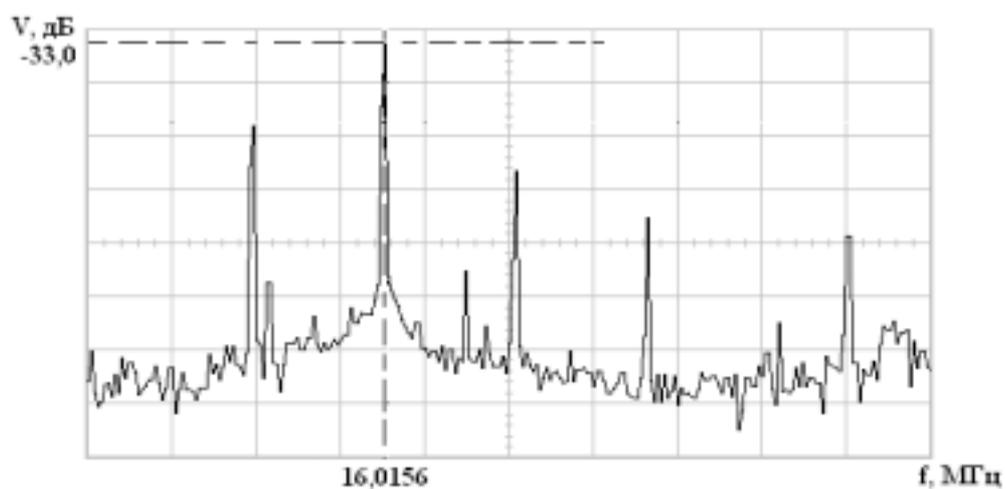


Рисунок 4 – Спектральная характеристика для 2%-го водного раствора лимонной кислоты

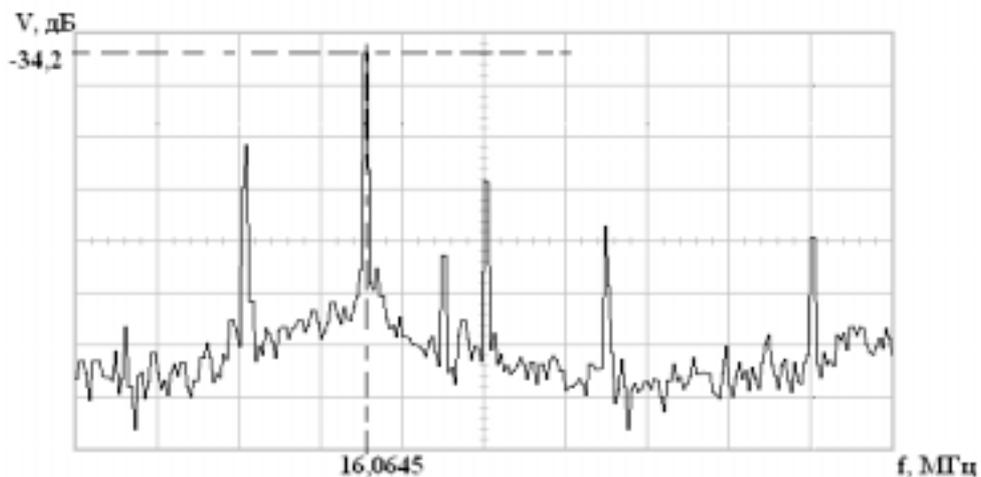


Рисунок 5 – Спектральная характеристика для 3%-го водного раствора лимонной кислоты

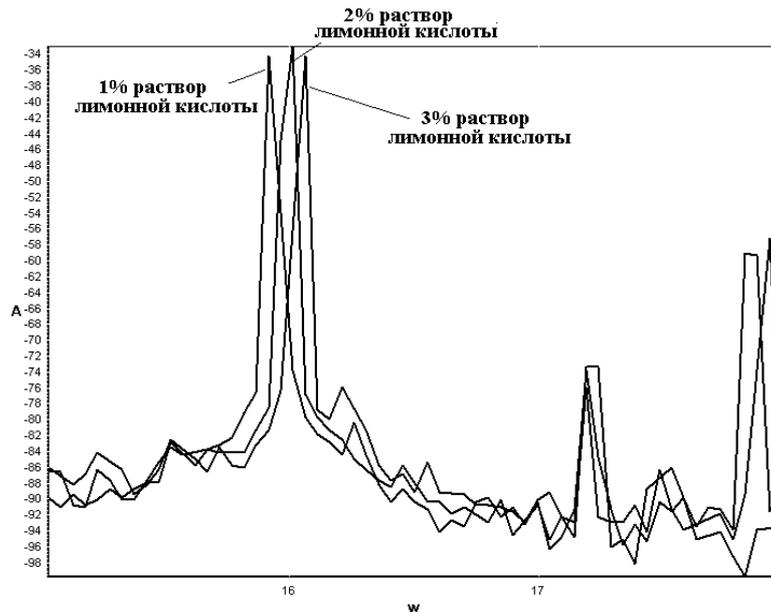


Рисунок 6 – Сравнение спектральных характеристик водных растворов с различным процентным содержанием лимонной кислоты

В дальнейшем работа по этой теме будет направлена на доработку конструкции измерительного прибора, основанного на спектроскопическом исследовании вещества, на получение теоретического подтверждения полученных результатов, а также на исследование влияния температуры и других внешних факторов на характер спектральной характеристики.

Литература

1. Викторов В.А., Лункин Б.В., Совлуков А.С. Высокочастотный метод измерения неэлектрических величин. М.: Наука. 1980. 280 с.
2. Перелыгин И.С., Кимтис Л.Л., Чижик В.И. и др. Экспериментальные методы химии растворов: спектроскопия и калориметрия. М.: Наука, 1995. – 380 с.: ил. (Серия "Проблемы химии растворов").
3. Nyfors E., Vainikainen P. Industrial microwave sensors. Artech House, Norwood, MA, USA. 1989. 351 p.
4. 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.
5. Ершов А.М., Маслов А.А., Совлуков А.С., Фатеев В.Я., Яценко В.В. Определение выходной характеристики радиочастотного концентратомера// Международная научно-техническая конф. "Наука и образование – 2007". Мурманск, МГТУ. 2007. С. 1217-1221.
6. Заринский В.А., Ермаков В.И. Высокочастотный химический анализ. М.: Наука. 1970. 200 с.

СЕКЦИЯ
«ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
ШЕЛЬФОВЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ И
ТЕХНОЛОГИЙ»

*Секция «Физические процессы шельфовых
нефтегазовых производств и технологий»*

КАРАЕВ Р.Н., АБДУЛЛАЕВ О.М. Структурный анализ динамики и жёсткости валолинии судна в процессе маневрирования и динамического позиционирования.....	924
ГЕРАСИМОВА О.В. Применение инженерной программы ANSYS при расчете элементов конструкций	927
ГЕРАСИМОВА О.В. Определение напряженно-деформированного состояния деталей машин в программе Mechanical Desktop INVENTOR.....	930
ГЕРАСИМОВА О.В. Практическое использование САД и САЕ-технологий при решении инженерных задач по строительству морских магистральных газонефтепродуктопроводов	932
ПАПУША А.Н., ДЖАМАЛОВА Э.Б. Устойчивость обсадных колонн с начальными несовершенствами.....	934
ПАПУША А.Н., ДЖАМАЛОВА Э.Б. Устойчивость обсадных колонн в многолетнемерзлых породах.....	936
КОРОТАЕВ Б.А. Определение порового давления в процессе разведочного бурения.....	939
ЧЕРУНОВА И.В. Тенденции развития защитной одежды для условий пришельфовых добывающих производств	940
ШИШКО А.Л. Эффект многофазного потока применительно к Штокмановскому месторождению	944
ШИШКО А.Л. Волновые процессы при транспортировке газа подводным морским трубопроводом	946

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ И ЖЁСТКОСТИ ВАЛОЛИНИИ СУДНА В ПРОЦЕССЕ МАНЕВРИРОВАНИЯ И ДИНАМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Караев Р.Н., Абдуллаев О.М. (г. Баку, Каспморнефтефлот,
e-mail: oyrad-abdullayev@yandex.ru)

Abstract. During maneuvering and dynamic stationing of vessels shaft line is affected by regular loads that change character of reaction processes affecting hull. During working process block scheme was elaborated, this scheme reflects perspective direction of researches for studying matter of shaft line dynamics of vessel during maneuvering and dynamic stationing.

Суда нефтегазопромыслового флота являются сложным инженерным сооружением, содержащим целый ряд локальных систем управления судовыми, энергетическими и транспортно-технологическими процессами.

Операция маневр и динамическое позиционирование судна, определяемая спецификой работы судов нефтегазопромыслового флота, осуществляется интегрированной системой управления (ИСУ) движением. Скорость и угол направления движения судна задаётся рукояткой X-Y джойстика ИСУ. Для возможности выполнения операций: маневр и динамическое позиционирование, на судах используются средства активного управления (САУ), являющаяся в отличии от ИСУ исполнительными средствами при выполнении данной операции. САУ выпускаются с достаточно широким диапазоном мощности двигателя и диаметра винтов, с разными вариантами их компоновки и управления. Максимальное усилие, развиваемое САУ, превышает 45т. Системы с несколькими устройствами могут создавать совместные усилия в несколько сотен тонн, необходимые для маневра или динамического позиционирования.

В качестве средств активного управления плавучими средствами кроме системы главный двигатель – гребной вал – гребной винт судна, с винтами регулируемого или фиксированного шага (ВРШ, ВФШ) могут использоваться:

- подруливающие устройства туннельного типа с винтами регулируемого или фиксированного шага (ВРШ, ВФШ);
- выдвигаемые винтовые колонки, которые в транспортном положении могут быть подняты в специальную шахту в корпусе судна, чтобы не создавать дополнительные сопротивления.

Задача маневр и динамическое позиционирование судна подразделяется на следующие этапы:

- ход судна с требуемой скоростью в заданном направлении;
- разгон судна по комбинированной характеристике совместного управления главного двигателя (ГД) и ВРШ;
- линейное позиционирование судна;
- угловое позиционирование судна;
- разворот (вращение) судна на месте;
- движение судна лагом;
- отход судна носом;
- отход судна кормой.

При этом учитываются параметры и направления дестабилизирующих воздействий на судно, в том числе:

- величина загрузки судна;
- метеорологические условия;
- глубина акватории.

ИСУ разделяется на три базовых структурных модуля:

- субъектный модуль, характеризующий действие судоводителя;
- объектный модуль, характеризующий судно как объект управления;
- передаточный модуль, характеризующий систему автоматизированного управления судном.

В отличие от стационарных режимов работы при ИСУ маневрированием и динамическим позиционированием на систему двигатель – гребной вал – гребной винт – корпус судна действует сложный характер знакопеременных нагрузок.

Эта система является сложной взаимосвязанной структурой, требующей большого объёма исследований. В данной работе сделана попытка рассмотреть лишь структурную модель динамики гребного вала и определить направление исследований для изучения данной задачи. Структурная схема динамики и жёсткости валолинии представлена на рис. 1.

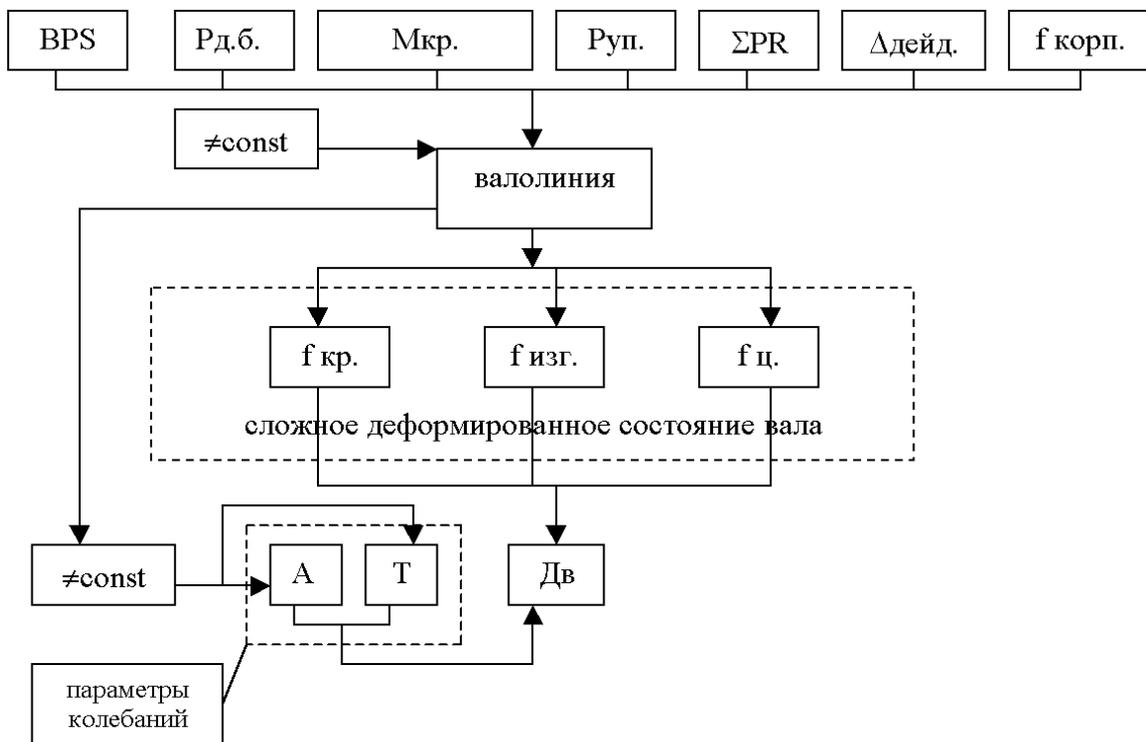


Рис. 1. Структурная схема динамики гребного вала.

Здесь: BPS – мощность на гребном валу,

$P_{д.б.}$ – величина силы дисбаланса гребного вала и винта,

$M_{кр.}$ – крутящий момент гребного винта,

$P_{уп.}$ – сила упора,

Σ_{PR} – сумма сил реакций в валолинии,

$\Delta_{дейд.}$ – зазор в дейдвудном устройстве,

$f_{корп.}$ – величина деформации корпуса и корпусных конструкций,

A – амплитуда колебаний гребного вала,

T – частота колебаний гребного вала,

Дв – динамическая модель валолинии,

$f_{изг.}$ – величина изгиба валолинии,
 $f_{кр.}$ – величина кручения валолинии,
 $f_{ц.}$ – величина центровки валолинии.

Данная структурная схема отражает характер влияния суммы некоторых рассматриваемых входных факторов, отражённые в функции (4).

$$S_{вх} = f(BPS, P_{дб}, M_{кр.Г_{винт.}}, P_{уп}, \Sigma_{PR}, \Delta_{дейд}, f_{корп}) \quad (4)$$

Здесь: $S_{вх}$ – сумма входных факторов.

Учитывая, что входные факторы являются не постоянными по своему значению, характер влияния входных факторов валолинии, на величину колебаний отражается в функции (5).

$$A, T = f(BPS, P_{дб}, M_{кр.Г_{винт.}}, P_{уп}, \Sigma_{PR}, \Delta_{дейд}, f_{корп}) \quad (5)$$

Валолиния при работе испытывая действие вышеуказанных входных факторов, находятся под воздействием сложных знакопеременных сил, под действием которых валолиния подвергается сложным упругим деформациям. Функция динамической модели валолинии определяется выражением (6).

$$Дв = f(f_{изг.}, f_{кр.}, f_{ц.}, f_{корп}, A, T, S_{вх}) \quad (6)$$

В данной работе сделана попытка отразить направление исследований динамики и жёсткости валолинии лишь одного элемента САУ, системы двигатель – гребной вал – гребной винт – корпус судна. Таким образом, на первом этапе исследований планируется рассмотреть и разработать математическую модель сложного деформированного состояния валолинии (кручение и изгиб), а также колебания валолинии за счёт зазоров в подшипниках, при нестационарных режимах работы в условиях маневра и динамического позиционирования. На дальнейших этапах исследования на базе разработанной математической модели планируется рассмотреть характер влияния динамики и жёсткости валолинии на другие составляющие системы двигатель – гребной вал – гребной винт – корпус судна при выполнении операции манёвр и динамическое позиционирование.

Заключение

1. Составлено структурное описание динамики и жёсткости валолинии судна.
2. Определено направление исследования, динамики и жёсткости валолинии при манёврах и динамическом позиционировании.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ПРОГРАММЫ ANSYS ПРИ РАСЧЕТЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

Герасимова О.В. (МГТУ, кафедра МСС и МНГД, e-mail: ovger@mail.ru)

Abstract. 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 found. It is resulted in a field of stress and displacement in the whole construction.

Согласно методу конечных элементов (МКЭ), модель конструкции сложной формы подразделяется на более мелкие части (конечные элементы) сравнительно простой формы, в пределах которых ищется приближенное решение. Результатом такого моделирования обычно является поле напряжений и смещений в целой конструкции.

Решение задачи с применением МКЭ состоит из следующих основных этапов (рис.1):

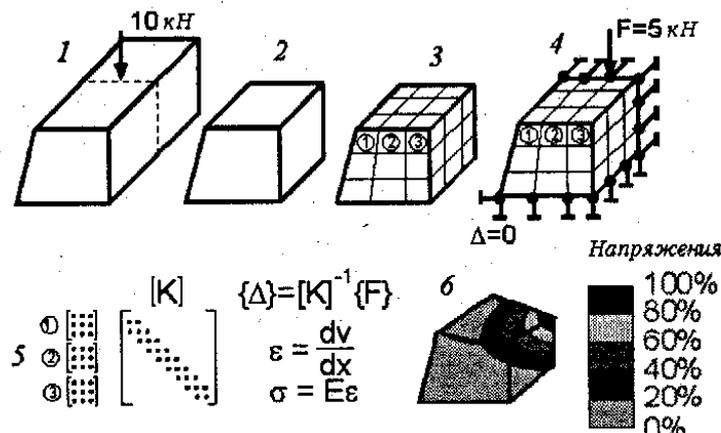


Рис. 1

Пре процессорная стадия:

1. Идентификация задачи, присвоение ей имени; создание чертежа конструкции и нагрузок;
2. Создание геометрии модели, пригодной для МКЭ;
3. Разбиение модели на сетку конечных элементов;
4. Приложение к модели граничных условий (закрепление на границе или граничные нагрузки);

Процессорная стадия:

1. Численное решение системы уравнений (автоматически);

Пост процессорная стадия:

1. Анализ результатов.

Построенная модель делится на конечные элементы достаточно простой формы. Имеются несколько типичных форм конечных элементов, в которых поле смещений определяется по смещениям узлов с помощью некоторых интерполяционных функций. По вычисленным таким образом смещениям определяются поля напряжений и деформаций.

В конечно-элементарных задачах система уравнений равновесия, записанная в матричной форме, может иметь размерность, достигающую 100000 и более с учётом

того, что неизвестными являются перемещения в узлах, а также то, что в трехмерных задачах каждый узел тетрагонального элемента может иметь перемещения по трём направлениям (рис.2)

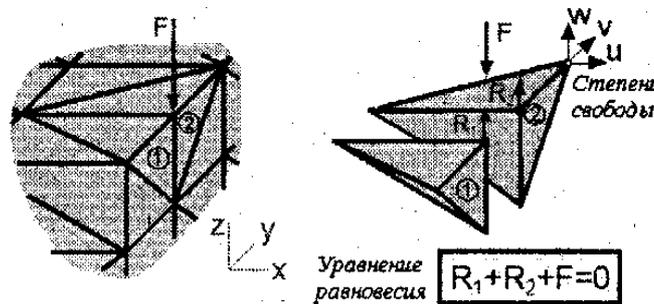


Рис. 2

При составлении уравнений равновесия учитывается, что сумма проекций всех сил на каждую из координатных осей равна нулю, а сумма внутренних сил равна внешней силе с обратным знаком.

В трехмерных моделях число узлов обычно больше числа элементов, а число степеней свободы в 3 раза больше числа узлов (за исключением числа кинематических граничных условий).

Матрица жесткости $[K]$ связывает векторы узловых смещений $\{U\}$ и нагрузок $\{F\}$. Матрица жесткости является симметричной диагональной матрицей, что существенно облегчает её обработку.

Решение статической задачи в программе ANSYS рассмотрим на классическом примере балки, жестко заземленной одним концом и нагруженной поперечной силой P на другом конце (консольная балка) (Рис.3).

Балка имеет следующие размеры и свойства:
 Длина (length) = 50 м
 Сечение (steel shapes) – кольцевое (circular hollow section): диаметр наружный 1420мм, толщина 48 мм
 Нагрузка (load) = 100 кН
 Модуль упругости $E = 210$ ГПа

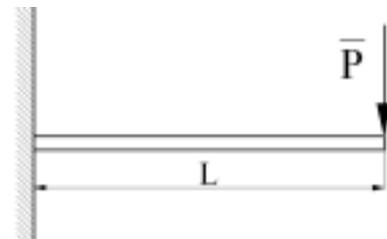


Рис.3

Преппроцессорная стадия: (Рис. 4)

1. Создается геометрическая модель балки и задаются переменные.
2. Модель балки разбивается на некоторое количество конечных элементов, предварительно выбранных из перечня.
3. Задаются свойства материала балки.
4. Накладываются граничные условия - жесткая заделка на одном конце балки.
5. Прикладывается поперечная нагрузка к противоположному концу балки.
6. Задается направление и величина силы тяжести

Процессорная стадия:

1. Численное решение системы уравнений (автоматически)

Постпроцессорная стадия - анализ результатов:

1. Изображение изогнутой (деформированной) формы балки (Рис.5)
2. Изображение поля перемещений (Рис.6)
3. Изображение поля напряжений (Рис.7)

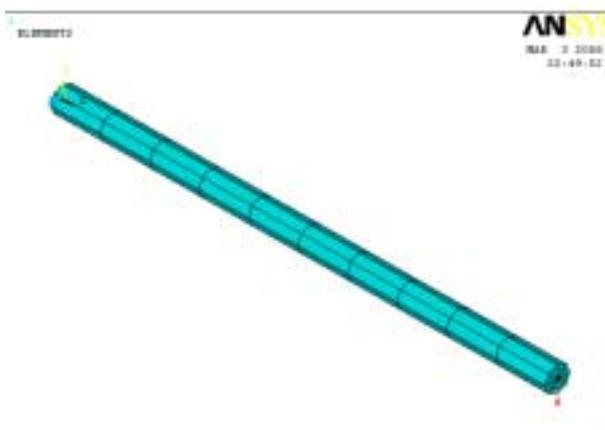


Рис. 4

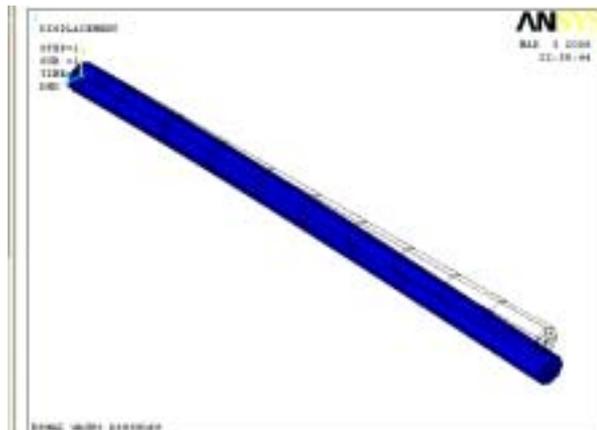


Рис. 5

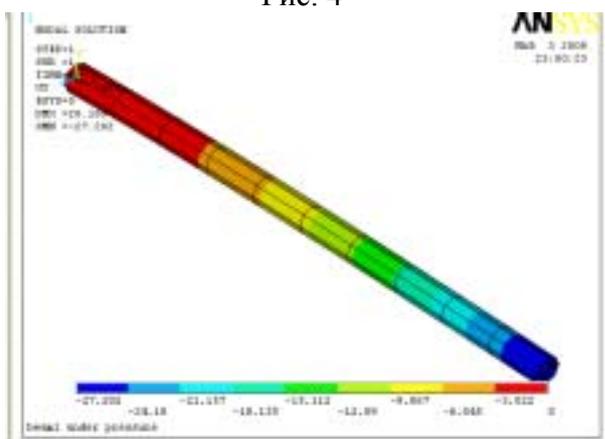


Рис.6

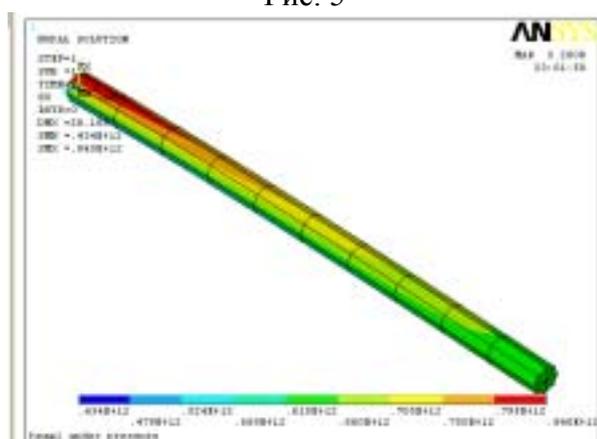


Рис.7

Литература

1. К.А. Басов, ANSYS: справочник пользователя, Басов К.А. – М.: ДМК Пресс, 2005.- 640с., ил
2. А.Б. Каплун ANSYS в руках инженера: практическое руководство, Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А., Изд. 2-е, испр. М.: Едиториал УРСС, 2004.- 272 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В ПРОГРАММЕ MECHANICAL DESKTOP INVENTOR

Герасимова О.В. (МГТУ, кафедра МСС и МНГД, e-mail: ovger@mail.ru)

Mechanical Desktop INVENTOR – это полностью интегрированный продукт трехмерного параметрического и адаптивного твердотельного проектирования. Конструкторские расчеты и огромная база стандартных деталей согласно 18 стандартам, среди которых есть и ГОСТ. С помощью Mechanical Desktop можно посчитать и отрисовать профиль кулачка, ременные и цепные передачи, болты, подшипники, профили, а также в состав пакета входит проверочный конечно-элементный анализ деталей.

При помощи средств трехмерного моделирования создается SOLID-модель проектируемого изделия и в модуле проверочного конечно-элементарного расчета накладываются ограничения и задаются нагрузки (рис.1,2)

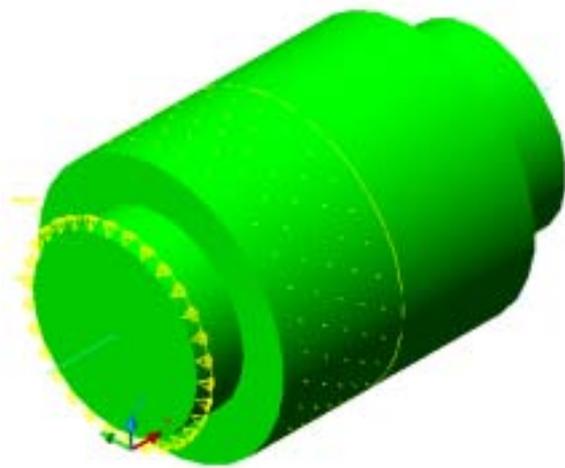


Рис.1

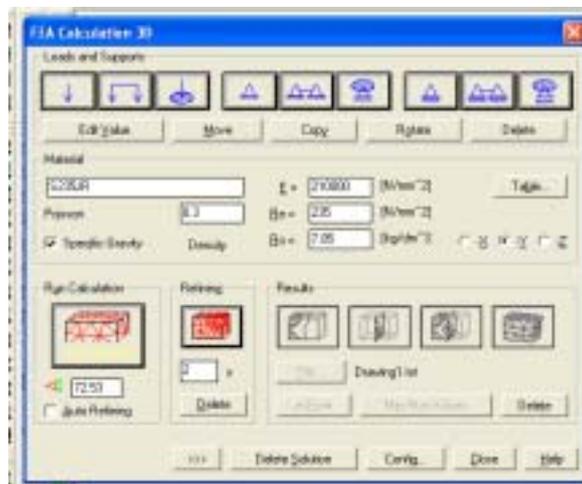


Рис.2

Далее производится расчет, в процессе которого деталь делится на конечные элементы тетрагональной формы (рис.3,4)

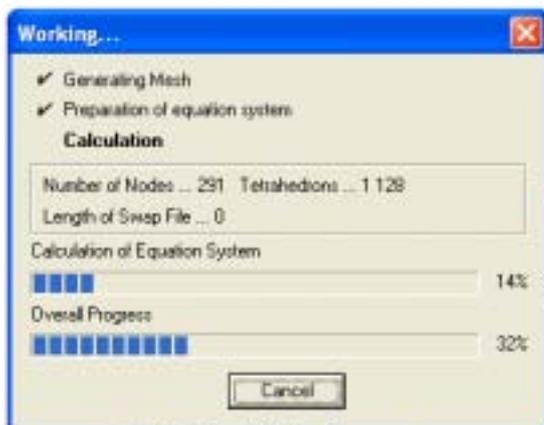


Рис.3

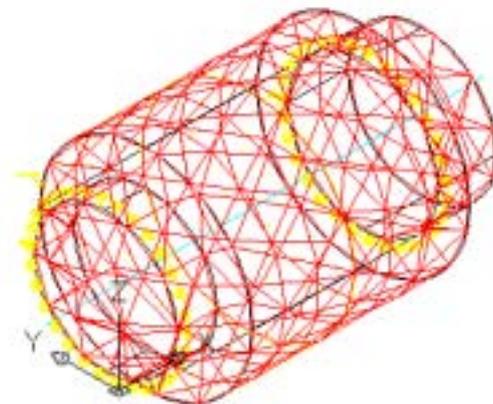


Рис.4

В результате расчета появляется отчет о напряженно-деформированном состоянии детали, в виде цветовой диаграммы напряжений (Рис.5)

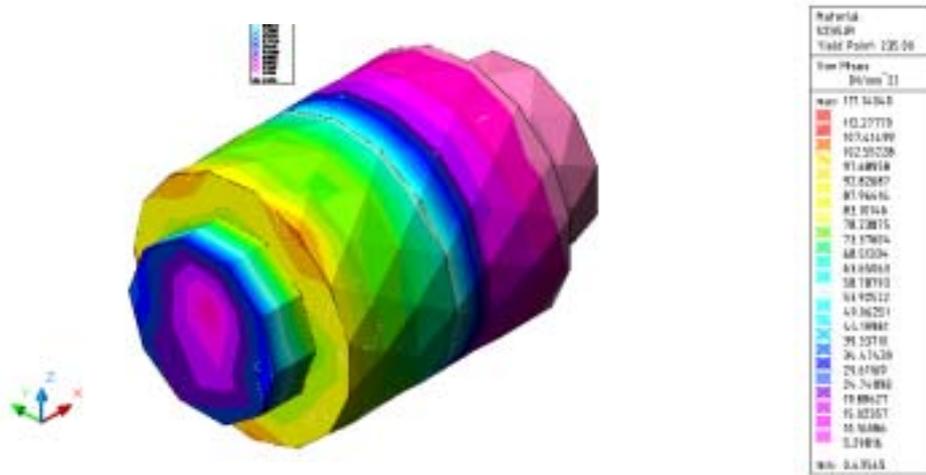


Рис.5

Может быть получена диаграмма на определенном срезе детали (рис.6)

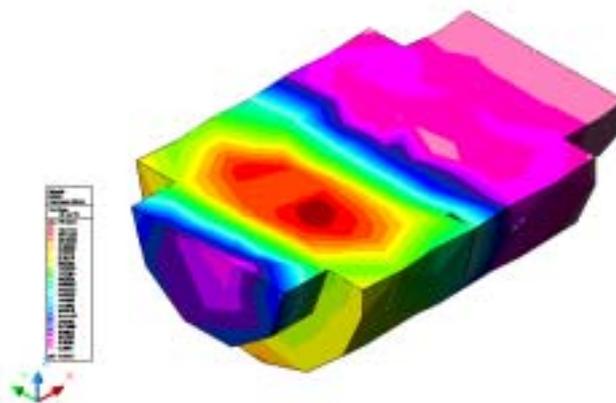


Рис.6

В конечном итоге можно получить изображение деформированной детали (Рис.7)

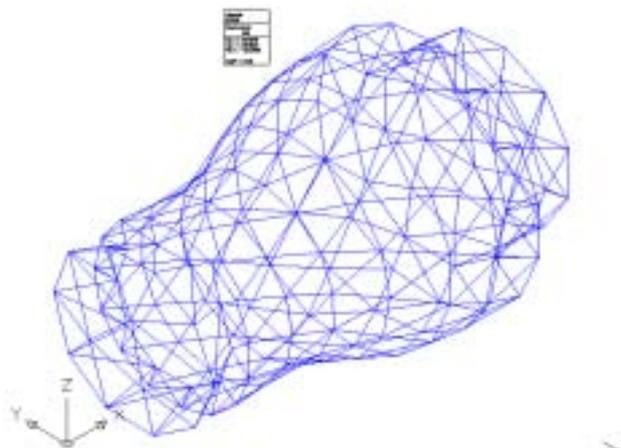


Рис.7

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САД И САЕ-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МОРСКИХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОНЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДОВ

Герасимова О.В. (МГТУ, кафедра МСС и МНГД, e-mail: ovger@mail.ru)

Трубопроводный транспорт один из самых капиталоемких и металлоёмких видов транспорта, но при разработке морских месторождений углеводородов без него не обойтись. При нормальной работе, являясь экологически чистым, он может нанести невосполнимый ущерб природе при авариях. Поэтому особое внимание уделяется вопросам надежности и эффективности работы морских магистральных трубопроводов при их проектировании и эксплуатации.

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.)

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.

ANSYS – 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 практике расчетов строительства морского трубопровода используют как аналитические, так и численные методы. Первые базируются на математических методах решения краевых задач, обычно сложных и трудоемких и ограниченных достаточно простыми геометрическими формами тел и схем нагружения. Численные методы, к которым относятся, в частности, метод конечных разностей, метод граничных интегральных уравнений, метод граничных элементов, метод конечных элементов, напротив, 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. Именно такого рода задачи вполне под силу программному комплексу ANSYS Механическая и математическая основа его представляет собой метод конечных элементов (МКЭ) – наиболее распространенный и достаточно универсальный метод анализа напряженно-деформированного состояния (НДС).

Литература

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.

УСТОЙЧИВОСТЬ ОБСАДНЫХ КОЛОНН С НАЧАЛЬНЫМИ НЕСОВЕРШЕНСТВАМИ

Папуша А.Н., Джамалова Э.Б. (МГТУ, кафедра МСС и МНГД,
e-mail: emma60@list.ru)

Abstract. The problems of stability of domestic well casing with initial defects were set up and solved using computer codes of « Mathematica» for the purpose of following application: for design of offshore oil and gas well construction.

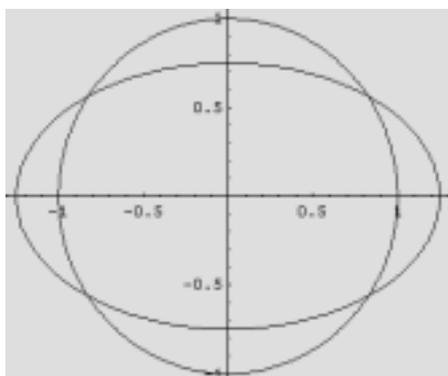
В нефтегазопромысловой практике наблюдаются случаи нарушения целостности обсадных колонн в результате действия внешних сминающих давлений. Очевидно, что вопрос устойчивости наиболее подверженных смятию промежуточных обсадных колонн, в частности, с начальными несовершенствами, является актуальным.

Теме устойчивости обсадных труб, подверженных наружному давлению, посвящено много работ [2-4], однако ряд вопросов нуждается в уточнении и требует поиска новых методов решения поставленной задачи.

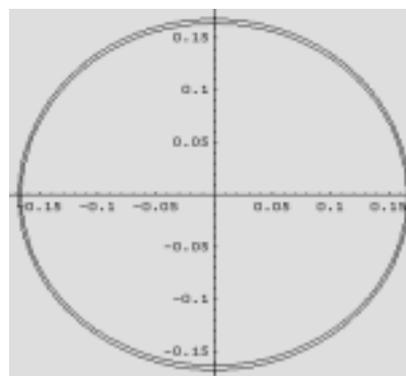
Предлагаемая методика расчета основывается на точных символьных решениях, полученных с помощью компьютерных технологий в среде *Mathematica*, соответствующих уравнений технической теории тонкостенных цилиндрических оболочек, называемой гипотезой Кирхгофа-Лява, и включает в себя сравнительные расчеты 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. Составлены исходные уравнения равновесия обсадной трубы методами компьютерной алгебры. Получена конечная формула для расчета критических давлений, которые приводят к потере устойчивости обсадной трубы. В результате решения находятся соответствующие формулы критических давлений, по которым в дальнейшем разрабатываются прикладные методики для выполнения проектных расчетов обсадных колонн для нефтяных и газовых скважин.

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.

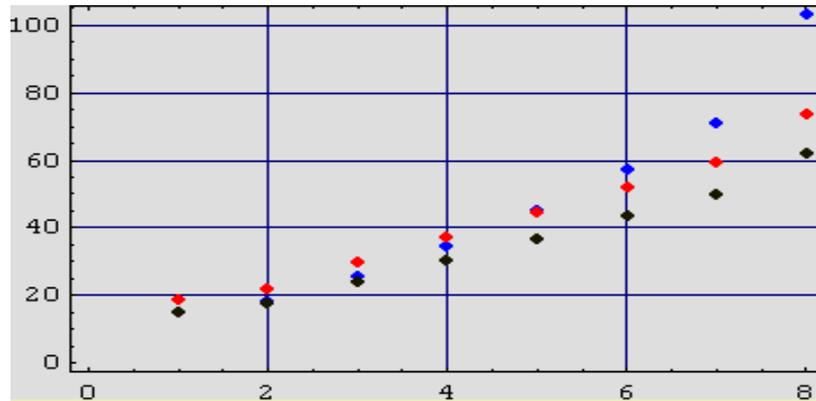


Вид трубы с начальными несовершенствами формы срединной поверхности.



Форма обсадной трубы с начальными несовершенствами в пределах норм возмущений по ГОСТ.

По результатам выполненных по трем методикам численных расчетов определения критического напряжения в обсадной трубе построены совмещенные графики.



На представленном графике видно, что величины критических давлений по разработанной методике ниже рассчитанных по двум другим.

Таким образом, разработано практическое руководство по определению критических давлений на трубу. 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.

Литература

1. Тимошенко, С.П. Курс теории упругости / С.П. Тимошенко. – Киев: "Наукова думка", 1972. – 501 с.
2. Антипов, В.И. Физические процессы нефтегазового производства / В.И. Антипов, В.Б. Нагаев, А.Д. Седых. – 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 pressre of bessemer steel lapwelled tubes, three to ten inches in diameter. Transections of the American Society of Mechanical Engineers, 1906, vol.27, N 1115, pp.730-821.
5. Дьяконов, В. Mathematica 4: учебный курс / В. Дьяконов. – С-Пб.: Питер, 2001. – 656 с.

УСТОЙЧИВОСТЬ ОБСАДНЫХ КОЛОНН В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОДАХ

Папуша А.Н., Джамалова Э.Б. (МГТУ, кафедра МСС и МНГД,
e-mail: emma60@list.ru)

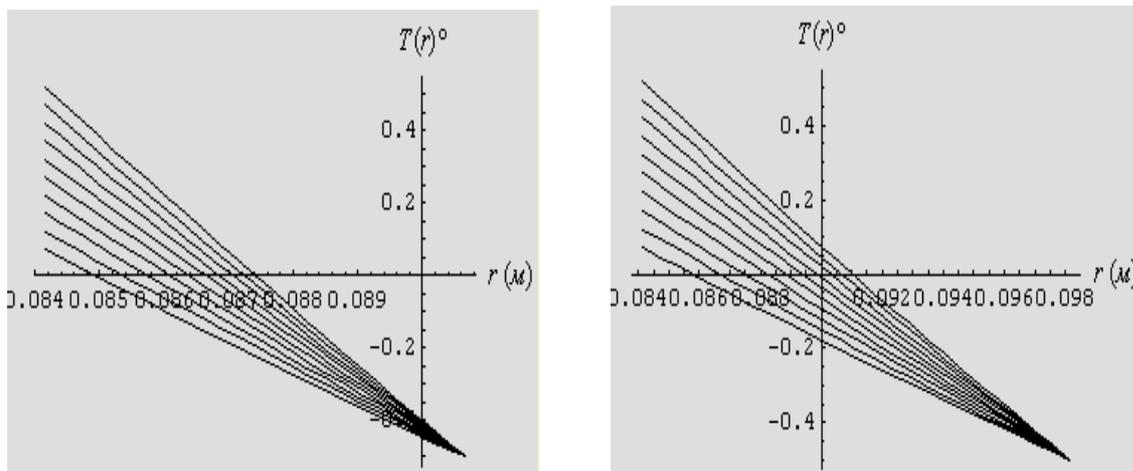
Abstract. Axially symmetric problem of computation of temperature stresses in casing pipe for oil&gas wells in permanently frozen soils is considered. Temperature stresses in pipe wall are appeared as a result of difference in thermal gradients in liquid inside casing and in rocks of borehole casing environment. Strain-stress behavior of casing pipe in permanently frozen soils is simulated.

Строительство и эксплуатация скважин в вечномёрзлых грунтах нередко сопровождаются осложнениями, связанными с растеплением и обратным промерзанием пород, слагающих околоскважинное пространство. В результате в окрестности скважины возникают внешние сминающие горные давления, приводящие к нарушению ее крепи.

Тема устойчивости обсадных колонн, составляющих конструкцию нефтегазовых скважин, пробуренных в многолетнемерзлых породах (ММП), является предметом изучения и поиска новых методов их сохранности.

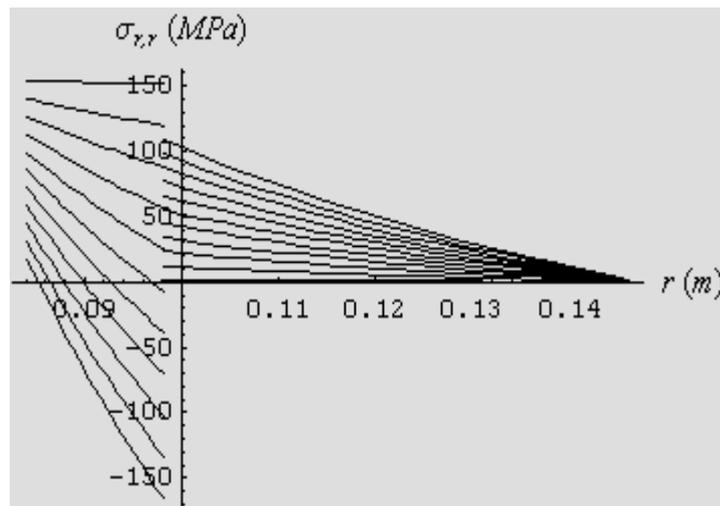
В процессе решения проблемы рассмотрена осесимметричная задача о расчете температурных напряжений в трубе обсадной колонны, возникающих вследствие разности температурных градиентов жидкости в скважине и горных пород в заколонном пространстве. Составлена система уравнений распределения температур совместно с граничными условиями.

Графики распределения температур в стенке трубы и в горном скелете представлены ниже.



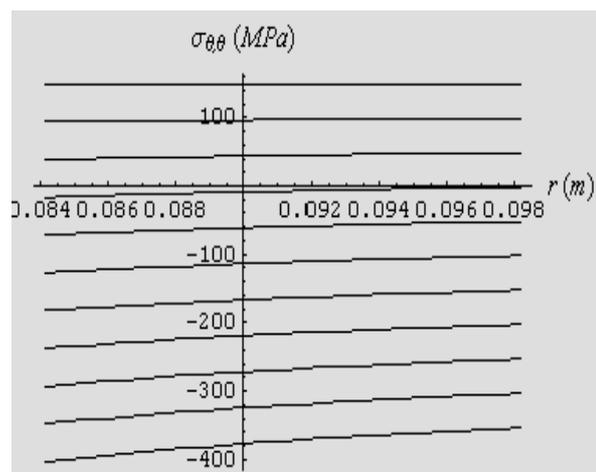
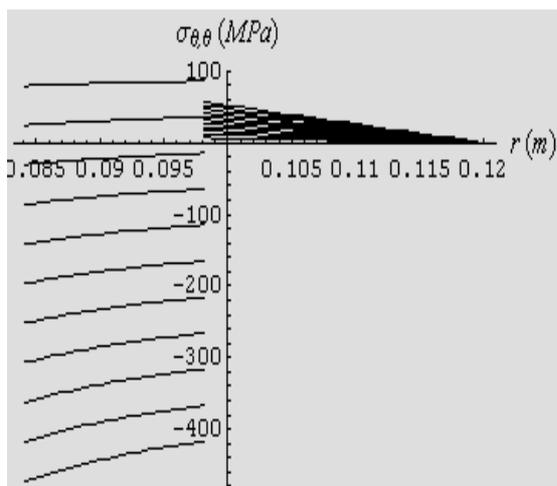
Произведено моделирование напряженно-деформированного состояния (НДС) обсадной трубы в ММП.

Моделирование выполнено изменением температуры жидкости внутри обсадной колонны и заключается в изучении НДС в стенке трубы и в горной породе вокруг нее. Это способствует изменению температурных напряжений как в стенке трубы, так и в горном скелете в окрестности скважины.



Из представленного графика видно, что радиальные напряжения в стенке трубы являются знакопеременными, т.е. изменяются от растягивающих до сжимающих.

Выполнено моделирование других составляющих тензора напряжений в произвольной точке стенки трубы и построены эпюры соответственно одновременных кольцевых напряжений в обсадной трубе и в окружающей ее горной породе.



Из представленных эпюр можно сделать следующие выводы:

- кольцевые напряжения в трубе являются знакопеременными и могут привести к потере устойчивости при изменении температур, а окружающие напряжения в горной породе - растягивающими, т.е. разрывными, которые приводят к разрушению горных пород;
- при отрицательном градиенте температур кольцевые напряжения в трубе являются сжимающими, хотя избыточное давление положительное;
- при исследуемом диапазоне изменения температур кольцевые напряжения в стенке трубы изменяются от сжимающих до растягивающих и приблизительно в 3 раза больше радиальных. Однако, в отличие от них, незначительно изменяются по толщине стенки и достигают максимальных значений на внутренней поверхности трубы.

Предложенная методика применима для оценки устойчивости обсадных колонн в зоне многолетнемерзлых пород при проектировании морских нефтяных и газовых скважин в акватории Арктических морей России.

Литература

1. Тимошенко, С.П. Курс теории упругости / С.П. Тимошенко. – Киев: "Наукова думка", 1972. – 501 с.
2. Антипов, В.И. Физические процессы нефтегазового производства / В.И. Антипов, В.Б. Нагаев, А.Д. Седых. – 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 pressre of bessemer steel lapwelled tubes, three to ten inches in diameter. Transections of the American Society of Mechanical Engineers, 1906, vol.27, N 1115, pp.730-821.
5. Дьяконов, В. Mathematica 4: учебный курс / В. Дьяконов. – С-Пб.: Питер, 2001. – 656 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОВОГО ДАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ РАЗВЕДОЧНОГО БУРЕНИЯ

Коротаев Б.А. (МГТУ, кафедра МСС и МНГД)

Актуальным является прогнозирование порового давления и осыпей в процессе разведочного бурения. Именно интерес к вопросу определения порового давления по устьевой информации представляет актуальность и показан у ряда авторов: Мовсумов А.А, Мирзаджанзаде А.Х, Гасанов Г.Т и др.

Своевременное распознавание ГНВП и своевременное определение ситуации в КЗП при СПО являются предметом изучения в настоящей работе. Существующие методы и средства по определению начала проявления и контролю за доливом при СПО не обладают временной оперативностью.

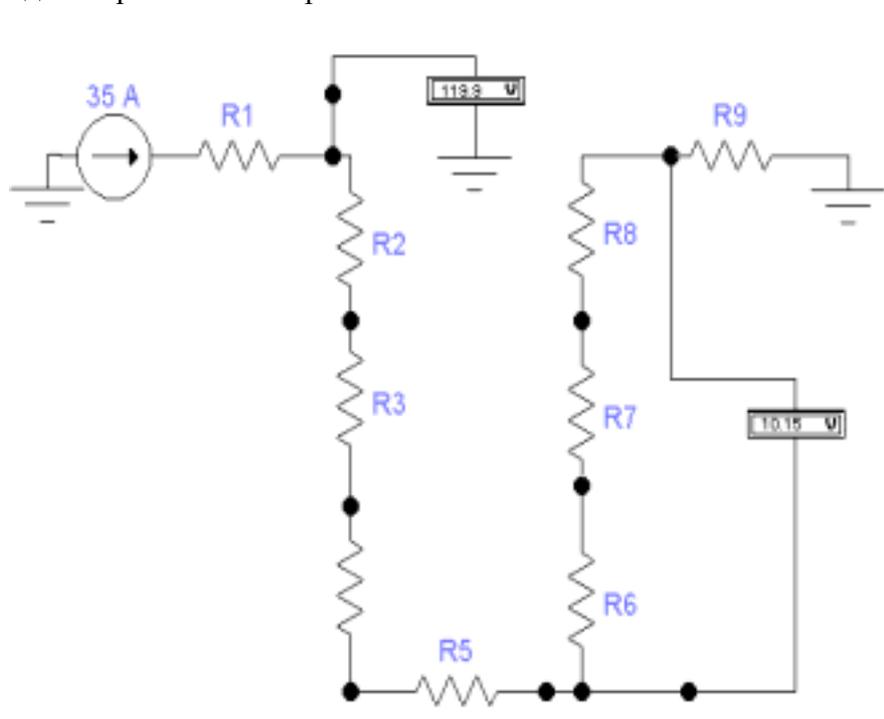


Рис. 1. Аналоговая модель

Аналоговая модель служит для определения скачка давления на устьевом манометре. По этой модели были произведены сопоставительные расчеты.

Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1

Скважина	Скачок давления на насосе, бар	Давление по модели, бар	Давление по факту, бар	% погрешности
Осыпь (обвал)	4	131.8	-	-
Кузнецовская	1	995	960	3.6
Адмиралтейская	14	663	660	0.5

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ УСЛОВИЙ ПРИШЕЛЬФОВЫХ ДОБЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

Черунова И.В. (*г.Шахты, Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса ЮРГУЭС, кафедра моделирования, конструирования и дизайна МКuD,, e-mail: i_sch@mail.ru*)

Abstract. The article elaborates the peculiarities of creation of up-to-date protection wear for resisting low-temperatures and accumulation of electrical charges with a given level of sea salt vapour in the atmospheric air of coastal areas where existing and prospective oil- and gas-extraction sites are situated.

Среди средств индивидуальной защиты человека спецодежде следует выделить приоритетное место. Если говорить о спецодежде для отраслей промышленности добывающего энергетического комплекса России, то следует заметить, что существует определенная территориальная ориентация таких предприятий, которая в значительной мере определяет и интерес к различным видам спецодежды. Как отмечается в (1), «Две трети разведанных запасов нефти и ее основные месторождения сосредоточены в Западной Сибири, в Ханты-Мансийском автономном округе. Две трети разведанных запасов природного газа приходится на Ямало-Ненецкий автономный округ в Западной Сибири. А по запасам углей Россия занимает второе место в мире после США. Разведанные запасы составляют 194 млрд. тонн; из них почти 80% сосредоточено в Сибири, в том числе более 70% - в Кузнецком, Канско-Ачинском и Тунгусском угольных бассейнах». Как утверждают официальные данные ОАО «Газпром» (2), «В период после 2010 года прогнозируемые объемы добычи газа планируется обеспечить за счет освоения месторождений на полуострове Ямал, шельфе арктических морей, в акваториях Обской и Тазовской губ, в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке». Такая географическая ориентация выделенного сегмента промышленности определяет обозначение в особую группу по степени интереса раздел специальной одежды – одежда для защиты от тепловых потоков (в частности, от пониженных температур), где общепроизводственный характер среды имеет постоянные условия, а тепловых характеристики – переменные.

Интенсивное развитие данного сегмента экономики в области добывающей промышленности связано с активным развитием технологической базы производства и внедрением новых технологий: «Новые подходы способны значительно повысить потенциал месторождений» (3). А это, в свою очередь, влечет за собой внедрение нового оборудования, новых режимов работы, новых условий деятельности человека на производстве, новых сопутствующих факторов внешней среды и, как следствие, новых опасностей для человека и новых требований к безопасности его труда и качеству специальной одежды.

Проектирование и производство специальной одежды развивается неотрывно от направлений текстильной промышленности, которая, в свою очередь, интенсивно расширяет спектр новых материалов. Однако темпы расширения новых артикулов текстильных материалов не соответствуют (опережают) темпы научно-исследовательских результатов, позволяющих получить объективную информацию об этих новых материалах, что приводит к потере качества и производства защитной одежды. Без учета свойств новых материалов в системе новых совокупных воздействий производственной среды пришельфовой зоны не могут быть получены параметры защитного костюма с устойчивым суммарным защитным эффектом.

В качестве основных определяющих воздействующих факторов на систему «Человек-Одежда» следует выделить следующие:



Рис.1 – Основные факторы воздействия среды на человека в пришельфовой зоне добывающих производств

Если рассматривать физику процессов вышеперечисленных воздействий, то совокупный системный анализ позволяет выявить взаимовлияние таких факторов, как влажность среды и статическое электричество. В условиях низких температур существует явление вымораживания влаги из воздуха. При этом воздух становится сухим и уровень его электризации существенно повышается. Здесь увеличивается угроза накопления электростатических зарядов на поверхности защитной одежды и риск возникновения искры с последующим взрывом. Важнейшее значение имеют здесь материалы, используемые при производстве защитной одежды. Они должны быть изготовлены из натуральных волокон во избежание электростатической опасности. Для особо низких температур самым эффективным и безопасным одновременно утеплителем можно считать натуральный пух.

Однако, пришельфовое расположение объектов нефте-, газодобычи приводит к значительному увеличению уровня влажности среды. Это, с одной стороны приводит к снижению электризации одежды и других поверхностей, а другой стороны – к ухудшению теплозащитных свойств пухового утеплителя, обладающего высокой гигроскопичностью. Здесь возникает вопрос – создания универсального утеплителя, обладающего не менее эффективными теплозащитными свойствами, чем натуральный пух, при этом более низкой гигроскопичностью и допустимыми показателями диэлектрической проницаемости. Кроме рассмотренных взаимовлияний существенное воздействие на изменения первоначальных свойств защитной одежды оказывает наличие в воздухе паров морской соли, представляющих собой агрессивную аэрозольную субстанцию, влияние которой в различных формах определяет инженерные решения при проектировании СИЗ человека.

В работе (4) была доказана рациональность введения в состав перо-пуховой смеси доли синтетического утеплителя до 30% с оценкой показателя воздухопроницаемости модифицированной смеси.

Для получения дополнительных характеристик несвязных утепляющих смесей с синтетической компонентой были исследованы утеплители на основе перо-пуховой смеси, в состав которых вводился синтетический аналог пуха – холлофайбер. Введение в состав перо-пухового утеплителя некоторой доли синтетической компоненты в виде холлофайбера, приводит к образованию смешанного утеплителя, уровень соответствия которого для применения в антиэлектростатической одежде требует дополнительных научных сведений. Возможность использования смешанного несвязного утеплителя на основе перо-пуховой натуральной смеси с введением в нее синтетического

холлофайбера позволяет частично снизить негативные характеристики натуральной перо-пуховой смеси, а именно: ее влагоемкость и себестоимость за счет замены некоторой доли натурального утеплителя синтетическим. Однако введение синтетической компоненты может снизить объемные характеристики теплозащитного пакета за счет потери его упругих и объемных свойств. При этом возникает риск возрастания величины накопления электростатических зарядов в пакете материалов и на его поверхности за счет возникновения новых связей, обусловленных синтетическими волокнами сырья. Появление такого риска приводит к необходимости получения данных об электрических свойствах смешанного утеплителя.

Из проведенных оценок и исследований следует, что введение холлофайбера в состав перо-пуховой смеси не ухудшает основных теплозащитных свойств утеплителя, уменьшая при этом влагоемкость (5). Были проведены экспериментальные исследования по методике определения диэлектрической проницаемости материалов на базе измерителя добротности Q-метр ВМ 560. Объектом исследования была комплексная перо-пуховая смесь. В результате обработки экспериментальных данных получены величины диэлектрических проницаемостей для комплексных смесей на основе пера, пуха и холлофайбера, состав которых представлен в табл.1. Значения диэлектрических проницаемостей некоторых смесей с различным долевым составом, представлены на рис.2.

Таблица 1 – Долевой состав исследуемых несвязных комплексных смесей

Смесь	Пух, %	Перо, %	Холлофайбер, %
1	90	10	0
2	85	10	5
3	80	10	10

Для оценки безопасности использования комплексных перо-пуховых смесей с точки зрения пробоя электрической дугой по методу определения тока утечки в диэлектрических материалах был проведен эксперимент, в результате которого получены значения напряжения тока утечки (табл.2).

Таблица 2 – Величины напряжения тока утечки

Смесь	1	2	3
Напряжение тока утечки, кВ	10	12	16

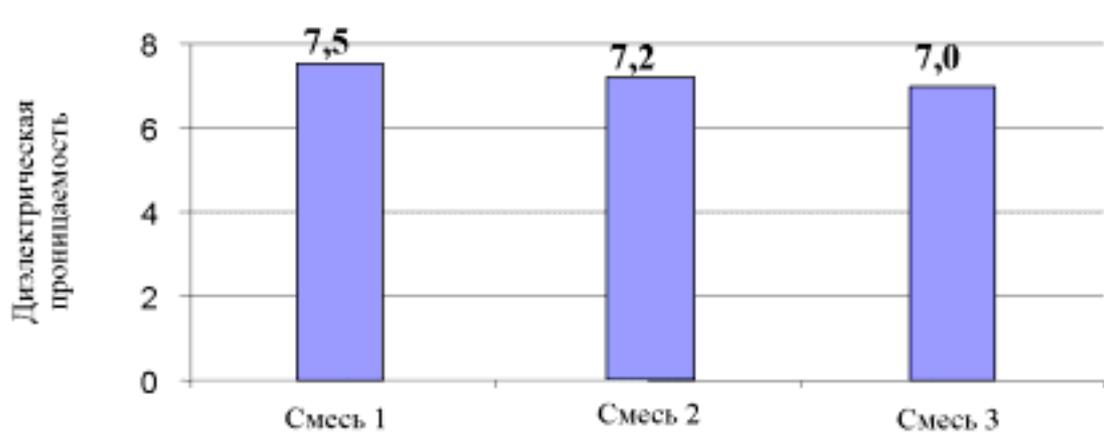


Рис.2 – Диэлектрическая проницаемость для некоторых составов смеси (пух – перо – холлофайбер)

Повышение напряжения тока утечки для выделенной смеси (пух 80%, перо 10%, холлофайбер 10%) означает увеличение электростатической безопасности при введении холлофайбера в состав смеси и, следовательно, позволяет рекомендовать полученный несвязный утеплитель для производства специальной антиэлектростатической одежды, применяемой в условиях пришельфового размещения объектов нефте-, газодобычи.

Литература

1. Энергетическая безопасность России [Текст] / Ю.В. Трутнев // Экономика России: XXI век. - 2006. - № 22. – С.12-16
2. Добыча: ОАО «Газпром» [Электронный ресурс] Информационный портал ОАО «Газпром» / 2007 – Режим доступа
3. Новые технологии для старых месторождений [Текст] // Нефтяные ведомости. – 2005 - №19. – С.24-26.
4. Шалак, Н.М. Исследование физико-механических свойств композиций объемных наполнителей [Текст] / Н.М. Шалак // Социально-экономические и технико-технологические проблемы развития сферы услуг: Сб. науч. трудов. Вып. 4. Ч.2 / РИС ЮРГУЭС. – Ростов н/Д, 2005. – С.243-247.
5. Электризуемость синтетических материалов, применяемых для одежды, и пути ее снижения [Текст] / А.И.Меркулова // Материалы семинара «Методы борьбы и средства защиты организма от статического электричества».- М.: МДНТП, 1968. - С. 184-192.

ЭФФЕКТ МНОГОФАЗНОГО ПОТОКА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ШТОКМАНОВСКОМУ МЕСТОРОЖДЕНИЮ

Шишко А. Л. (МГТУ, кафедра МСС и МНГД)

Abstract. The papers presents some aspects of multiphase flow in trunk pipelines.

В связи с активным освоением месторождений на шельфе арктических морей, перед нами встает проблема транспортировки многофазного потока по морскому подводному трубопроводу. Эта проблема актуальна для нас в связи с разработкой уникального Штокмановского месторождения. Многофазную смесь с месторождения планируется транспортировать на сушу с помощью морского подводного трубопровода. Поэтому мы должны иметь четкое представление о том, какие процессы могут происходить в нем во время транспортировки углеводородного сырья.

Экспериментальное изучение природы многофазного потока как такового для нас проблемно, так как мы все еще сильно доверяем экспериментальным измерениям для того, что бы получать понимание структур потока и явления которые не могут быть предсказаны современными моделями.

Проводимые эксперименты показали, что фактически любая система содержит различные фазы (газ/жидкость) либо компоненты (жидкость/жидкость). Наличие деформированного потока (газожидкостного или жидкостно-жидкостного) состоит из различных составляющих, из чего следует совершенно иной тип потока (так называемый режим потока) такие как: дисперсный режим двухфазного потока с высоким уровнем течения, и стратифицированный поток с низкими показателями течения, например.

Поток газожидкостной смеси – тип системы многофазного потока. Газожидкостный поток так же показывает одно из поразительных свойств многофазной системы, именно (образцового) экспериментального режима потока. Мы принимаем во внимание пример горизонтального потока. Для данной жидкостной системы (то есть жидкости с данными физическими свойствами) другие режимы течения встречаются для других относительных комбинаций объема потока каждой фазы. Например, герметичная барическая депрессия имеет нижнее значение расхода газожидкостного потока, при ситуации, когда газ и жидкость разделены, они имеют одинаковое направление, но с разными скоростями. Обычно маленькая вязкостная фаза газообразного потока имеет более высокую скорость, нежели более вязкие фазы жидкостного потока. Под этим понимают, что на поверхности разделяющей две фазы есть поперечная сила. В случае, когда поперечная сила становится достаточно большой, волны произойдут на поверхности раздела, газ - жидкость. В зависимости от физических свойств жидкости и в различии скорости между газом и жидкой фазой, волны могут быть равномерными и регулярными или более хаотичными. При относительно большой поперечной силе волны начнут переворачиваться или разрушаться. Физика здесь проста и может быть рассмотрена на примере поверхности озера в случае, когда навивает ветер: волны с возрастающей формой амплитуд и на некоторых белых вершинах появляются точки, безошибочный признак волнового разрыва. При правильном условии отклонения амплитуда волны становится непредусмотренно большой, что блокирует поперечное сечение трубы. В случае, когда это происходит, давление блокируется, (для газа который пропускала жидкость вдруг получается, что путь заблокирован) и может быть сгенерирована жидкостная пробка.

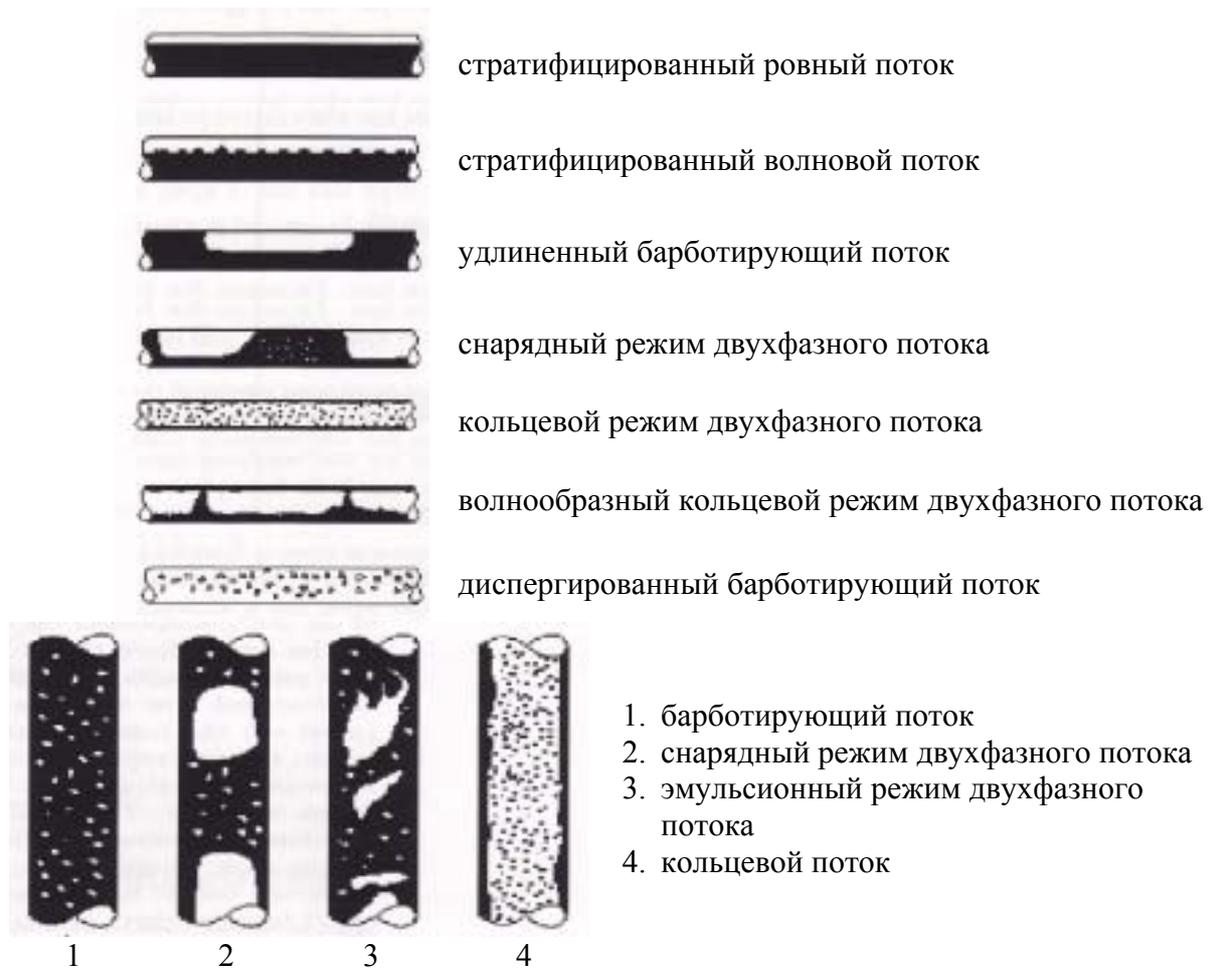


Рис. 1 Режимы потока для горизонтального и вертикального газожидкостного потока в трубе.

Процесс образования жидкостной пробки – чрезвычайно быстрый и сложный и многие детали все еще слабо поняты. Как только жидкостная пробка будет сформирована, она начинает распространяться по трубе. Для стабильного существования пробки необходимо чтобы скорость внешней стороны и хвоста пробки были идентичны. Это не означает, тем не менее, что внешняя сторона и хвост пробки выглядят идентично. В то время как хвост пробки зачастую отчетливо выражен, лицевая сторона пробки может быть трудно распознающейся из-за того, что она часто состоит из длинной продолжительной зоны. Лицевая сторона пробки может считаться распространяющейся, прерывая волну, где поворотное движение жидкости может привести к сбору значительного объема газа. Этот процесс газообразного увеличения, вероятно один из наиболее трудных и наименее понятных процессов в многофазном потоке.

Имея представление о видах течения много фазного потока и о факторах риска формирования жидкостной пробки, мы сможем четко представлять картину течения потока в морском подводном трубопроводе и не допускать формирования жидкостной пробки. Если же жидкостная пробка будет сгенерированна, то мы сможем применить методы по ее устранению, зная вышеперечисленные особенности.

ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ГАЗА ПОДВОДНЫМ МОРСКИМ ТРУБОПРОВОДОМ

Шишко А.Л. (МГТУ, кафедра МСС и МНГД)

Abstract. The papers presents some aspects of wave processes in underwater trunk pipeline during transportation the natural gas.

Россия находится на пороге освоения углеводородного потенциала арктических морей, и что для нас наиболее важно разработка Штокмановского месторождения в Баренцевом море является приоритетным для нашей страны. Для транспортировки углеводородного сырья с данного месторождения планируется строительство подводного морского трубопровода. Вследствие, чего мы не можем не обратить наше внимание, на такую важную характеристику как процесс распространения волн в трубопроводах.

Как известно, акустические среды обладают очень слабой дисперсией, что приводит к очень сильному обогащению монохроматического звукового сигнала, распространяющегося в нелинейной среде. Поэтому звуковые волны, распространяя в подводном трубопроводе, сильно искажаются и даже могут образовывать ударные фронты. Распространение акустического сигнала в трубопроводе, заполненного газом можно описать уравнением Шредингера.

При движении газа по морскому подводному трубопроводу, он создает определенное колебание звуковых волн, с помощью специальных приборов мы можем измерить предел этих волновых колебаний при нормальных условиях транспортировки углеводородного сырья (скорость течения, давление в трубопроводе и т.д.). При неизменности показателей волновые колебания в трубопроводе будут изменяться в определенных, известных нам значениях. В случае, же каких либо форс-мажорных обстоятельств (авария на трубопроводе, в частности прорыв), эти значения координально изменяться и мы сможем с уверенностью говорить, что на трубопроводе произошла авария. Мы даже сможем с точностью определить место прорыва, этого можно добиться установкой датчиков фиксирующих данные колебания по всей длине трубопровода через определенное расстояние. Датчик, который первый среагировал на изменение параметров волновых колебаний, будет находиться, что вполне естественно, на самом близком расстоянии от места возможной аварии.

Особенно это важно для морских подводных трубопроводов. Если на наземных трубопроводах мы можем наблюдать происходящие аварии визуально, и своевременно реагировать на них, то для морских трубопроводов это сделать достаточно проблематично. Визуального контакта с морским подводным трубопроводом мы не имеем. Судить о возможной аварии мы можем с помощью приборов, либо когда на поверхности воды появится нефтяная пленка, если трубопровод нефтяной, либо по интенсивному выделению пузырьков газа, если трубопровод газовый, в месте прорыва. Если нефтяное пятно относительно достаточно легко рассмотреть на водной глади с воздуха, то при выбросе газа сделать это достаточно быстро иногда бывает очень проблематично. Поэтому использование приборов позволяющих при помощи фиксации изменения волновых колебаний в трубопроводе вовремя оповещать о возможной аварии, очень актуально на сегодняшний день.

Чтобы воплотить данную технологию в жизнь мы должны иметь четкое представление о распространении волн в тонкой цилиндрической оболочке, когда снаружи течет вода (модель трубопровода). Для описания движения нам следует

использовать уравнения, использованные с привлечением гипотезы Кирхгофа - Лява, а также общие решения уравнений Навье – Стокса.

Также в расчетах мы должны учитывать: уравнения движения механической системы (уравнение движения трубы, уравнение движения среды); кинематические, динамические условия в среде; напряжения в среде; граничные условия; линеаризованные уравнения движения среды; уравнение потенциала скорости; кинематическую зависимость между скоростью деформации трубы и возмущением газа; уравнение состояния; уравнение неразрывности и ряд других вычислений и преобразований.

Несмотря на значительные успехи, достигнутые в данном направлении, волновые процессы происходящие в трубопроводе, все еще остаются малоизученными, и технологии учитывающие их специфику не имеют широкого применения в нефтегазовой промышленности нашей страны.

СЕКЦИЯ
«ВОЕННАЯ ПОДГОТОВКА
В ВУЗЕ»

Секция «Военная подготовка в вузе»

АФАНАСЬЕВ А.К., МИХЕЛЬКЕВИЧ В.Н. Компетентностный подход к профессиональной подготовке офицеров запаса автомобильных войск в вузе.....	950
ВОКУЕВ С.Л. Развитие творческой активности и познавательной деятельности курсантов.....	954
ИСАЕВ А.А. Воспитание у курсантов вузов ценностей военной службы.....	956
МАГАКОВ М.Ю. Понятие правонарушения. юридическая ответственность военнослужащих	959
ПАВЛЮК И.Н. О морских памятных датах.....	966
РОЗГАНОВ С.М. О подготовке к военной службе граждан, обучающихся в образовательных учреждениях высшего профессионального образования	968
ШАЛАЕВ В.Н. История становления военно-патриотического воспитания в России.....	971

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ОФИЦЕРОВ ЗАПАСА АВТОМОБИЛЬНЫХ ВОЙСК В ВУЗЕ

Афанасьев А.К., Михелькевич В.Н. (г. Самара, СамГТУ, «Военная кафедра» e-mail: nmcu@samgtu.ru)

Abstract. The expediency and efficiency of the authoritative approach to vocational training of reserve officers of automobile armies at the state technical universities is considered. A totality of base professional competences of an officer of automobile armies and modular pedagogical technology of their formation at students is presented in article. The stated theoretical positions are proved by statistical data of pedagogical experiment.

Одной из основных задач военных кафедр высших учебных заведений является подготовка офицеров запаса - высокопрофессиональных специалистов по установленным военно-учётным специальностям. В современных условиях система подготовки офицеров запаса, способных продуктивно применять свои знания на практике, должна проектироваться и реализовываться на основе компетентностного подхода, широко используемого в современном образовании.

Термин компетенция - означает круг вопросов, в которых человек хорошо осведомлен, владеет соответствующими знаниями и опытом. Компетентный в определенной предметной области человек обладает знаниями и способностями, позволяющими ему обоснованно судить об этой области и эффективно действовать в ней.

Компетентность же выпускника вуза, в данном случае – офицера запаса, это интегративное понятие, включающее в себя обладание определённой совокупностью компетенций, его личностные отношения к ней и предмету деятельности, совокупностью профессионально значимых личностных качеств специалиста (ценностно-смысловых ориентации, знаний, умений, навыков, способностей), обусловленных минимально достаточным опытом его деятельности в определенной сфере.

В связи с необходимостью формирования профессиональной компетентности у студентов будущих офицеров запаса становится весьма актуальным выявление и обоснование базовых профессиональных компетенций и разработка эффективных методов их формирования в учебном процессе.

На основе анализа требований Государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (специальностей 653300 «Эксплуатация наземных транспортных средств и транспортного оборудования» и 150200 «Автомобили и автомобильное хозяйство»), образовательных программ подготовки офицеров запаса на военных кафедрах при высших учебных заведениях (ВУС- 261001 – командного профиля и 261400 – инженерного профиля), была выявлена совокупность базовых профессиональных компетенций офицера запаса автомобильных войск, представленная таблице 1.

Репрезентативность представленной совокупности базовых профессиональных компетенций была подтверждена с использованием метода экспертных исследований, с привлечением в качестве экспертов опытных офицеров автомобилистов, специалистов муниципальных автохозяйств и негосударственных предприятий, занимающихся техническим обслуживанием и ремонтом автомобилей.

Таблица 1. Состав и структура базовых профессиональных компетенций офицеров запаса автомобильных войск

Базовые профессиональные компетенции, связанные с эксплуатацией и ремонтом автомобильной техники	Готовность использовать в профессиональной деятельности знания об классификации автомобилей, устройстве и принципах действия, узлов и агрегатов; о физических процессах протекающих при работе автомобиля, в отдельных агрегатах.
	Умение выявлять и устранять различные виды неисправностей, производить регулировку узлов и агрегатов автомобиля.
	Способность использовать современное диагностическое технологическое оборудование при эксплуатации и ремонте автомобильной техники.
	Умение оценивать техническое состояние объектов автомобильной техники с определять виды и объёмы ремонтных работ.
	Готовность использовать знания организации эксплуатации и ремонта автомобильной техники, методах восстановления деталей машин.
	Готовность использовать знания экологической безопасности и безопасности жизнедеятельности при организации эксплуатации и ремонта автомобильной техники.
Базовые профессиональные компетенции, связанные с исполнением обязанностей офицера автомобильных войск	Готовность использовать знания, умения и навыки, обеспечивающие самостоятельное и продуктивное выполнение обязанностей на офицерской должности, наличие навыков устной и письменной речи, (умение кратко и точно излагать суть приказа, приказания или распоряжения).
	Целеустремлённость, инициатива самостоятельность, решительность, настойчивость в достижении цели; требовательность к себе и подчинённым; выдержка и самообладание; умение подчинить людей своей воле и выполнить поставленную задачу.
	Умение подобрать нужных исполнителей и чётко распределить обязанности между ними, способность мобилизовать подчинённых на эффективное выполнение задач, твёрдо и непрерывно управлять подчинённым подразделением, обеспечить контроль исполнения, создать в подразделении благоприятный морально-психологический климат.
	Способность творчески подходить и искать пути решения поставленной задачи, обладать инициативой, предвидением, интуицией.

Учебный процесс подготовки офицеров запаса автомобильных войск, реализуемый на военной кафедре Самарского государственного технического университета, имеет блочно-модульную структуру. Центральное место в нём занимает военно-профессиональная подготовка, которая содержит в своём составе блок учебных дисциплин военно-технической подготовки и блок дисциплин тактико-специальной подготовки. В состав блока дисциплин военно-технической подготовки в качестве модулей входят пять учебных дисциплин (УД₁-УД₅): устройство автомобильной техники, эксплуатация автомобильной техники, восстановление автомобильной техники, вождение автомобильной техники, правила дорожного движения, основы управления автомобилем и безопасность движения. В качестве учебных модулей блока тактико-специальной подготовки (УД₆-УД₈) входят три учебные дисциплины: основы технического обеспечения, автотехническое обеспечение, воинские автомобильные перевозки.

Очевидно, что процесс развития и формирования совокупности базовых профессиональных компетенций происходит через теоретическое изучение и практическое освоение студентом всех модулей учебных дисциплин.

Структура модульной технологии формирования базовых профессиональных

компетенций, используемой при обучении студентов, приведена на рис. 1. Комплексная цель (КЦ) предусматривает уровни сформированности у студентов тех или иных компетенций в процессе изучения учебных модулей УД₁-УД₈. Из КЦ выделяются интегрирующие цели (ИЦ), каждой из которых соответствуют те или иные темы учебных модулей. В свою очередь ИЦ подразделяются на частные дидактические цели (ЧЦ), каждой из которых соответствует свой учебный элемент – изучение теоретического материала, задача или практическое задание.

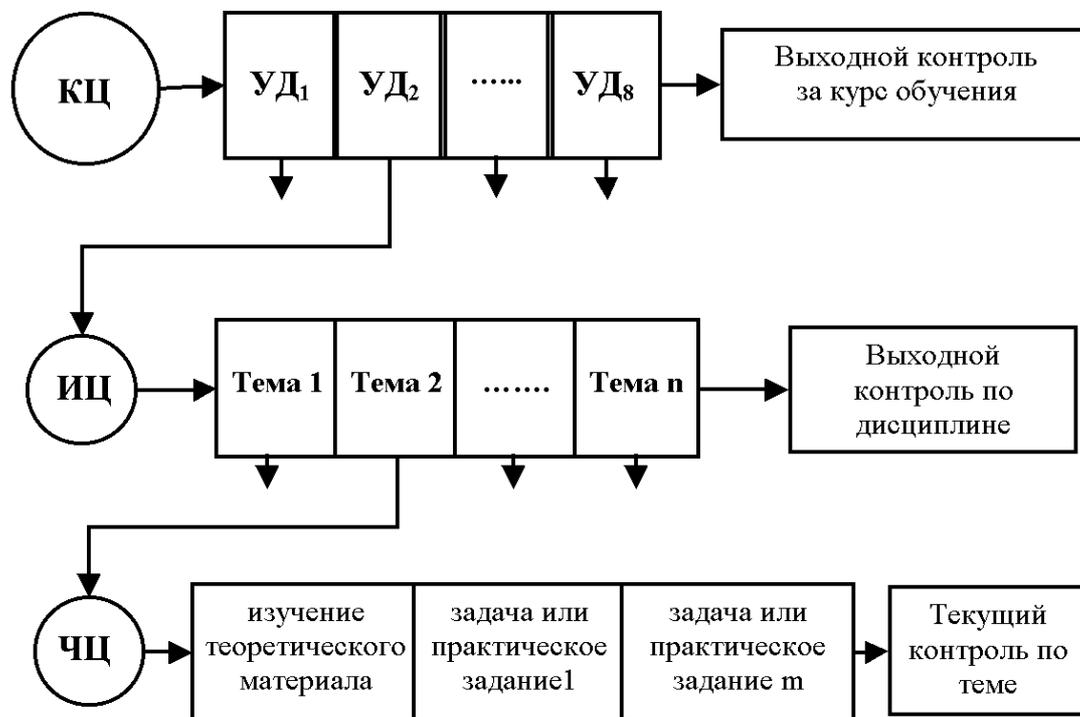


Рисунок 1. Модульная технология формирования базовых профессиональных компетенций

Таким образом, как видно из рис.1, строится «дерево целей», вершиной которого является КЦ для всей обучающей программы, средний слой – ИЦ для построения учебных модулей, нижний слой ИЦ – для построения учебных элементов.

Так как, военная деятельность характеризуется ярко выраженной практической направленностью, то основной объём учебного времени отводится на практические занятия.

При изучении темы учебной дисциплины вначале проводятся теоретические занятия в ходе которых излагается теория вопроса и раскрываются основные закономерности. При этом активно используется учебно-материальная база военной кафедры (объекты техники, приборы, инструменты), электронные учебные пособия и технические средства обучения (кодоскопы, мультимедийные проекторы, интерактивные доски, персональные компьютеры, видео и DVD-проигрыватели). Контроль усвоения материала проводится методами опросов, а так же с использованием тестов в электронном виде или на бумажных носителях.

Целью практических занятий, проводимых по окончании формирования теоретических знаний, является привитие умений и навыков по техническому обслуживанию и ремонту техники, разработке графических документов и ведению технической документации. При проведении таких занятий используются реальные образцы техники, тренажёры и необходимые документы. Кроме того, для проведения практических занятий по устройству и восстановлению автомобильной техники,

используется производственная база военного авторемонтного предприятий. Контроль уровня, сформированности умений и навыков по учебной дисциплине, проводится в ходе сдачи студентами экзамена или зачёта по ней, при этом оценка за выполнение практической части задания, играет решающую роль в определении итоговой оценки.

Большое значение для военно-профессиональной подготовки будущих офицеров запаса имеют учебные сборы в войсках, в ходе которых совершенствуются практические навыки работы с техникой и проведения занятий с подчинёнными в реальных войсковых условиях. На учебных сборах происходит закрепление и устойчивое формирование комплекса базовых профессиональных компетенций, проводится итоговый контроль их сформированности.

Эффективность применения компетентностной технологии подготовки будущих офицеров запаса автомобильных войск, была проверена в ходе проводившихся, в период 2004-2007 годов, констатирующего и формирующего экспериментов, в которых приняли участие студенты 2-4 курсов. Состав экспериментальной группы, обучавшихся с использованием компетентностной технологии обучения, 149 человек. Состав контрольной группы, обучавшихся по традиционной технологии, 132 человека.

Проведённый эксперимент продемонстрировал явно выраженную тенденцию повышения результатов усвоения знаний привития практических навыков и умений по военно-профессиональной подготовке в условиях использования компетентностной технологии обучения будущих офицеров запаса автомобильных войск.

Контроль качества обученности студентов проводился по результатам тестирования, зачётов и экзаменов, контроль сформированности базовых профессиональных компетенций - с использованием авторских четырёхуровневых тестов. За критерий оценки в этих тестах приняты: первый уровень - способность воспроизвести изученный материал, второй - способность воспроизвести алгоритм действия, третий- способность выполнить действия по алгоритму, четвёртый - творческое применение умений и навыков, способность к оптимизации и модернизации алгоритма.

Статистическая обработка полученных, экспериментальных данных показала, что при прочих равных условиях качество обученности (средний балл по всем дисциплинам) студентов экспериментальной группы возросло в 1,2 раза, число студентов, имеющих четвёртый уровень сформированности базовых профессиональных компетенций, увеличилось в 3,5 раза, имеющих третий уровень – в 4,8 раза при соответствующе существенном сокращении числа студентов с низким уровнем сформированности, которое составляло всего лишь 3,3 % на первом уровне, на втором уровне 7,0% от соответствующей выборки. Таким образом, проведённый эксперимент подтвердил высокую эффективность и целесообразность использования компетентностного подхода к организации профессиональной подготовки офицеров запаса автомобильных войск в государственных технических вузах.

РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КУРСАНТОВ

Вокуев С.Л. (*МГТУ, военно-морская кафедра*)

Подготовка курсанта к многоаспектной инженерной деятельности включает следующие виды профессиональной деятельности: проектно-конструкторскую, организационно-управленческую, научноисследовательскую, производственно-технологическую и эксплуатационно-техническое обслуживание. Каждый из них включает в обобщенные задачи профессиональной деятельности выпускника и такие, которые требуют от специалиста творческой активности.

Творческую активность (ТА) специалиста мы рассматриваем как деятельность человека, обеспечивающего его включенность в процесс созидания нового, предполагающую перенос знаний и умений в новые ситуации, а также изменения способов действий при решении инженерных задач. Оценка ТА осуществляется по критериям оценки деятельности специалиста. Прогнозирование же без моделирования не возможно. При этом одними познавательными моделями, являющимися формой организации и представления знаний, средством соединения новых знаний с имеющимися, не обойтись. Творчество — психический процесс создания новых ценностей. Творчеству присуще воображение, представляющее собой психический процесс, состоящий в создании представлений и мысленных ситуаций, никогда в целом не воспринимавшихся человеком в действительности. Работа творческого воображения предполагает самостоятельное создание человеком образа, вещи, признака, не имеющих аналогов, новых, реализуемых в оригинальных и ценных продуктах деятельности. Это абстрактное моделирование, результатом которого являются идеальные конструкции. К идеальным конструкциям относятся языковые модели, готовые для передачи другим носителям языка. Такое прагматическое представление сложнейшего психического процесса позволяет педагогу-воспитателю представлять и развивать у курсанта индивидуальную «технологическую цепочку» с целью подготовки воспитанника к полезной деятельности — решению специалистом разноплановых творческих инженерных задач.

В качестве критерия ТА курсанта рассматривается его способность к построению моделей. При этом под способностью понимаются индивидуальные особенности личности, являющиеся субъективными условиями успешного осуществления определенного рода деятельности. Способности не сводятся к знаниям, умениям и навыкам. Они обнаруживаются в быстроте, глубине и прочности овладения способами и приемами деятельности. Способность к построению моделей рассматривается как необходимое условие осуществления творческой деятельности и сочетается со способностью человека к проведению параллелей, аналогий.

Моделирование всегда присуще творческому процессу, основу которого составляют четыре фазы. Первая фаза — «подготовка» (сознательная работа) — характеризуется как особое деятельное психическое состояние человека, как предпосылка интуитивного проблеска у него новой идеи. В результате выявляется, развивается и формулируется нацеленность человека на предстоящую творческую деятельность. Вторая фаза - основная — «созревание». Это бессознательная работа над проблемой, инкубация направляющей идеи для достижения цели. Фаза сугубо индивидуальна при реализации и наиболее значима. В результате психического процесса развивается идея решения творческой задачи и ее абстрактная (идеальная) модель. Третья фаза «вдохновение». На ней осуществляется переход от «бессознательного» в «сознательное». В результате бессознательной работы в сферу сознания поступает идея

решения, первоначально в виде принципа, замысла и завершается развитием абстрактной модели решения творческой задачи. Появляется языковая модель решения задачи, готовая для передачи другим носителям этого языка. Четвертая фаза — «развитие идеи». Это сознательная работа человека. Происходит развитие идеи, ее окончательное оформление и проверка. Языковая модель решения творческой задачи трансформируется в знаковую модель. Происходит многократное преобразование и последующая коррекция знаковой модели со сравнением результатов и поставленной цели.

Воспитателю необходимо при анализе действий воспитанника в ходе творческого процесса рассматривать последний как неразделимую совокупность фаз, вместе с тем отчетливо представляя характер реализуемых при этом моделей объекта творческой деятельности. Они могут быть разными по своей целевой направленности. На первой фазе при выявлении противоречия и формирования цели творческой работы применяются и познавательные, и прагматические модели как средство управления творческой деятельностью. Вторая фаза отдана воплощению прагматической модели цели в абстрактную (идеальную) модель достижения поставленной цели. На третьей фазе наряду с развитием идеальной модели создаются и реализуются познавательные модели. На четвертой фазе уже реализуются в основном познавательные модели,

позволяющие соединить новые знания с уже имеющимися у субъекта. Особое внимание педагога-воспитателя мы обращаем ко второй, бессознательной фазе творческого процесса. Именно к этой фазе относится «акт догадки», когда в соответствии с целью разрешения технического противоречия развивается абстрактная модель технического решения. На последующих третьей и четвертой фазах эта модель развивается и дальше. Процесс воспитания курсанта в вузе неразрывно связан с его обучением. Именно с учебной деятельности в вузе и решения учебных задач начинается процесс саморазвития творческой активности курсанта.

Воспитание творческой активности курсанта вне учебной деятельности немислимо. Воспитывающее обучение — дидактический принцип, действующий наряду с некоторыми другими дидактическими принципами обучения в образовательном процессе. Ими необходимо руководствоваться педагогу при планировании совместной работы с курсантом по воспитанию у него творческой активности. Моделирование — неразделимое сочетание науки и искусства. Владеть им обязан каждый выпускник вуза. Способность моделировать объекты творческой деятельности специалистом при решении инженерных задач необходимо рассматривать как критерий его творческой активности.

ВОСПИТАНИЕ У КУРСАНТОВ ВУЗОВ ЦЕННОСТЕЙ ВОЕННОЙ СЛУЖБЫ

Исаев А.А. (МГТУ, военно-морская кафедра)

Ценности военной службы составляют основу системы морально-нравственных качеств военнослужащих Вооруженных сил и ВМФ Российской Федерации, являясь подлинным духовным богатством армии и флота. В течение длительного времени не одно поколение наших предков ковало то качество, которое во всем мире известно как «русский характер». За этим понятием, хотя оно и не носит научного характера, скрыт огромный пласт традиций, присущих нашему народу. Будучи одной из форм проявления моральных отношений в военной среде, ценности военной службы можно определить как сознательно сформированные нормы, установки и идеалы воинской службы, выражающие личностное отношение к ней и оказывающие влияние на поведение и деятельность военнослужащих. Процесс формирования духовных ценностей воина является непрерывным и характеризуется постоянным ростом качественных и количественных параметров, приобретением новых показателей. Учитывая, что ценностные характеристики действий людей исторически конкретны, обусловлены социальными мотивами, а моральные ценности могут характеризовать только общественные явления, надо признать, что ценности военнослужащих а также курсантов военных кафедр ВУЗов формируются на основе уже приобретенной и сложившейся ранее системы ценностей, на формирование которой, как известно, большое влияние оказала противоречивость процессов как политического, так и социального характера.

Система ценностей курсанта складывается из духовных ценностей общечеловеческого характера, ценностей, выражающих общие интересы и стремления граждан нашего общества, ценностей военной службы и ценностей индивидуально-личностного характера. Поскольку жизнедеятельность военнослужащего характеризуется своеобразием отношений военной организации, спецификой целей и выполняемых задач, а также собственным духовным миром, особыми представлениями и отношением к товарищам и командирам, оружию и боевой технике, выполнению воинской присяги, уставов и приказов, то и содержание духовных ценностей военной службы в современных условиях представляет собой единство элементов, отражающих все грани жизни военнослужащих в духовной сфере общества. Иными словами, духовные ценности военной службы составляют те логические образы сознания, мировоззрения или духовного мира, которые являются устойчивым отражением процессов практики, естественных условий существования человеческого общества и имеют определенное ценностное значение. Вместе с тем формирование духовных ценностей военной службы протекает под воздействием разветвленной системы противоречий, основным из которых является несоответствие между содержанием сложившейся ранее системы духовных ценностей и необходимостью ее обновления с целью формирования новых ценностей.

Рассмотрим содержание значимых духовных ценностей военнослужащих, оказывающих существенное влияние на формирование духовного облика курсанта-будущего военного моряка. Поскольку духовные ценности моряков функционируют, формируются и реализуются прежде всего в сфере воинской деятельности, рассмотрим их содержание по данному основанию с разделением на две группы: а) военно-профессиональные; б) общего характера. К первой группе относятся патриотизм, воинские долг, честь, дисциплина и дисциплинированность, героизм, мастерское

владение военной техникой и оружием, боевые традиции и т.п. Ко второй - гражданственность, гуманизм, общественный долг, самоотверженность, трудолюбие, интеллект, свобода совести, забота о воспитании детей, художественно-эстетические ценности и др. Особым мотивом в деятельности военнослужащих является патриотизм. Не будучи патриотом, невозможно стать надежным защитником Родины. Рассматривая содержание таких духовных ценностей, как воинская честь и достоинство военнослужащего, необходимо подчеркнуть, что они тесно по своему содержанию и являются нравственными явлениями. В них раскрываются отношение воина к самому себе и отношение к нему со стороны общества, других лиц. Но вместе с тем эти понятия не тождественны. Понятие воинской чести теснее, чем понятие достоинства, связано с особым общественным положением человека — вооруженного защитника Отечества, с социальным престижем воинской деятельности. Понятие же достоинства — более широкое, исходящее из идеи самоуважения, равенства людей в моральном отношении. Чувство достоинства несовместимо с самоунижением, с оскорблениями со стороны других людей. Чувства чести и собственного достоинства как духовные ценности выступают формой, с одной стороны, проявления нравственного самосознания и самоконтроля личности, духовной культуры, а с другой — одним из каналов воздействия общества и государства на нравственный облик и поведение человека в обществе. В современном понимании воинская честь включает следующие основные компоненты: осознание содержания своего воинского долга, необходимости его выполнения, сознательного и ответственного отношения к своему долгу и обязанностям; признание и оценка обществом, воинским коллективом действительных заслуг воина, что находит выражение в одобрении, поощрениях, авторитете, моральной регуляции; постоянная готовность и волевой настрой в любых условиях и в любое время до конца выполнить воинский долг, сохранить и не запятнать свою честь. Сюда надо отнести также верность слову, высокое чувство гражданственности, внутреннюю приверженность конструктивным традициям отечественного Военно-морского флота.

Поскольку обучение неразрывно связано с воспитанием, в воспитательную работу вовлекаются не только все категории командиров (начальников), но и преподавательский состав военных кафедр ВУЗов. Работа должностных лиц ВУЗов по формированию у курсантов качеств гражданина-патриота, военного профессионала, надежного защитника Отечества строится на основе идей российского государственного патриотизма, верности военному долгу, готовности грамотно и умело защищать интересы России. Проведение государственной политики по формированию у военнослужащих личной ответственности за соблюдение требований Конституции РФ, военной присяги, законов и приказов является главным содержанием воспитательной работы, проводимой с курсантами. Воспитание ведется на основе общечеловеческих ценностей, лучших образцов мировой и национальной культуры, многовековых нравственных устоев, воинских традиции, патриотизма и уважительного отношения к народам и народностям нашего многонационального государства. Надо особо отметить, что воспитание военнослужащих практически невозможно без опоры на культурное наследие прошлого. Приобщение к ценностям военной службы становится более эффективным, когда оно подкреплено яркими примерами, взятыми из славной отечественной истории, науки, искусства.

Процесс воспитания ценностей военной службы у курсантов имеет свои особенности, обусловленные статусом объекта воспитания:

- курсанты являются будущими офицерами, следовательно, их воспитание является важным элементом укрепления флота;
- курсанты должны сами активно участвовать в учебном процессе, так как в скором времени начнут самостоятельно осуществлять воспитательную работу на флотах;

- среди курсантов обычно наблюдается более высокий познавательный уровень по сравнению с гражданской молодежью, потому что профессию и обучение на военной кафедре они выбирали осознанно;
- курсантов необходимо готовить к длительной службе в войсках, следовательно, надо выработать у них позитивное отношение к Вооруженным Силам.

Учебно–воспитательная деятельность в высшем учебном заведении должна быть направлена на вооружение курсантов философскими, политическими, экономическими, военно-историческими, военно-техническими и другими знаниями, необходимыми для формирования у них научного мировоззрения, представлений, убеждений, системы морально-этических принципов, норм и правил, определяющих их поведение и отношение к защите Отечества. Таким образом, воспитание ценностей военной службы у курсантов является актуальной задачей организации и содержания образовательного процесса на военной кафедре высшего учебного заведения.

ПОНЯТИЕ ПРАВОНАРУШЕНИЯ. ЮРИДИЧЕСКАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ

Магаков М.Ю. (МГТУ, военно-морская кафедра)

Создание общества с высоким моральным и экономическим потенциалом обеспечивается не только высоким уровнем законодательной базы, но также четким и правильным исполнением законов всеми гражданами.

В отношении лиц, нарушающих законы и правопорядок, применяется метод государственного принуждения, который выступает, в частности, в виде юридической ответственности граждан, в том числе и военнослужащих.

Юридическая ответственность заключается в применении к виновному мер воздействия в качестве наказания за совершенное деяние.

Эти меры предусмотрены законами, воинскими уставами, другими нормативными актами и связаны с наступлением для виновного разного рода неблагоприятных последствий.

Юридическая ответственность военнослужащих играет важную роль в деле укрепления правопорядка в Вооруженных Силах, повышения их боеспособности.

1. Понятие правонарушения

Юридическая ответственность у военнослужащих наступает в случае совершения правонарушения (преступления, административного или дисциплинарного проступка и т. д.). Что же такое правонарушение и в чём его опасность? Общественная опасность воинских правонарушений определяется тем, что они посягают на существующие в Вооруженных Силах общественные отношения, наносят ущерб этим отношениям, ослабляют воинскую дисциплину и боевую готовность войск.

В условиях, когда армия и флот оснащены современными коллективными видами оружия и боевой техники, сложными боевыми комплексами, поддержание которых в постоянной боевой готовности зависит от согласованных действий многих людей, даже отдельные случаи недисциплинированности могут привести к тяжелым последствиям. Правонарушением признается противоправное и виновное деяние (действие и бездействие), за совершение которого наступает юридическая ответственность. Среди правонарушений различаются преступления и проступки. Преступление - это предусмотренное уголовным законом общественно опасное виновное действие или бездействие, за которое предусмотрено применение уголовного наказания (например: измена Родине ст. 64 УК; шпионаж ст. 65 УК РФ; разбой ст. 91 УК РФ; самовольное оставление части ст. 246 УК РФ и др.). Проступок - это менее общественно опасное нарушение юридических норм.

Различают, например, дисциплинарные, административные и другие проступки. Являясь аморальными, безнравственными деяниями, преступления и другие правонарушения характеризуются такими признаками, как общественная опасность, противоправность, виновность, наказуемость.

Вместе с тем по характеру и степени общественной опасности преступления отличаются от других правонарушений. Характер общественной опасности главным образом связан с объектом посягательства. Так, согласно уголовному кодексу РФ преступление посягает на общественный строй, политическую и экономическую системы, собственность, личность, политические, трудовые, имущественные и другие права граждан, т. е. на наиболее важные, значимые объекты.

Степень общественной опасности, позволяющая отграничить преступления от других правонарушений, зависит от ряда объективных и субъективных обстоятельств.

Таких, например, как наличие крупного, значительного или существенного ущерба, повторность, мотив и цели. Критерием малозначительности деяния считаются: крайне малый вред, причиненный охраняемому объекту, или угроза такого вреда; направленность умысла виновного на причинение крайне малого вреда охраняемому объекту.

Под общественной опасностью понимается способность деяния причинить ущерб (вред) охраняемым общественным отношениям.

Общественная опасность - основной признак преступления, непосредственно указанный в определении понятия преступления, и является основным критерием для разграничения преступления от другого правонарушения.

Преступления обладают наибольшей общественной опасностью по сравнению с другими видами правонарушений.

Противоправность-это признак, характеризующий направленность деяния против требований правовой нормы.

Противоправность означает, что лицо, виновное в совершении правонарушения, совершает действие (бездействие), которое нарушает ту или иную норму права: уголовного, гражданского, административного или уставные требования (если речь идет о военнослужащих).

Противоправность, представляющая собой формально-правовой признак правонарушения, является вспомогательным по отношению к общественной опасности деянием.

Так, например, любое общественно опасное деяние становится преступлением, если его признаки предусмотрены уголовным законом. Однако не всякое деяние, содержащее признаки преступления, является общественно опасным, а значит, преступным, поскольку, согласно ч. 2 ст. 7 Уголовного кодекса РФ «не является преступлением действие или бездействие, хотя формально и содержащее признаки какого-либо деяния, предусмотренного уголовным законом, но в силу малозначительности не представляющее общественной опасности».

Общественно опасное и противоправное деяние может быть признано преступным только тогда, когда оно совершено виновно. Деяние, какой бы ущерб ни был с ним связан, не может рассматриваться как преступление, если оно совершено невиновно.

Виновность как признак правонарушения указывает на наличие в деянии вины в форме умысла или неосторожности, т. е. указывает на то, что лицо действовало целенаправленно.

Если содеянное не являлось выражением определенного психического отношения субъекта, оно не может быть признано социально значимым поступком, в том числе и преступлением. Так, отсутствие вины лица в совершенном им деянии исключает уголовную ответственность (например, при случайном причинении вреда). Наказуемость деяния предполагает реакцию государства на правонарушение и является обязательным признаком преступления и других правонарушений.

Элементами состава правонарушения являются:

- 1) объект правонарушения;
- 2) объективная сторона;
- 3) субъект правонарушения;
- 4) субъективная сторона.

Объектом правонарушений в обществе являются общественные отношения, регулируемые и охраняемые правом. Направленные против правопорядка правонарушения наносят ему ущерб и посягают на различные объекты, связанные с конкретными правонарушениями. Отсюда в зависимости от конкретных

правоотношений и их значимости правонарушения можно классифицировать и по видам (уголовные преступления, дисциплинарные и административные проступки и др.).

Объективную сторону состава правонарушения характеризует противоправность деяния, его общественно вредные последствия и причинная связь между ними. Способ совершения правонарушения, характер вредных последствий могут существенно влиять на вид правонарушения. Так, например, превышение власти воинским должностным лицом в одном случае может быть признано дисциплинарным проступком, а при других обстоятельствах расценено как воинское должностное преступление.

Субъектом гражданского правонарушения может быть физическое лицо или юридическое лицо. Субъектом уголовного правонарушения только лицо физическое.

Субъективную сторону правонарушения образуют элементы сознания лица, характеризующие социально-психологический механизм его совершения. Вина как внутреннее психологическое состояние субъекта характеризует его волевую направленность. Субъективная сторона играет важную роль в классификации правонарушения, является важным элементом состава уголовного преступления. Гражданско-правовая ответственность может наступать за безвиновное причинение вреда. Различия между уголовным преступлением, административным и гражданско-правовым правонарушением заключаются в нормативной юридической базе. Юридической основой уголовного преступления является закон. Юридической основой административной ответственности и административного правонарушения наряду с законами могут быть подзаконные акты.

2. Юридическая ответственность военнослужащих

Регулирующие общественные отношения социальные нормы носят различный характер (политический, нравственный, правовой).

В зависимости от этого выделяются виды социальной ответственности, важнейшими из которых являются ответственность политическая, моральная, юридическая.

Юридическая ответственность гражданина, в том числе и военнослужащего, заключается в отношении его к закрепленным правовыми актами правам и обязанностям. Это ответственность, связанная с реализацией и применением соответствующих правовых норм (уголовно-правовых, гражданско-правовых, административно-правовых, дисциплинарных).

Юридическая ответственность регулируется нормами права, содержание ее определяется государством в лице компетентных органов власти и управления, и применяется она государственными органами и должностными лицами в соответствии с их полномочиями. Исходя из специфики Вооруженных Сил юридическая ответственность военнослужащих регулируется наряду с общими нормами права нормами военного законодательства, содержание ее определяется также и органами военного управления, которыми в подавляющем большинстве случаев она и применяется. Военное законодательство, регулирующее юридическую ответственность военнослужащих, включает в себя нормы Закона «О всеобщей воинской обязанности», Закона «Об уголовной ответственности за воинские преступления», военной присяги, общевоинских уставов и других, нормативных военно-правовых актов.

Юридическая ответственность для военнослужащих наступает в случае совершения правонарушения и предусматривает применение к виновному наказания за содеянное. Эти меры предусмотрены законами, воинскими уставами и нормативными актами.

Привлечение военнослужащего к юридической ответственности предполагает также деятельность полномочных органов по обнаружению, расследованию и рассмотрению по существу противоправного деяния. Правовые нормы, содержащиеся в Основах уголовного судопроизводства, уголовно-процессуальном кодексе РФ, Инструкции органам дознания в РА и ВМФ, Дисциплинарном уставе Вооруженных Сил и других нормативных документах, запрещают применение юридической ответственности без выяснения всех обстоятельств правонарушения (степени общественной опасности деяния, его противоправности, вины лица, наличия причинной связи между деянием и наступившими последствиями). Например, Дисциплинарный устав Вооруженных Сил требует принимать во внимание характер проступка, обстоятельства его совершения, прежнее поведение военнослужащего, а также продолжительность его нахождения на военной службе и степень знания порядка службы. Подводя итог сказанному, можно выделить следующие особенности юридической ответственности военнослужащих:

- гораздо более широкий, чем гражданских лиц, круг составов правонарушений, за которые наступает юридическая ответственность, что обусловлено спецификой воинской службы и ее жесткой правовой регламентацией (конкретные составы правонарушений установлены Дисциплинарным уставом Вооруженных Сил, Положением о материальной ответственности за ущерб, причиненный государству, Законом «Об уголовной ответственности за воинские преступления» и другими военно-нормативными актами);
- более строгая ответственность военнослужащих за совершение аналогичных с гражданскими лицами правонарушений;
- наличие у командиров (начальников) специальных законодательно закрепленных полномочий по привлечению военнослужащих к юридической ответственности;
- наличие специальных условий для реализации этих полномочий и применения мер юридической ответственности;
- наличие специфических мер юридической ответственности. В зависимости от вида правонарушений существует уголовная, административная, дисциплинарная, материальная и гражданско-правовая ответственность.

Уголовная ответственность наиболее суровая, крайняя мера государственного принуждения. Она наступает за совершение преступлений, т. е. деяний, характеризующихся повышенной общественной опасностью и предусмотренных нормами уголовного законодательства. Перечень деяний, которые признаются преступлениями, строго ограничен законом. Деяние, которое не содержит указанных в законе признаков, не является преступлением.

Преступлением признается предусмотренное уголовным законом общественно опасное деяние (действие или бездействие), посягающее на общественный и государственный строй, политическую и экономическую систему, собственность, личность, политические, трудовые, имущественные и другие права граждан, а также на правопорядок.

Уголовная ответственность военнослужащих состоит из ответственности за общеуголовные преступления и ответственности за воинские преступления.

Неотъемлемым элементом уголовной ответственности выступает предусмотренное уголовным законом наказание.

Военнослужащий считается привлеченным к уголовной ответственности с момента вынесения в отношении его постановления о привлечении в качестве обвиняемого.

1. Уголовная ответственность включает в себя события осужденным назначенного судом наказания и действие в отношении его негативных последствий,

связанных с наличием судимости, срок которой определен законом в зависимости от тяжести совершенного преступления.

2. Дисциплинарную ответственность военнослужащие несут по правилам, установленным Дисциплинарным уставом Вооруженных Сил. Эта ответственность наступает за нарушение воинской дисциплины и общественного порядка по решению командира (начальника) в соответствии с их полномочиями.

Дисциплинарная ответственность наступает с момента применения к военнослужащему дисциплинарного взыскания и заканчивается снятием этого взыскания или отменой его соответствующим начальником.

3. Административная ответственность устанавливается для военнослужащих, равно как и для других граждан, за совершение административных правонарушений. Административные проступки выражаются в нарушении установленных государством общеобязательных правил, связанных с соблюдением общественного порядка, охраны природы, соблюдения правил безопасности движения транспортных средств, противопожарных, таможенных и других правил.

Административная ответственность наступает, как правило, за проступки, не связанные с нарушениями обязанностей по службе.

Административные взыскания применяются уполномоченными органами государственного управления и их должностными лицами к правонарушителям, не находящимся в отношении подчиненности по службе с этими органами и должностными лицами.

Административные нормы распространяются и на военнослужащих. Однако, учитывая, что Вооруженные Силы - это специфическая организация государства, где отношения военнослужащих регулируются воинскими уставами, законодательство несколько ограничивает юрисдикцию гражданских органов по вопросам привлечения военнослужащих к ответственности за административное правонарушение.

При этом к ним не могут быть применены административные взыскания в виде штрафа, лишения водительских прав, исправительных работ и административного ареста.

4. Материальная ответственность военнослужащих одно из средств обеспечения сохранности собственности.

Статья 79 Закона «О всеобщей воинской обязанности» устанавливает, что военнослужащие и призванные на сборы военнообязанные за причиненный ими материальный ущерб несут ответственность в соответствии с Положением о материальной ответственности военнослужащих за ущерб, причиненный государству.

В соответствии со ст. 1 Положения о материальной ответственности военнослужащих все военнослужащие и призванные на сборы военнообязанные за виновное причинение ущерба государству при исполнении ими служебных обязанностей, предусмотренных воинскими уставами, приказами и другими актами, подлежат привлечению к материальной ответственности. Привлечение к материальной ответственности не освобождает виновного от других видов юридической ответственности, если ущерб был причинен в связи с совершением административного или дисциплинарного проступка, а также уголовного преступления.

Вопросы о привлечении военнослужащих к материальной ответственности решаются, как правило, в служебном порядке.

Как уже отмечалось, юридическая ответственность представляет собой совокупность целого ряда негативных последствий, наступающих в отношении лица (военнослужащего), нарушившего установленные государством в интересах всего общества и закрепленные в законе нормы поведения к взаимоотношения членов общества.

Эти общественные отношения, будучи урегулированными правовыми нормами, называются правоотношениями. Соответственно деяния, на них посягающие противоправными, т. е. нарушающими требования законов и в силу этого представляющие для общества определенную опасность.

Таким образом, юридическая ответственность предопределяется совершением конкретным лицом (военнослужащим) противоправного общественно опасного деяния, т. е. правонарушения.

Только совершенные правонарушения являются основанием привлечения к каждому юридической ответственности.

Одним из обстоятельств, исключающим ответственность в/с, являются исключающие общественную опасность деяния как:

- 1) необходимая оборона
- 2) исполнение приказа
- 3) исполнение обязанностей военной службы.

Законодатель установил, что действия в условиях необходимой обороны являются непроступными, поскольку они лишены общественной опасности важнейшего признака правонарушения. Эти действия не только не причиняют вреда общественным отношениям, но, напротив, являются социально полезными.

В соответствии со ст. 13 УК РСФСР необходимой обороной признается защита правоохраняемых интересов от общественно опасных посягательств путем причинения посягающему вреда, независимо от того, осуществлена такая защита добровольно либо в порядке выполнения служебных обязанностей.

Для военнослужащего отражение преступных посягательств на охраняемые законом интересы является не только правом, но и обязанностью закрепленной в ст. 1,2, 4 Устава внутренней службы и в ст. 3 Дисциплинарного устава Вооруженных Сил.

При выполнении специальных обязанностей (несение караульной службы, конвоирование, патрулирование и т. п.) военнослужащий также обязан защищать соответствующие объекты от общественно опасных посягательств.

Юридическим основанием освобождения военнослужащего от ответственности за исполнение приказа служат требования военной присяги и воинских уставов о точном и беспрекословном исполнении приказа командира, начальника. Приказ должен быть законным уставным, отдаваться только в интересах службы и быть выполнен доступными и дозволенными способами. Приказ, отданный с нарушениями этих требований, является противоправным, и за его отдачу и выполнение несет ответственность тот, кто его отдал.

Подчиненный, выполнивший, приказ начальника, не сознавая его незаконного характера, не может нести ответственности за свои действия и их последствия. Освобождается он от ответственности и в случае, когда сомневался в законности приказа, но все-таки выполнил его.

В случае выполнения подчиненным заведомо незаконного приказа при полном осознании противоправности своих действий он подлежит ответственности вместе с начальником, отдавшим такой приказ.

К обстоятельствам, исключающим общественную опасность деяния, относится исполнение обязанностей военной службы по охране и обороне государственных и военных объектов, при несении специальных служб, а также в иных случаях, когда уставы и другие нормативные акты предусматривают возможность применения оружия. Так, согласно ст. 176 Устава гарнизонной и караульной служб часовой может и должен применять оружие не только при общественно опасном нападении на него или на охраняемый объект, что является условием правомерности необходимой обороны,

но даже при приближении к посту или запретной границе посторонних лиц, не выполнивших его требование остановиться.

Вопрос о правомерности применения оружия в подобной ситуации решается не по правилам необходимой обороны, а в связи с предусмотренной нормативным актом обязанностью часового действовать таким образом.

О МОРСКИХ ПАМЯТНЫХ ДАТАХ

Павлюк И.Н. (МГТУ, военно-морская кафедра)

Как считают историки, в Федеральном Законе РФ от 13 марта 1995 года «О Днях воинской славы (победных днях) России» при назначении памятных дней (в частности морских памятных дат), допущены некоторые неточности.

Взять к примеру «День штурманской службы ВМФ». Обратимся к истории. Мореходство, а следовательно, и морская торговля существуют давно. Об этом писали известный историк А.В. Висковатов в книге «Краткий исторический обзор морских походов русских и мореходства их вообще до исхода XVII столетия», вышедшей в 1864 г., и профессор Ленинградского университета В.В. Мавродин в книге «Начало мореходства на Руси», опубликованной в 1949 г. Эти труды посвящены плаваниям русичей по внутренним водным путям, на Черном и Балтийском морях. Значит, мореплаватели уже тогда были знакомы с навигацией. Подготовка навигаторов в России началась гораздо раньше 1701 г., то есть до учреждения Школы математических и навигацких наук (Навигацкой школы). День учреждения, которой и предлагается считать праздничным днем. Например, первая русская лоцманская служба в устье реки Северной Двины появилась в 1555 г. В период создания Азовского флота в мае 1698 г. была учреждена временная Навигацкая школа для обучения юношей «корабельному морскому воинскому ходу, карте и компасам». Мореходные инструменты в России появились тоже до учреждения Навигацкой школы в 1688 г., инструменты юному Петру прислал из-за границы его сподвижник боярин Я.Ф. Долгоруков. В 1696 г. в Российском флоте появилось звание «штурман», в том же году — первая в России морская карта, в 1699 г. — первый атлас карт реки Дон. Из всего сказанного следует, что День штурмана установлен произвольно, безо всякой связи с историей отечественного флота. Во всех изданиях по истории говорится о том, что впервые в нашей стране День Военно-Морского Флота стали отмечать в 1939 г. О возникновении этого праздника также писали в своих воспоминаниях Адмиралы Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецов и И.С. Исаков. Однако нигде даже не упоминается о предыстории флотских торжеств. Об этом нет ни слова и в многочисленных публикациях, появившихся в дни празднования Дня Военно-Морского Флота в 1939 г. А ведь в России праздник флота отмечали с самого начала XVIII в. Идея проведения ежегодного торжества принадлежит Петру I. В 1714 г. флот одержал победу при Гангуте. Произошло это сражение в день Святого Пантелеймона. Петр подписал указ: ежегодно 27 июля отмечать праздник флота торжественными богослужениями, морскими парадами и фейерверками. В октябре 1917 г. праздник отменили.

Однако моряки вышли из положения. По предложению Штаба морских сил Балтийского моря, с 1920 г. в ближайший к 18 мая выходной день в Петрограде стали отмечать День Красного флота. Именно в этот день (7 мая по старому стилю) в 1703 г. русский регулярный флот одержал первую победу на Балтике: в абордажном бою были захвачены шведские бот «Гедан» и шнява «Астрильд». Впоследствии дату этого боя приняли за день возникновения Балтийского флота.

В коллекциях Государственного архива кино и фотодокументов хранится много материалов с сюжетами празднования Дня Красного флота. В эти дни фасады зданий украшали государственной и морской символикой, флагами расцветивания. На Неве устраивали парады боевых кораблей Балтийского флота и водноспортивные праздники. Накануне праздника в зале Революции (бывший столовый зал Морского корпуса) Военно-морского училища проводилось торжественное собрание, после которого перед военными моряками выступали артисты. В воскресенье на площади Урицкого (ныне

Дворцовая площадь) моряки проходили торжественным маршем под звуки духового оркестра. Затем на площади устраивали спортивный праздник, во время которого краснофлотцы демонстрировали свои ловкость и силу. Кульминацией спортивного праздника были состязания по перетягиванию каната. Иногда на проспекте 25 Октября (Невский пр.) сооружали триумфальную арку.

Таким образом, День Военно-Морского Флота возник во времена царствования Петра I и не является творением Сталина.

Аппарат Президента Российской Федерации и члены Государственной думы, принявшие Федеральный Закон не стали вникать в тонкости истории. На заседании Военно-исторической секции петербургского Дома ученых Российской академии наук российский историк В.Д. Доценко сделал сообщение о некоторых из допущенных в законе ошибках. Несколько публикаций по этому же поводу появилось за подписью доктора исторических наук профессора капитана 1 ранга В.И. Дмитриева, который также направил письма в редакции «Военно-исторического журнала», газеты «Красная звезда» и председателю Государственной думы Г. Н. Селезневу. Но к мнению ученых никто не прислушался. 21 декабря 1996 г. в газете «Красная звезда» (официальный печатный орган Министерства обороны Российской Федерации) появился «Перечень основных победных дней России на 1996 г.» за подписью В. С. Черномырдина, где не только повторялись все ошибки Федерального закона, но и добавились новые.

Например, в указе Президента 9 августа объявлено Днем воинской славы России в связи с первой в российской истории морской победой русского флота под командованием Петра I над шведами у «мыса Гангут» (1714 г.). Гангутское сражение произошло 27 июля (по старому стилю) 1714 г. у полуострова Гангут, а не у мыса.

Гангутская операция с учетом начала создания переволоки на перешейке Гангутского полуострова, прорыва русских галер и собственно самого сражения проводилась с 25 по 27 июля включительно. Сражение произошло днем 27 июля (продолжалось более двух часов). Таким образом, Днем воинской славы России следовало объявить не 9-е, а 7 августа, поскольку при переводе дат из юлианского (старого) календаря в григорианский, (новый) для XVIII в. следует прибавить к старой дате 11 суток.

О «Календаре памятных дат Российской военной истории», выпущенного в свет в 1999 г. Российским государственным военным историко-культурным центром при Правительстве РФ. Как следует из предисловия, подписанного директором Росвоенцентра вице-адмиралом Ю.П. Квятковским, «в работе над календарем приняли активное участие Министерство обороны РФ, МВД РФ, МЧС, Министерство по атомной энергии Российской Федерации, ФСБ Российской Федерации, ФПС Российской Федерации, Служба внешней разведки Российской Федерации, Федеральная служба Железнодорожных войск Российской Федерации, Российское космическое агентство, которые предоставили необходимые материалы. Наиболее масштабная и ответственная работа по обобщению материалов и составлению рукописи была осуществлена Институтом военной истории Министерства обороны Российской Федерации». Из этого издания (с. 275 и с. 281) можно узнать, что Гангутское сражение произошло одновременно и 7-го, и 9 августа (по новому стилю)! В эти дни в память о Гангутской победе составители календаря предлагают отмечать День воинской славы России.

В этом же календаре рассказывается о том, что 1 декабря (по новому стилю) 1853 г. русская эскадра под командованием П. С. Нахимова одержала победу над турецкой эскадрой в Синопской бухте, но ведь Синопское сражение произошло 18 ноября по старому стилю, а по новому $18 + 12 = 30$. Значит, День Синопской победы надо праздновать 30 ноября.

О ПОДГОТОВКЕ К ВОЕННОЙ СЛУЖБЕ ГРАЖДАН, ОБУЧАЮЩИХСЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Розганов С.М. (МГТУ, военно-морская кафедра)

С 3 по 6 июля 2006г. несколькими Федеральными законами (№96-ФЗ, №103-ФЗ, №104-ФЗ, №105-ФЗ) внесены изменения в Федеральный закон от 28 марта 1998г. №53-ФЗ «О воинской обязанности и военной службе» (Закон). Эти изменения определили новую организацию обучения граждан по программам военной подготовки в федеральных государственных образовательных учреждениях высшего профессионального образования (ФГОУ ВПО). Изменились и сроки военной службы для военнослужащих, проходящих военную службу по призыву. Так для военнослужащих, призванных на военную службу после 1 января 2008 года установлен срок военной службы 12 месяцев (статья 38 п.1а №53ФЗ).

За последние десять лет срок военной службы по призыву сократился в Военно-Морском Флоте с трех лет до одного года, в других видах Вооруженных Сил РФ с двух лет до одного года. С ликвидацией большого числа (161 из 229) военных кафедр и факультетов военного обучения в учебных заведениях высшего профессионального образования значительно возрастет количество призывников с высшим образованием. Но сможет ли этот образовательный рост в полной мере компенсировать столь непродолжительный срок военной службы по призыву?

Задача строительства Вооруженных Сил не решается выполнением только одного условия – укомплектовать. Не менее важным является – обучить, подготовить, воспитать воина, защитника Отечества. А в выполнении этого условия невозможно не учитывать фактор времени, отведенного на боевую учебу.

Военная техника, в том числе и та, которая находится в заведовании военнослужащих по призыву, становится все сложнее и сложнее. Это уже не только автомат Калашникова, но современные электронные приборы, а иногда и целые комплексы. Превратить все 12 месяцев военной службы в учебный отряд не получится. Суточные наряды, караулы, боевые дежурства и боевые службы, обеспечение различных мероприятий, хозяйственные работы, без которых не может функционировать ни одна воинская часть – это все те же 12 месяцев.

Далеко не все выпускники вузов, призванные на военную службу будут иметь технические специальности. А призывники с дипломами социальных работников, экономистов, юристов, специалистов по рекламе, теологов, педагогов, работников культуры и многих-многих других специальностей не только не будут иметь преимуществ, но и будут уступать даже 18- летним призывникам, закончившим образовательные учреждения среднего (полного) общего образования, образовательные учреждения начального профессионального и среднего профессионального образования. Причина в следующем.

Федеральный закон О воинской обязанности и военной службе разделил подготовку граждан к военной службе на обязательную и добровольную.

Обязательная подготовка гражданина к военной службе предусматривает:

- получение начальных знаний в области обороны;
- подготовку по основам военной службы в образовательном учреждении среднего (полного) общего образования, образовательном учреждении начального профессионального и среднего профессионального образования и в учебных пунктах организаций;

- военно-патриотическое воспитание;
- подготовку по военно-учетным специальностям солдат, матросов, сержантов и старшин по направлению военного комиссариата;

В соответствии со статьей 13 №53-ФЗ:

«До призыва на военную службу граждане мужского пола проходят подготовку по основам военной службы в образовательных учреждениях среднего (полного) общего образования, образовательных учреждениях начального профессионального и среднего профессионального образования в течение двух последних лет обучения.

Подготовка граждан мужского пола по основам военной службы осуществляется педагогическими работниками указанных образовательных учреждений в соответствии с государственными образовательными стандартами и предусматривает проведение с такими гражданами учебных сборов».

Государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования не предусматривают никакой подготовки граждан к военной службе. Следовательно, выпускник вуза за пять-шесть лет утратит даже те военные минимальные навыки, которые имел на момент окончания школы.

В общественных объединениях и образовательных учреждениях начального профессионального и среднего профессионального образования проводится в порядке, установленном Правительством Российской Федерации, подготовка граждан по военно-учетным специальностям солдат, матросов, сержантов и старшин

Указанную подготовку получают граждане мужского пола, достигшие возраста 17 лет, в том числе учащиеся образовательных учреждений начального профессионального и среднего профессионального образования, в которых такая подготовка является составной частью профессиональной образовательной программы.

Учащиеся иных образовательных учреждений подготовку по военно-учетным специальностям солдат, матросов, сержантов и старшин не получают.

Гражданин, овладевший сложной военно-учетной специальностью солдата, матроса, сержанта, старшины, включенной в перечень, определяемый Правительством Российской Федерации, при призыве на военную службу вправе выбрать вид и род войск Вооруженных Сил Российской Федерации, другие войска, воинские формирования и органы с учетом реальной потребности в таких специалистах.

Следовательно, выпускник вуза («иног образовательного учреждения»), призванный на военную службу будет менее к ней подготовлен и будет находиться в подчинении у сержанта, старшины, который на пять лет моложе его и имеет меньший уровень образования. Идеальная почва для конфликта протяженностью в 12 месяцев.

Необходимо максимально использовать образовательный и возрастной потенциал призывников, имеющих высшее образование. Именно они должны стать основой сержантского и старшинского состава Вооруженных Сил. И стать не через полгода военной службы, а на следующий день после принятия военной присяги. Для этого необходимо:

1. Внести изменения в Федеральный закон О воинской обязанности и военной службе и предусмотреть обязательную подготовку граждан к военной службе в государственных образовательных учреждениях высшего профессионального образования.
2. Разработать дополнительные программы (100-150 аудиторных часов) обязательной военной подготовки по военно-учетным специальностям солдат, матросов, сержантов и старшин в ГОУ ВПО. Предусмотреть в них учебные сборы в воинских частях.

3. Указанную подготовку осуществлять на выпускных курсах вузов опытными, методически грамотными офицерами – преподавателями в составе циклов (групп, отделений) военной подготовки.
4. Преимущественно занятия проводить на учебной базе ближайших воинской частей. С этой целью, приказами соответствующих командиров и начальников определить такие воинские части и обязать их активно участвовать в военном обучении студентов. Это позволит сэкономить средства и повысить эффективность обучения.

ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ ВОЕННО-ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ В РОССИИ

Шалаев В.Н. (МГТУ, военно-морская кафедра)

Военно-патриотическое воспитание – это процесс целенаправленного формирования высокого чувства любви к Родине, своему народу, к своему государству, его Вооруженным Силам, развития нравственных, психологических, физических качеств, важных при овладении военно-профессиональной деятельностью, навыков и умений, связанных с боеспособностью, готовностью встать на защиту Отечества с оружием в руках.

В древней Руси стихийное патриотическое воспитание имело свои корни в самой народной гуще как в период развития язычества, так и после распространения христианства.

В период военных реформ Петра I впервые введена военная присяга, целью которой был призыв к честному исполнению воинского долга: «Не должен никто бегать назад, но стоять до последнего человека, как доброму солдату надлежит. Никто с места баталии прежде уступить не имеет, пока он от своего командира указ не получит...»

Полны патриотического пафоса слова обращения Петра I к войскам перед Полтавской битвой: «Вот пришел час, который решит судьбу Отечества. Не должен никто помышлять, что сражается за Петра, но за государство Петру врученное, за род свой, за Отечество».

В дореволюционной российской армии формированию личности солдат и особенно офицерского корпуса уделялось большое внимание. Высокий боевой дух и чувство патриотизма всегда отличали российского воина. Он знал, что служит не для обогащения или других личных выгод, а служит Отечеству.

В российской армии были созданы соответствующие воспитательные структуры, призванные формировать необходимые личностные и гражданские качества воинов – такие, как смелость, мужество, гражданское достоинство, офицерская честь и т.п.

Воспитательной работе в Красной Армии уделялось гораздо больше внимания, чем в царской. При формировании частей был введен институт комиссаров, которые проводили воспитательную работу с личным составом всех категорий. Эта работа давала достаточно хорошие результаты, о чем свидетельствует высокий боевой дух армии в годы Гражданской и Великой Отечественной войн. Молодежь считала за честь служить в рядах Красной Армии, а красный офицер был образцом для подражания молодого поколения.

Советская армия наряду со многими другими традициями унаследовала от Красной Армии и систему военно-патриотического воспитания призывников и молодых воинов. Успехи воспитательной работы были налицо. В пятидесятых-шестидесятых годах прошлого столетия матери без большой тревоги, а нередко и с радостью отправляли своих сыновей служить в армию, поскольку из Вооруженных Сил молодые люди возвращались более организованными, самостоятельными, с закаленной волей и здоровьем.

Рассматривая вопрос совершенствования военно-патриотического воспитания молодежи в работе военных учреждений культуры, обратимся к опыту, традициям организации и проведения такого воспитания призывников средствами культурно-досуговой работы.

История становления и развития военно-патриотического воспитания молодежи средствами культурно-досуговой работы уходит своими корнями в прошлые века.

В 50-60 годы XIX столетия элементы организации досуга начинают приобретать форму и содержание, складываться в систему воспитательной работы в обществе и Вооруженных Силах.

В период военной интервенции и Гражданской войны в деле широкой пропаганды защиты Отечества, создания и развития системы военных учреждений культуры значительную роль сыграло появление библиотек, школ, народных домов, клубов, народных университетов, лекториев, кинематографа.

Складывающаяся после революции обстановка заставляла правительство анализировать ситуацию в стране и армии. Особого внимания требовало к себе наличие множества политических партий и движений, определение их роли в духовной жизни молодежи. В этой связи важное место в системе военно-патриотического воспитания в тот период занимал Пролеткульт.

К 1920 году Пролеткульт объединял около 500 тысяч членов. Журнальная деятельность Пролеткульта свидетельствует о размахе движения. Так, на долю пролеткультовских изданий приходилось в 1918 г. – 3,5%, в 1919 г. – 13,5% всей журнальной продукции страны.

Одним из самых важных направлений в культурной политике того периода была ликвидация неграмотности населения. От решения этой задачи зависели настоящее и будущее страны, ее место и роль в развитии человеческой цивилизации.

Основная часть работы по ликвидации неграмотности приходилась на культпросветучреждения Красной Армии, так как других в государстве не было. Вся внешкольная работа в армии стала называться политико-просветительной, а внешкольные учреждения – политпросветучреждениями.

О развитии и совершенствовании сети культурно-просветительных военных учреждений в данный период свидетельствуют следующие данные. Если к началу 1919 года в Красной Армии насчитывалось 383 клуба, то уже к концу того же года их было 1315, а к ноябрю 1920 года — 2430.

Активно развивалось и библиотечное дело. Так, в конце 1918 года в Красной Армии насчитывалось всего 1796 библиотек, в 1920 году их число возросло до 10029. Из Центра в библиотеки военных частей и гарнизонов было направлено около 34 млн. экземпляров книг.

Основными тенденциями военно-патриотического воспитания молодежи в тот период в деятельности военных учреждений культуры являлись создание и функционирование культурно-просветительных учреждений со сложившейся структурой воспитательной деятельности, позволившей быстрыми темпами ликвидировать неграмотность молодежи, повысить ее культурный уровень, мобилизовать на защиту революционных завоеваний государства.

После завершения войны с иностранными интервентами и внутренней контрреволюцией наступил период мирного строительства. Важнейшей особенностью этого периода, повлиявшей на характер воспитательной деятельности в армии и на флоте, явился переход к смешанной, территориально-милиционной системе строительства Вооруженных Сил.

Вплоть до начала Великой Отечественной войны не претерпело существенных изменений и структура культпросветучреждений. Но война резко повлияла на реформы, внесла свою идеологию, заставила правительство думать по-другому.

К концу 1941 года уже насчитывалось 2000 клубов, 450 Домов Красной Армии и гарнизонных клубов. На флоте работало 27 Домов ВМФ, 29 базовых клубов и 333 клуба частей. Были организованы 4 окружных драматических театра Красной Армии. В

Военно-Морском Флоте каждый из флотов имел свой театр и ансамбль краснофлотской песни и пляски.

Расширялась сеть армейских и флотских газет. Кроме «Красной звезды», «Красного флота», «Боевой подготовки» и др. стали выходить в свет 18 окружных и 11 армейских газет, а также 17 военных журналов.

В данной ситуации требовалась перестройка всей деятельности культпросветучреждений в армии, которая в полной мере должна была соответствовать основным направлениям воспитания гражданской и военной молодежи.

Вскоре воспитательная деятельность культпросветучреждений приобрела новую форму и содержание. Вся многообразная деятельность таких учреждений была нацелена прежде всего на мобилизацию большей части населения на самоотверженную борьбу с врагом, защиту Родины, на поддержание морального духа, чувства патриотизма, готовности к самопожертвованию, стойкости и мужества, решимости остановить врага.

В ходе войны организация и содержание военно-патриотического воспитания в работе культпросветучреждений получили свое дальнейшее развитие. Основными направлениями их работы, как и прежде, остались: идейно-политическое, нравственное, воинское, интернациональное воспитание, культурно-художественное, организация культурного досуга.

Победоносное завершение войны практически совпало по времени с началом новой гонки вооружений, вызванной политикой холодной войны и политического противостояния.

Реформы 1950-х годов, проводимые в армии, были ознаменованы качественными преобразованиями во всех областях военного дела, включая и культурно-просветительную работу.

На общественных началах стали создаваться новые культпросветучреждения. Так, к 1960 году в воинских частях и гарнизонах уже имелось более 300 внештатных клубов и библиотек, 650 лекториев и школ культуры, 95 изостудий, 25 народных театров, 150 самодеятельных оркестров, 80 литературных объединений, сотни различных кружков. Книжный фонд превысил 100 млн. экземпляров.

Демократизация общественной жизни страны, радикальные изменения в политической системе государства изменили подходы и предназначения военных учреждений культуры. Сегодня они не рассматриваются как база пропаганды и агитации. В созданных Вооруженных Силах Российской Федерации несколько изменилась и система воспитательной деятельности в военных учреждениях культуры. Исчез и сам термин «культурно-просветительная работа», сегодня на смену ему пришла новая – культурно-досуговая работа. И тем не менее, новые руководящие документы по-прежнему требуют от домов офицеров, клубов, музеев, библиотек сосредоточить внимание на воспитательной деятельности с молодежью, направленной на формирование у них таких высоких качеств личности, как гражданственность, патриотизм, верность конституционному и воинскому долгу, одухотворенность, любовь к жизни и морально-психологическую готовность к самопожертвованию во имя Отечества.

Авторский указатель

Авторский указатель

А		Бутаев А.М.	
Абдуллабекова Д.А.	454	Бутвиловский А.В.	599, 604
Абдуллаев О.М.	924	Бутвиловский В.Э.	604, 599
Абдурахманов Н.А.	403	Бухтоярова А.Ю.	633
Абрамов О.В.	283	В	
Абрамов Ш.А.	456, 528, 460, 517	Вавилова И.Б.	407
Абузарова Л.Х.	335	Васёха М.В.	278
Алиева М.Ю.	385	Ващенко И.П.	846
Анисимов А.А.	720, 781	Введенская И.В.	330
Анисимов А.Н.	720	Верхозина Е.В.	347
Анохина В.С.	442, 631	Виноградов Ю.А.	256
Анциферова А.В.	532	Висков А.Ю.	887, 894
Арутюнянц А.А.	328	Витиньш М.В.	146
Асварова Т.А.	339	Власов А.В.	883, 891
Асминг В.Э.	256	Власова О.К.	528
Афанасьев А.К.	950	Вокуев С.Л.	954
Афанасьева Н.А.	19	Волков М.А.	249
Ахмедова З.Н.	410	Волошина А.А.	319
Б		Вульфович Б.А.	168
Бабошин А.А.	695	Г	
Багаева Т.В.	315	Гаврилова А.В.	279
Бадлуев А.И.	27, 23	Гайсин И.Т.	666
Баева Л.С.	824, 833, 835, 868	Гарифуллина Г.Г.	649
Баранок Н.В.	594	Гаршин В.И.	360
Барахта А.В.	722	Гасанов Р.Б.	511
Барашев Н.В.	252	Гасанова З.У.	420
Барковский Е.В.	599	Герасимова О.В.	927, 930, 932
Бахарев А.Е.	725	Герчиков А.Я.	649
Бахмулаева З.К.	460	Гинда О.П.	858
Бахов Ж.К.	344, 392	Гладких А.С.	475
Баширов Р.Р.	410	Глухих В.Г.	903
Баясгалан Загдхорол	662	Глызина Т.С.	308, 281
Безымянова Ю.А.	275	Гнилозубенко В.В.	739
Бейбалаева Э.М.	490	Головина Ю.Ю.	478
Белова Л.О.	279	Головко Л.А.	38
Белоголов В.С.	262, 267	Голубев Б.В.	95
Беляев О.А.	196	Гомонов А.Д.	76
Белякин А.М.	31	Гончаренко Л.П.	218
Бензик А.Н.	464	Горбунов А.И.	328
Бескищенко В.В.	464	Горбунова С.И.	424, 428, 432
Билан Л.С.	597	Горчаков Э.В.	308, 350
Биттеев Ш.Б.	132	Графова Е.Н.	152
Бобарькин Н.Д.	152	Гриднева Е.С.	283
Боброва Д.В.	534	Гриценко М.В.	843
Богданова О.Ю.	536, 541	Гроховский В.А.	883
Борисова Л.Ф.	35, 797	Гурин А.В.	801
Брежнев А.В.	843	Д	
Бубеева И.А.	315	Давыдов А.В.	604
Будовый В.И.	262		

Авторский указатель

Давыдов В.В.	604	Игумнов Р.О.	624
Даувальтер В.А.	375, 414	Ильинский В.В.	563
Даудова Т.И.	456	Исаев А.А.	956
Дементьева Ю.М.	40	Исламмагомедова Э.А.	546
Демина А.В.	353	Ищенко Н.С.	370
Денисова Н.Г.	79		
Джалалова М.И.	356	К	
Джамалова Э.Б.	934, 936	Кабиров Р.Р.	335
Добрынин С.А.	83	Кайченев А.В.	883, 887, 891
Долгов А.В.	464	Каменев Е.А.	7, 185, 191
Долгопятова Н.В.	285	Канищев А.А.	375
Долматова Е.С.	684	Караев Р.Н.	924
Доронина Е.Н.	214	Каримова М.Р.	585
Дошлов О.И.	383	Карпов В.Н.	674, 689
Драница А.Ю.	88	Кацуба В.С.	79
Драница Ю.П.	88	Качала Н.М.	895, 899, 906
Дроздова Е.И.	483	Кирилин А.Д.	279
Дубров Д.Ю.	360	Кирлан С.А.	649
Дубров Ю.С.	360	Клинцевич Е.Н.	92
Дудченко В.М.	725	Клоков Ю.А.	44
		Ключко Е.В.	608
Е		Кнышев А.И.	756, 761, 766, 773
Евтюгина З.А.	256	Кнышев Е.И.	756, 761, 766, 773
Егоркина Р.Ю.	364	Князева М.А.	223, 242
Едигарьев В.Г.	180	Кобылянский И.Г.	95
Епихин А.И.	850	Козлов Н.Е.	3, 208
Еремин М.М.	779	Козлова Н.Е.	208
Ершов А.М.	883, 909, 918	Колачева Н.В.	101
Ефремов Л.В.	854	Колпашников А.А.	488
		Коновалова И.Н.	311, 314
Ж		Кораблева И.В.	227
Жарких А.А.	139	Корнев К.П.	104
Жидков М.В.	368	Корнева И.П.	104
Жнякина Л.Е.	289	Корнюшин П.Ю.	108
Жук В.А.	730, 732, 735	Корнюшин Ю.П.	108, 128
Жук. А.Н.	858	Коробко А.Н.	809
Журавлёва Н.Г.	494, 498, 504, 508	Коробова Е.А.	279
		Королев С.В.	711
З		Коротаев Б.А.	939
Зайцев А.А.	475	Котенко М.Е.	490
Замарина С.Ю.	43	Котенко С.Ц.	546
Зарудий Ф.С.	649	Котов В.С.	833
Захаренкова И.Е.	232	Кочановская Е.В.	296
Зиновьева А.Б.	292	Кравец П.П.	436
Золотов О.В.	232, 238, 242	Кривенко О.Г.	597, 611
Зубкова Т.А.	490	Крупорницкий Д.А.	894
Зубова Ю.В.	218	Кудрявцев М.В.	854
		Кудрявцева В.З.	862
И		Кудряшова М.Ю.	379
Иванникова Н.Ю.	669, 674, 689	Кузминых И.С.	739
Иванов А.А.	3	Кузьминых А.С.	739
Иванов С.В.	23	Кулдыркаева И.А.	59
Игоничкина Е.В.	805	Кумова Ж.В.	868

Авторский указатель

Р		Т	
Радченко М.К.	200	Танганов Б.Б.	315
Рамазанова Н.И.	410	Тарасов Г.П.	649
Рамков И.А.	720	Тимакова Л.И.	646
Раснач О.И.	146	Тиунов Ю.Ю.	868
Рожков А.С.	260	Ткаченко М.Л.	289
Розганов С.М.	968	Тойменцева А.А.	585
Романова Н.Ю.	249	Токбергенова А.А.	403
Русина И.П.	59	Торосян В.Ф.	401
Рыженко С.Н.	155	Треашер Д.Ж.	494, 498
Рысакова К.С.	637	Трояновский В.М.	163
		Тюрина Л.А.	649
С		Ф	
Сабирова Я.М.	702	Фатеев В.Я.	909
Сабуров Е.И.	903	Фахертдинова Л.И.	289
Сабуров И.В.	895, 903	Федорова О.А.	379, 397
Савченко В.А.	850	Фирсов Г.И.	83
Салихов Ш.К.	410	Фогилев В.А.	168
Самсонов А.В.	877	Фролов Д.Г.	27
Санаев А.И.	756, 761, 766, 773	Фунтиков В.А.	319, 323
Санаев А.М.	756, 761, 766, 773	Фургаса Д.М.	787
Санаев Я.М.	756, 761, 766, 773		
Сафиуллин А.Р.	666	Х	
Сачкова Е.И.	308	Хадыкина Е.А.	326
Сбитнева В.В.	581	Хайруллина В.Р.	649
Свирилина Т.В.	148	Халилова Э.А.	517
Седов Р.Л.	152	Хамзина Ш.Ш.	407
Семенихина М.Е.	515	Хлебникова Н.В.	66
Семенов И.Е.	155, 159	Холодов Г.Г.	788, 816
Сербин А.Г.	159	Хорозов С.В.	262
Сергеев К.О.	854	Хохлова Л.И.	69
Сердюк О.А.	163		
Серебрякова Л.В.	624	Ц	
Серов А.В.	779, 781	Цвирко Н.И.	521
Систер В.Г.	283	Цупин А.А.	791
Скиба Г.С.	275	Черноус П.А.	252
Смирнов А.Ж.	865		
Смирнов Д.В.	396	Ч	
Смирнов И.Е.	166	Черунова И.В.	940
Смирнов К.Е.	166	Чигорина Т.М.	328
Смирнова Е.Б.	641	Чикирёв И.В.	203
Смирнова Н.В.	63	Чингизбаев М.М.	344
Снегерова М.Н.	311	Чумакова Е.Н.	587
Совлуков А.С.	906, 909	Чурилов В.Л.	877
Солодов В.С.	914	Чуркин О.Е.	172
Солянин А.В.	781		
Сорохтин Н.О.	208	Ш	
Станкевич О.И.	396	Шавырина О.А.	330
Степанова Н.В.	314	Шагимуратов И.И.	232
Степанова Н.Л.	397	Шакиров Б.С.	392
Суслов А.Н.	783, 813	Шалаев В.Н.	971
Суслов В.Н.	83	Шарипова М.Р.	585

Авторский указатель

Шашкова Е.В.	653
Широкая Т.А.	656
Шишко А.Л.	944, 946
Шолохов В.С.	175
Шульгин Ю.П.	553
Шутов А.В.	95

Ю

Юдин Ю.И.	720, 722
Юрченко О.В.	323

Я

Яров В.Н.	820
Яхияев М-П.А.	410
Яценко В.В.	909, 918
Ящишина С.И.	414

Dams Johan	10
Jani Ahvonen.	10
Jukka Matila	10
Liu Yang	10
Smail Menani	10