



Федеральное агентство по рыболовству
ФГОУ ВПО «Мурманский государственный
технический университет»



Университет Тромсё

Международная научно-техническая
конференция
«Наука и образование - 2011»

Мурманск
2011

Наука и образование - 2011

[Электронный ресурс] / ФГОУВПО «МГТУ». электрон. текст. дан. (30 Мб) - Мурманск: МГТУ, 2011. 1 опт. Компакт-диск (CD-R). - систем. требования: PC не ниже класса Pentium II Mb RAM; свободное место на HDD 30 Мб; привод для компакт дисков CD-ROM 2-х и выше; Международная научно-техническая конференция «Наука и образование - 2011» электрон. Текст подгот. ФГОУВПО «МГТУ».

НТИЦ «Информрегистр» №0321100504

СОДЕРЖАНИЕ:

Пленарное заседание

Шиян Н. В. Направления инновационной деятельности преподавателя вуза.....	21
--	----

Круглый стол

Соловьёва Т. И. Активизация когнитивной деятельности студентов, работа по правлению на результат – важное условие выполнения вузом программы модернизации.....	28
---	----

Соловьёва Т. И. Активизация когнитивной сферы студентов (психологический аспект).....	32
--	----

Островская Л. В. Эмоциональная дезорганизация когнитивных процессов и способы ее нейтрализации.....	36
--	----

Технологии дистанционного обучения

Хохлова Л. И. применение элементов информационных технологий для внедрения индивидуальных образовательных траекторий в учебный процесс.....	42
--	----

Богданова О. Ю. Учебно-методическое обеспечение института дистанционного обучения МГТУ и его совершенствование.....	44
--	----

Замарина С. Ю. Проблемы обучения английскому языку в системе дистанционного образования.....	49
---	----

Иванова М. А. Проблема готовности студентов к самообразованию при дистанционном обучении.....	53
--	----

Новожилов В.П., Жданова Л. И., Галлямов С. Р. Опыт создания электронного учебника«физика в диалоге с компьютером «PhyScod».....	57
--	----

Математическое моделирование, численные методы и программные разработки

Умарова Ж. Р. Математическое моделирование внутреннего течения газа в волокнах мембраны.....	65
---	----

Акжигитова М. Г. , Ескендиров Ш. З. Экспертная система создания высокоинтенсивных технологических аппаратов.....	68
---	----

Голубев В. О., Кацуба В.С. Программное средство визуализации к теме «Скалярное поле и его основные характеристики».....	73
--	----

Середа А.-В.И., Гомонов А. Д. Математическое моделирование уровня поверхности океана по спутниковым даннымна основе двумерной в-сплайн аппроксимации.....	79
--	----

Демин С. Б., Карпухин Э. В., Воронцов А. А., Ермолаев Н. А. Моделирование магнитных полей магнитострикционных преобразователей перемещений.....	85
--	----

Жукабаева Т. К., Умбетов У. У. Параметры безопасности в многоуровневой модели разграничения доступа.....	91
---	----

Жукабаева Т. К. Анализ об оценке стойкости криптографических систем.....	96
Голубев Б. В., Шутов А. В., Кобылянский И. Г. Применение методов подобия в расчетах гидроаэродинамических явлений в шкафах-витринах холодильных установок.....	101
Корнюшин Ю. П., Мельников Д. В. Метод матричных операторов синтеза оптимальных фильтров.....	108
Маслобоев А. В. Механизмы согласования индивидуальных и групповых целей программных агентов на основе теории нечетко-множественных отношений.....	115
Наумов А. В. Изучение последствий аварии на хранилище ОЯТ в губе Андреева на основе адиабатической модели СЦР.....	122
Наумов А. В. Модель микроструктурного взаимодействия расплава и воды.....	127
Наумов В. А., Караваяева Е. В. математическое моделирование нейтронного облучения металла внутрикорпусных конструкций реакторов ввэр-440.....	133
Наумов В. А., Гусак С. А. Тепловые эффекты при хранении отработавшего ядерного топлива.....	139
Пантелеев В. П. Тесты профессиональной пригодности по результатам труда. Прелиминарии.....	146
Скрябин А. В., Бычкова С. М. О проблемах внедрения компьютерных технологий в учебный процесс МГТУ.....	153
Фундаментальные проблемы геологии Кольского полуострова и шельфа Баренцева моря	
Чикирёв И.В., Сушков А.В., Басалаев А.А. Условия формирования ti - zr россыпей в позднерифейско-вендское время в пределах п-ва среднего (Кольский регион).....	160
Козлов Н. Е., Сорохтин Н. О., Мартынов Е. В. Геохимическая неоднородность нефти Волго-уральской и Западно-сибирской провинций.....	165
Предовский А. А., Чикирёв И. В. О необходимости и возможности дальнейшего развития общей классификации алюмосиликатных магматитов.....	171
Скуфьин П. К., Елизаров Д. В. Геохимические особенности базальтов верхней части разреза раннепротерозойского Имандраварзугского комплекса (Кольский полуостров).....	180
Геофизические процессы в Арктике	
Мартыненко О. В., Ботова М. Г. К вопросу об установлении распределения ионного состава в плазмосфере.....	188

Баранов С. В., Виноградов А. Н. Особенности очагов землетрясений западной и центральной Арктики.....	197
Аккуратов М. В., Асминг В. Э., Виноградов Ю. А., Корчак П. А. Объединение сейсмических сетей ОАО «Апатит» и кольского филиала геофизической службы РАН.....	203
Виноградов Ю. А., Виноградов А. Н., Кровотынцев В. А. дистанционный мониторинг криолитосферы Арктики геофизическими методами.....	204
Волков М. А. Опустошение магнитной силовой трубки и охлаждение ионов над дугой полярного сияния.....	208
Золотов О. В., Намгаладзе А. А. Возмущения высотно-широтных вариаций электронной концентрации, создаваемые действием сейсмогенного электрического поля.....	213
Золотов О. В. Технические аспекты конференции.....	217
Князева М. А., Зубова Ю. В., Намгаладзе А. А. Исследование среднеширотной летней ночной аномалии F2-области ионосферы методом численного моделирования.....	218
Лебедь О. М., Пильгаев С. В., Федоренко Ю. В. Метод подавления импульсных помех при измерениях гармонических полей СНЧ диапазона.....	225
Лебедь О.М., Зубов Р. А., Федоренко Ю. В. Суточные вариации отношения E_z / H , наблюдаемые в Ловозеро в диапазоне частот 150-200 Гц.....	232
Липатов К. В. Эмпирическая модель вариаций интенсивности инфракрасной атмосферной системы молекулярного кислорода средней атмосферы.....	240
Проблемы преподавания базовых естественно-научных и технических дисциплин высшей школе	
Шевченко Н. И., Меньшикова Т. В. Организации процесса обучения студентов с учетом уровней развития обучаемости.....	247
Адеев С. А. Формирование потребности в физическом совершенствовании у учащейся молодежи как социально-педагогическая проблема.....	251
Веревкин В. И., Вережкина Н. Н. Подготовка школьников и студентов к участию в бизнес-процессах.....	253
Власова С. В. Интерпретационные проблемы квантовой механики в курсах «Общая физика» и «Концепции современного естествознания».....	260
Егорова Г. Н., Кислякова Т. В., Дерканосова А. А. Использование информационных технологий в высшей школе.....	266
Ильязова М. Д. Инварианты компетентности выпускника вуза....	270

Касимова А. Повышение педагогической эффективности обучения с применением информационных технологий.....	276
Кочетов О. С., Гегия С. И., Стареева М. О. методика преподавания экологии в высшей школе с учетом исследований эколого-экономических рисков.....	281
Крукевич Н. П., Куценко С. С. Использование научно-технического потенциала курсантов в учебном процессе курса общей физики технического вуза.....	286
Мадорская Ю. М., Тимофеев А. Н. о проблеме образования в области инженерии программного обеспечения.....	292
Михайлюк А. В. Расчетно-графические задания как элемент активизации самостоятельной работы в вузе.....	298
Шалухо В. А. Совершенствование систем оценки знаний.....	301
Шамрина О. П. гносеологические аспекты символизма П. А. Флоренского и А. Ф. Лосева в свете проблемы естественнонаучного знания.....	307
Химия	
Белова Л. О., Панфилова В. М., Плетнева М. В., Кириллин А. Д. Использование производных диазолов в синтезе осиллил-уретанов.....	315
Мотылева Т.А., Берестова Г.И., Лавринюк Е.Н. Разработка технологических жидкостей для нефтегазовой промышленности на основе формиатов.....	316
Брюханов В. В., Мыслицкая Н. А., Хитрин А. В., Иванов А. М. Диффузия коллоидных наночастиц серебра, и молекул органических красителей в испаряющейся капле жидкости.....	322
Булычев Н. А., Кистерев Э. В., Малюкова Е. Б., Фомин В. Н. Полимерные композиционные материалы как дисперсные системы.....	328
Булычев Н. А., Иони Ю. В., Кистерев Э. В. Получение дисперсных систем с контролируемыми свойствами с помощью ультразвука.....	330
Васёха М. В. Исследование ионного состава кислых сульфитных растворов.....	333
Дабига О. Н. Поликонденсация 1- и 1,3-дигалогенпропан-2-тионов в присутствии металлического натрия.....	335
Долгопятова Н. В., Новиков В. Ю., Коновалова И. Н., Путинцев Н. М. Гидролиз n-ацетилглюкозамина в кислотах различной природы.....	341
Иони Ю. В., Шаляпина А. Я., Ткачев С. В., Краснова Е.С., Э. М. Хохлов, Губин С. П. Синтез и исследование люминисцентных углеродных наночастиц.....	345

Шаляпина А. Я., Иони Ю. В., Хохлов Э. М., Полякова Л. А., Запорожец М. А., Соловьева А. Ю., Губин С. П. Синтез и исследование свойств наночастиц на основе оксида цинка.....	348
Кучина Ю. А., Широнина А. Ю., Коновалова И. Н., Новиков В. Ю., Деркач С. Р. Кинетика ферментативного гидролиза сложных белковых систем.....	351
Маклакова А. А., Деркач С. Р., Воронько Н. Г. Реологические свойства мицеллярных систем цетилтриметиламмония бромида...	357
Самусев И. Г., Мыслицкая Н. А., Хитрин А. В., Брюханов В. В. Диффузионная динамика фотопроцессов при испарении капли жидкости.....	359
Порцель М. Н., Новиков В. Ю., Коновалова И. Н. Хроматографический анализ хондроинсульфатов из гидробионтов.....	365
Маниютин И. О., Зиновьева А. Б., Путинцев Н. М., Путинцев Д. Н. Расчет характеристик поляризации гидразина.....	368
Путинцев Д. Н., Путинцев Н. М. Механизм формирования деформационной диэлектрической проницаемости воды.....	372
Самусев И. Г., Зарезин А. Б., Александров К. Ю. Исследование взаимодействия суперпарамагнитных наночастиц с молекулами родамина бж в полимерной матрице.....	378
Слежкин В. А., Брюханов В. В., Горлов Р. В. Исследование плазмонных процессов в пленках пористого серебра, полученных электрохимическим методом.....	384
Тихомирова Н. С., Брюханов В. В. Диффузионные процессы в пористых средах на границе пористый кремнезем – жидкость.....	390
Хайруллина В. Р., Миннинова Р. Т., Габитов И. Т., Сафарова А. Б., Герчиков А. Я., Ахметханов Р. М., Чукичева И. Ю., Кучин А. В. 4-,6-метилзамещенные производные изоборнилфенола-перспективные стабилизаторы свободно-радикального окисления.....	395
Широнина А. Ю., Кучина Ю. А., Коновалова И. Н., Новиков В. Ю., Деркач С. Р. влияние способа введения ферментного препарата на кинетику гидролиза белоксодержащего сырья.....	401
Экология и защита окружающей среды	
Волкова Е. В., Щербакова И. М. Влияние разведки и добычи углеводородных ресурсов на окружающую среду.....	408
Ekaterina Korshunova, Jasmine Nahrgang Immunochemical detection of cypla in polar cod (<i>boreogadus saida</i>) exposed to crude oil.....	411

Васильева Ж. В., Барашева Ю. М. Использование биофлокулянтов в очистке сточных вод рыбоперерабатывающих производств.....	416
Вишневская О. А., Маслобоев В. А., Мельник Н. А. Оценка влияния городского полигона бытовых и промышленных отходов апатитско-кировского района на наземные и водные экосистемы....	421
Горшков Э. С., Иванов В. В., Лидер Л. Б. О компенсации уровня вредного для организма человека электромагнитного излучения мобильного телефона.....	426
Губкина Т. Г., Маслобоев В. А., Новичкова И. А. Способы получения гидрофобных сорбентов нефти модификацией поверхности вермикулита кремнийорганическими соединениями.....	433
Даувальтер В. А., Кашулин Н. А., Сандимиров С. С. Территориальное распределение тяжелых металлов в поверхностных донных отложениях озер северо-запада мурманской области.....	439
Зайцева М. В. Очистка и доочистка высококонцентрированных нефтесодержащих сточных вод.....	445
Иванёха Е. В., Митрофанова М. М., Лукина Т. М. Минерализация воды в подземных источниках северного подмосковья.....	449
Митрошина М. В., Иванёха Е. В. Токсичные металлы в эпифитных лишайниках северного подмосковья.....	455
Ищенко Н. С. Триада «экологическая политика, экологическая экспертиза, мониторинг»- гарантия устойчивого развития государства.....	461
Голубев Б. В., Шутов А. В., Кобылянский И. Г. утечки холодильных агентов и опасных сбросов из шкафов-витрин холодильных установок и рефрижераторных судов в окружающую среду и их влияние на экологическую безопасность.....	467
Кочетов О. С., Гегия С. И., Стареева М. О. Экологическая безопасность промышленных предприятий.....	474
Крымская М. М. мониторинг подземных вод в зоне влияния хибинского горно-химического комплекса Мурманской области...	480
Манилюк Т. А., Черепанова Т. В. Экологическое состояние рек забайкальского края (на примере р. Чита).....	486
Прус М. Ю., Ищенко Н. С. концепция экологической безопасности и обеспечение контроля за соблюдением природоохранного законодательства Беларуси.....	490
Рединин Ю. И., Федорова О. А. Анализ методик конструктивного расчета барботажных абсорберов с колпачковыми тарелками.....	497

Биоресурсы, устойчивость и развитие экосистем субарктики	
Шошина Е. В., Анохина В. С., Кравец П. П. Биологическое Освоение В Аквакультуре Морских Ресурсов Гидросферы.....	504
Анохина В. С., Шошина Е. В. О формировании инновационного центра аквакультуры на европейском севере России.....	510
Анохина В. С. Перспективы аквакультуры в российской зоне архипелага Шпицберген.....	513
Данилова Т. М., Анохина В. С. Современное состояние и проблемы правового регулирования аквакультуры в России.....	515
Кравец П. П., Семенова А. П. Морфологические исследования поселений двустворчатых моллюсков <i>mya arenaria</i> и <i>mytilus edulis</i> Кольского залива.....	520
Малавенда С. С. Сезонная динамика возрастной структуры и показателей обилия бурых водорослей <i>fucus vesiculosus</i> и <i>f. distichus</i> Кольского залива Баренцева моря.....	526
Приймак Е. В. Особенности зимующих почек рдеста альпийского в окрестностях г. Мурманска.....	532
Тюкина О. С. Исследование фитопланктонного сообщества в прибрежном районе Кольского залива Баренцева моря.....	536
Березина И. А., Калинин А. М., Кавцевич Н. Н. Различение настоящими тюленями геометрических фигур.....	541
Жиров В. К., Гонтарь О. Б. Полярно-альпийский ботанический сад-институт, как реабилитационно-образовательный центр: история и перспективы.....	548
Экология и рациональное природопользование	
Храпова Т. А., Перетрухина А. Т., Пахомова Н. А. Характеристика загрязнения химическими веществами акватории кольского залива (южное колено), по данным исследования 2007 — 2010 гг.....	557
Вишневская Т. И., Гурулева О. Н., Аминина Н. М., Репникова А. Р., Ковкековдова Л. Т. Санитарно-гигиеническая оценка сахарины японской из залива Анива (о. Сахалин, Охотское море).....	563
Гасанов Р. Б. Влияние низких температур на феноритмы высших растений нескольких жизненных форм в г. Мурманске...	567
Гасанов Р. Б. Феноритмы высших растений лесных экосистем при низких температурах в течение вегетационного периода.....	572
Горбунова С. И. Возможность прорастания семян синюхи голубой (<i>polemonium caeruleum l.</i>) в почве Мурманска.....	579
Горбунова С. И. Виды рябины, которые могут расти в условиях Мурманска.....	581

Горбунова С. И. Сибирка алтайская, или вылощенная — <i>sibiraea altaiensis</i> (Laxm.) C.K. Schneid. (<i>sibiraea laevigata</i> (L.) Maxim.) – растение для озеленения Мурманска.....	588
Гурулева О. Н., Вишневская Т. И., Аминина Н. М., Кикучи Д. П. Токсикологическая характеристика бурой водоросли <i>saccharina japonica</i> приморского края и рекомендации по ее детоксикации.....	590
Дроздова Е. И. Оценка степени негативного воздействия на окружающую среду предприятий различных видов экономической деятельности (на примере Мурманской области).....	595
Журавлёва Н. Г., Ларина Т. М. Краткая характеристика сведений о критических периодах у эврионов и личинок рыб.....	597
Kozyrenko E. A. Mucous cells in the epidermis of atlantic cod, <i>gadus morhua</i> L.....	602
Куприянова Е. А. Эколого-правовые аспекты присутствия России в арктическом регионе.....	608
Ларина Т. М., Журавлёва Н. Г. Некоторые практические рекомендации для выращивания молоди трески.....	614
Лемзакова А. С. Применение метода пробных кормовых площадок в изучении зимней кормовой базы косули в основных типах низкогорных лесов западного Кавказа.....	616
Макарова А. А. Сравнительный анализ некоторых статистических показателей водопользования северного экономического района.....	620
Маслобоев В. А., Мазухина С. И., Максимова В. В. Физико-химическое моделирование взаимодействия «нефть - морская вода» (на примере кандалакшского залива Белого моря).....	626
Минченко Е. Е., Пахомова Н. А. Влияние нефтепродуктов на рост и развитие инфузорий сенного настоя.....	632
Минченко Е. Е., Пахомова Н. А. Биотестирование водных экстрактов тяжелых нефтепродуктов с помощью инфузории <i>oxytricha</i> sp.....	638
Пахомова Н. А., Минченко Е. Е. Фоновые индикаторные виды микроорганизмов сенного настоя.....	642
Салмова Н. А., Журавлева Н. Г. Продукция аквакультуры как источник пищевого белка.....	647
Салмова Н. А., Журавлева Н. Г. Строение печени молоди трески (<i>gadus morhua</i> L.).....	651
Салмова Н. А., Журавлева Н. Г. Гистологическое строение поджелудочной железы молоди трески (<i>gadus morhua</i> L.).....	657

Микробиология

Перетрухина И. В., Узбекова О. Р. Определение пригодности мидий <i>mytilus edulis linne</i> , обитающих на литорали кольского залива в пищу на основе санитарно-микробиологического анализа...	665
Богданова О. Ю., Макаревич Е. В., Новикова А. Н., Моисеева Р. И. Исследование биоразнообразия сточных вод.....	671
Быкова А. В. Сезонная динамика развития гонад и оценка плодовитости голотурии <i>cicumaria frondosa</i> Баренцева моря.....	676
Гераськин В. С. Санитарно-микробиологическая оценка состояния почв г. Мурманска.....	680
Лабинцева Е. В., Мишинева З. Р. Анализ маляриологической ситуации на территории мурманской области за период с 2001 по 2010 гг.....	683
Литвинова М. Ю. К вопросу изучения углеводородокисляющей активности гетеротрофных бактерий в воде Кольского залива в осенне-зимний период.....	686
Литвинова М. Ю. К вопросу об актуальности изучения количественной оценки гетеротрофных бактерий в воде Кольского залива.....	693
Луценко Е. С. Анализ видового состава цианобактерий Кольского залива.....	698
Макаревич Е. В., Богданова О. Ю., Новикова А. Н., Барышникова Н. В. Исследование гетеротрофного бактериобентоса и его основных морфофизиологических групп.....	704
Осауленко В. Е., Николаев А. В. Арктика: надежды и проблемы.....	708
Новикова А. Н., Макаревич Е. В., Богданова О. Ю., Павлова М. А. Исследование гетеротрофного бактериопланктона и его основных морфофизиологических групп.....	715
Перетрухина А. Т., Богданова О. Ю., Макаревич Е. В. К вопросу совершенствования методологии микробиологического мониторинга водных экосистем.....	721
Гераськин В. С., Перетрухина А. Т. Количественный состав микробиоты почв по сезонам года г. Мурманска.....	727
Перетрухина А. Т., Луценко Е. С., Блинова Е. И. Химический и микробиологический мониторинг озерных экосистем г. Мурманска.....	730
Перетрухина А. Т., Блинова Е. И. Исследование взаимосвязи микроорганизмов воды и рыбы.....	735

микроорганизмов к антибиотикам и пути решения проблемы антибиотикорезистентности.....

Биохимия и медицина

Хайруллина В.Р., Таипов А.И., Хома В.К., Валитов А.Г., Герчиков А.Я., Зарудий Ф.С. виртуальный скрининг эффективных ингибиторов 5-липooksигеназы.....	749
Дубинина Е. В., Хайруллина В. Р., Герчиков А.Я., Зарудий Ф. С. Выявление структурных признаков лекарственных препаратов для лечения протоковой инвазивной карциномы молочной железы серии tscf-7.....	754
Ткаченко М. Л., ¹Жнякина Л. Е., ¹Маркова А. Н., Мощенский Эвтектические дисперсии лекарственных веществ как основа для создания эффективных медикаментов.....	759
Михнюк О. В., Тимофеева В. М. Экспертиза мёда.....	763
Тимакова Л. И., Овчинникова С. И. Анализ макроэргических соединений в мышечной ткани промысловых рыб.....	765
Овчинникова С. И., Панова Н. А. Биохимические исследования мышечной ткани мойвы.....	766
Овчинникова С. И., Панова Н. А. Биохимические исследования тканей пикши при низкотемпературном хранении.....	769
Игумнов Р. О., Овчинникова С. И. Биохимические исследования.....	770
Ключко Е. В. Здоровье и здоровый образ жизни.....	773
Кривенко О. Г. Панкреатит. Причины, клинические проявления, принципы лечения, профилактика.....	777
Мишанина Л. А. Биохимический состав молоди атлантического лосося.....	781
Рысакова К. С. Изучение возможности получения гиалуроновой кислоты из объектов переработки массового лова промысловых рыб Баренцева моря.....	783 785
тов фотосинтетического аппарата в разновозрастной хвое сосны и ели...	790
Широкая Т. А., Овчинникова С. И., Панова Н. А. Гидрохимические исследования Кольского залива.....	796
Шкуратов П. П., Овчинникова С. И. Арктический криль – перспективный продукт.....	800
Шкуратов П. П., Мухин В. А. Влияние способа получения крилевой муки на ее биохимический состав.....	801

**Техника и технологии переработки гидробионтов и
сельско-хозяйственного сырья**

Щербакова Н. С., Кадникова И. А. Исследование влияния деминерализации дальневосточной анфельции на безопасность сырья.....	804
Аллойров К. Б. Разработка схемы автоматизации процесса дымогенерации с ик-энергоподводом.....	807
Аллойров К. Б., Власов А. Б., Шокина Ю. В. Оценка тепловых потоков ик-дымогенератора методом количественной термографии с целью повышения его энергоэффективности.....	813
Аллойров К. Б., Шокина Ю. В. Исследование тепло- и влагопереноса в слое топлива различной удельной поверхности.....	820
Барышников А. В., Ершов А. М. Способ электрофизического измерения состава многокомпонентных смесей на примере копильных препаратов и вкусо-ароматических экстрактов.....	831
Шаповалова Л. А., Бурмистрова Е. В. Нормативное обеспечение выпуска продукции из водных биоресурсов.....	836
Волкова А. П., Гроховский В. А. шоколадная паста из ирб полярной тресочки (сайки).....	842
Липин Д. Е., Глазунов Е. А. Исследование работы фрикционного дымогенератора.....	845
Голубев Б. В., Шутов А. В., Кобылянский И. Г. Теоретические и экспериментальные исследования процесса фильтрации моделей рыбы в модернизированной модели рыбоохладителя.....	852
Гроховский В. А., Волченко В. И. Использование критерия «жѳсткость режима посола» в технологии солѳной рыбы.....	856
Гроховский В. А., Пузанова Е. К. К вопросу изготовления кожевенного сырья из шкуры форели.....	858
Ершов М. А., Ершов А. М. Закономерности изменения диффузионных свойств рыбы при обезвоживании в зависимости от режимных параметров сушильного агента, геометрических размеров и начальной влажности рыбы.....	860
Ершов М. А., Похольченко В. А. Технологические испытания модуля вяления универсальной копильно-сушильной установки..	867
Кайченoв А. В., Гроховский В. А., Маслов А. А., Власов А. В. Модернизированный способ стерилизации консервной продукции.....	870
Кайченoв А. В., Гроховский В. А., Маслов А. А., Власов А. В. Исследование наименее прогреваемой области в банке impress....	875
Гроховский В. А., Клименко А. И. Исследования фарша и изолята рыбного белка из сайки с целью изготовления на его основе безхолестеринового майонеза.....	881

Ключко Н. Ю., Доминова И. Н. Повышение пищевой ценности копченой икры путем использования компонентов растительной природы.....	885
Голубев Б. В., Шутов А. В., Кобылянский И. Г. методология исследования утечки холодного воздуха в шкафах-витринах рыбных магазинов и супермаркетов.....	891
Конева Е. Л., Аминина Н. М. Использование продуктов переработки бурых водорослей в качестве пребиотиков.....	898
Корниенко Н. Л., Бредихина О. В., Черкасова Л. Г. Разработка технологии комбинированных продуктов на основе сырья животного происхождения и композиций из водорослей.....	902
Кращенко В. В., Сполохова В. А., Перцева А. Д. Влияние времени эмульгирования на дисперсность эмульсий.....	904
Куранова Л. К. Использование прибора «food checker» для исследования структурно-механических свойств пищевых продуктов. Методические рекомендации.....	908
Туршук Е. Г. Исследование мяса оленины на Кольском полуострове.....	911
Мойсенко С. С., Мейлер Л. Е. Управление процессом развитием профессионализма морских специалистов.....	917
Никонова А. С., Иваней А. А. К вопросу о применении ультразвука при производстве копильного препарата.....	923
Шокина Ю.В., Петров Б.Ф., Богданова О.Ю., Обухова Н.Е., Порцель М. Н. Разработка технологии обогащенной кулинарной рыбной продукции «рыба заливная, в желе, рыбные зельцы» на основе использования ската колючего.....	928
Панчишина Е. М., Кращенко В. В. Обоснование параметров частичного ферментативного гидролиза пищевых отходов лососевых при получении рыбных бульонов.....	933
Похольченко В. А., Ершов М. А. Разработка новых видов продукции в консервном производстве.....	939
Туршук Е. Г., Лобода Е. А. Исследование пищевой ценности печени и сердца одомашненных северных оленей.....	943
Фам Бик Ха, Шпак Н.П., Бредихина О. В. Производство кулинарных изделий из нового сырья.....	945
Федосеева Е. В. Микробиологическая безопасность пресервов из молок лососевых при хранении.....	947
Шамаилова Т.М., Порцель М. Н., Шокина Ю.В., Петров Б.Ф., Райбуллов С. П., Шамаилова З. М. Разработка технологии обогащенной кулинарной рыбной продукции «Рыба, запеченная с гарниром в соусах» на основе использования мяса ската колючего.....	952

Мальшева Е. В., Куранова Л. К., Гроховский В. А. Обогащение продуктов из рыбьего фарша за счёт костной пасты.....	958
Шокина Ю. В., Апарин В. В. Совершенствование технологии охлажденной рыбы с гигиеническим обоснованием сроков годности продукции.....	960
Лебская Т. К., Хоменко Р. В. Характеристика биологически активной пищевой добавки на основе рыбного жира и масла ама-ранта.....	966
Энергетика и транспорт	
Щеглов В. А., Думброван М. И. Внутренняя неуравновешенность двигателей как источник вибраций.....	973
Bayasgalan Zagdkhorol Market mechanisms of mongolian competitive electrical market.....	980
Бабошин А. А., Малышев В. С. Диагностирование поршневых двигателей внутреннего сгорания с использованием метода косвенного индицирования.....	985
Ветлужских С. Ю., Малышев В. С. Алгоритм оценки надежности транспортных средств.....	991
Дубровин Р. Г., Гриценко М. В., Николаев Н. И. Оценка уровня вибрации основных источников приводного механизма нории..	998
Медведева О. Н. Проектирование оптимальной трассы межпоселкового газопровода.....	1004
Мухин Е. А. Метод статистической обработки отказов электрооборудования на объектах морского транспорта.....	1009
Осипова Н. Н. Экспериментальные исследования процесса дросселирования парожидкостной смеси сжиженного углеводородного газа.....	1013
Останин С. Ю. Энергосбережение в электроприводах роторных агрегатов сепарирования, конвейеров и транспортёров рыбопромышленного комплекса.....	1017
Сивухо М. Э. Анализ решения задачи моделирования переходных процессов в линейных электрических цепях.....	1024
Фофанова А. Ю. Перспективы развития морского портового комплекса мурманской области.....	1030
Щеглов В. А., Худяков А. Н. Оценка параметров надежности двигателей с использованием вероятностных законов на основе учета физических моделей отказа узлов и деталей.....	1036
Безопасность мореплавания	
Царев Б. Д., Буев С. А. Проблемные вопросы тепловизионной диагностики при оценке безопасности морского транспорта.....	1044

Анисимов А. Н., Шадрин Ю. А., Анисимов А. А., Бутаков А. А. О коэффициенте проницаемости помещения рефрижераторных грузов.....	1048
Петров С. О. Безопасная эксплуатация судов снабжения, оборудованных системами динамического позиционирования....	1052
Санаев А. И., Санаев Я. М. Геодезические национальные системы государств, для создания морских навигационных карт, подобных проекции меркатора.....	1054
Санаев А. И., Санаев Я. М. Деление Европа и Африка. справедливое аналитическое разделение дна атлантического океана между материком Европа и материком Африка.....	1066
Санаев А. И., Санаев Я. М. Деление дна атлантического океана..	1070
Смирнов А. Ж. К вопросу о корпоративной культуре и ее влиянии на снижение аварийности судоходства.....	1076
Фогилев В. А. Анализ погрешностей астронавигационных обсерваций, присущих методу линий положения.....	1080
Холодов Г. Г. Основные принципы подготовки операторов системы динамического позиционирования судна.....	1083
Попов С. В., Розенштейн М. М. Определение формы сети под действием течения.....	1089
Гудков А. Л., Недоступ А. А., Устич В. И. Разработка учебных планов основных образовательных программ высшего профессионального образования.....	1095
Левченко С. В., Розенштейн М. М. Закон распределения траловых уловов окуня-клевача в море ирмингера.....	1102
Недоступ А. А., Белых А. В. Физическое моделирование процесса выборки урезов донного невода якорным способом.....	1107
Техническая эксплуатация флота	
Холичев С. Н. системы динамического позиционирования судов на примере буровых судов.....	1115
Астраух О. В. Применение присадки пвту-2002 для создания антиэрозионного покрытия.....	1118
Баева Л. С., Пашеева Т. Ю. об оценке уровня надежности сварных соединений корпусных конструкций и влиянии технологии сварки на коррозионную стойкость.....	1120
Ващенко И. П. Влияние химических элементов и их примесей на эффективность работы судовых протекторов.....	1128
Баева Л. С., Григорьева О. П. Использование рациональных сортов топлива.....	1132
Сергеев К. О., Жуков А. С. Анализ надежности главного редуктора ТКГ2-03 сртм типа «Атлантик 333».....	1137

Жуков А. С., Сергеев К. О. Анализ надежности силиконовых демпферов главных двигателей СРТС типа «Альпинист».....	1142
Николаев Н. И., Гриценко М. В., Жильцов А. С Анализ экспериментальных и расчетных исследований вибраций судов с частично погруженными винтами.....	1146
Герасиди В. В., Жук. А. Н. Влияние использование тяжелого топлива в судовых двигателях на износ соплового аппарата газотурбонагнетателя.....	1153
Мосур В. Г. Разработка новой конструкции подшипника качения с целью увеличения КПД судового валопровода.....	1161
Орешкина В. М. Выявление дефектов силовых установок и корпуса судна внешним осмотром.....	1164
Петрова Н. Е. Инспекционный осмотр корпуса судна.....	1166
Автоматика и электрооборудование судов	
Яценко В. В., Маслов А. А., Власова А. Р., Власов А. В., Сволуков А. С., Фатеев В.Я.², Кайченев А. В. Анализ амплитудно-частотных характеристик схемы замещения радиочастотного датчика.....	1170
Маслов А. А., Кайченев А. В., Аминов В. А. Автоматизация контроля и управления процессом копчения.....	1175
Маслов А. А., Висков А. Ю. Особенности оптимизации цифровых регуляторов в системах с электронагревом.....	1181
Власова А. Р., Власов А. В., Кайченев А. В., Яценко В. В. Постановка задачи идентификации динамических свойств объекта с помощью нейронных сетей.....	1187
Власова А. Р., Власов А. В., Маслов А. А., Яценко В. В., Кайченев А. В. Разработка малогабаритной установки для получения копильного препарата.....	1192
Маслов А. А., Власов А. В., Кайченев А. В., Власова А. Р., Яценко В. В. Моделирование теплообмена в стерилизационной камере автоклава на этапах нагрева и собственно стерилизации....	1197
Маслов А. А., Власов А. В., Кайченев А. В., Власова А. Р., Яценко В. В. Методика косвенной оценки параметров модели нагревания стерилизуемой консервной продукции.....	1201
Вотинов М. В., Маслов А. А. Практические аспекты определения оптимальных параметров цифровых пропорционально – интегрально – дифференциальных регуляторов на основе математических методов.....	1207
Вотинов М. В., Маслов А. А. Программное обеспечение pid optimize viewer для моделирования и оптимизации цифровых пропорционально – интегрально – дифференциальных регуляторов.....	1212

Вотинов М. В., Маслов А. А. Систематизация требований, предъявляемых к системам автоматического управления сушильными установками.....	1216
Гузилов В. А., Лебедев Ю. Н., Плющев В. И. Интегрированная система сбора и передачи технологической информации пассажирского судна «Сура».....	1219
Кайченев А. В., Маслов А. А., Власов А. В., Власова А. Р., Яценко В. В. Усовершенствование стерилизационной установки АВК-30.....	1223
Кайченев А. В., Маслов А. А., Висков А. Ю., Власов А. В., Власова А. Р., Яценко В. В., Аминов В. А. Разработка систем автоматического управления на базе технических и программных средств автоматизации «ОВЕН» и их внедрение в учебный процесс и производство.....	1228
Гроховский В. А., Луковкин С. Б. Алгоритм количественной оценки инновационности НИР и ОКР в рыбной промышленности.....	1234
Луковкин С. Б. Методика преподавания нечёткой логики студентам технических специальностей.....	1240
Мухин Е. А. Дистанционная диагностика технического состояния обмотки электрической машины.....	1244
Пономаренко Д. А. Практические аспекты внедрения АСУП.....	1248
Прохоренков А. М., Качала Н. М. Параметрический синтез регуляторов с использованием информационного подхода.....	1253
Прохоренков А. М., Совлуков А. С., Фатеев В. Я. Определение концентрации присадки в мазуте с применением радиоволнового метода измерений.....	1258
Прохоренков А. М., Истратов Р. А. Информационное обеспечение процессов управления в инфраструктурах транспортного узла.....	1262
Шевалдин А. М.; Ветров И. А. Оптимальное проектирование средств отображения информации судовых систем управления.....	1266
Яценко В. В., Маслов А. А., Власова А. Р., Власов А. В., Петров² Б. Ф., Кайченев¹ А. В. Исследование особенностей применения радиоволновых методов для автоматизации процессов получения жидких пищевых сред.....	1270

**Физические процессы шельфовых
нефтегазовых производств и технологий**

Шишко А. Л. Сравнительный анализ транспортировки многокомпонентного газа со штокмановского гмк подводным трубопроводом по нормам онтп и уточненной методике.....	1278
Герасимова О. В. К вопросу соединения берегового и подводного участков магистрального трубопровода.....	1287
Радиолокация, радионавигация и радиосвязь	
Chernouss S. A., Platov Yu. V., Uspensky M. V. Optical signatures of rocket exhaust phenomena by Russian and Scandinavian data.....	1292
Дулькейт И. В., Патронов К. С., Прохоров П. В., Свирский В.М. Современные тенденции развития оборудования глобальной морской системы связи при бедствии.....	1297
Ivanov Yu., Chernouss S., Roldugin, A., and Fedorenko Yu. High power fish-eye lens ma0–08 design and testing.....	1304
Терюшева С.А., Белоглазов Г.С. , Белоглазов С.М., Комовникова Г.Г. Корреляционный анализ производных фенил-1,4-бензохинона – ингибиторов коррозии и наводороживания стали в средах с сrb с использованием пакета Gaussian.....	1312

Пленарное заседание

НАПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ВУЗА

Шиян Н. В. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра экономической теории и национальной экономики, nv-shiyan@mail.ru*)

Abstract. Are considered the basic directions of innovative activity of the teacher on preparation of the future teacher. On the basis of computer technologies are offered the kinds of activity promoting development of informative activity of students.

Современный этап модернизации России, характеризующийся процессом формирования нового российского общества, предполагает переход от индустриального общества к обществу информационному, в котором процессы порождения и распространения знания становятся ключевыми. Этот процесс в сильной степени опирается на радикальные изменения образовательной системы в целом.

Методологической основой модернизации высшего образования могут стать инновационные процессы. К инновациям в образовании в последние годы привлечено внимание учёных-педагогов. Например, только за последние три года по вопросам, связанным с инновациями в образовании защищено 86 диссертаций [2]. В то же время нельзя сказать, что на все вопросы, связанные с педагогическими инновациями, получены исчерпывающие ответы.

Актуальность изучения инновационной деятельности преподавателя вуза, в педагогике в настоящее время не вызывает сомнений, так как к образованию в целом на современном этапе модернизации общества проявляется повышенный интерес всех его структур. В частности, в 2010 году Правительство РФ утвердило Концепцию долгосрочного развития России до 2020 года, в которой основным направлением деятельности Правительства до 2012 года определяется создание понастоящему конкурентной образовательной среды, в частности, внедрение современных инновационных образовательных программ. Поэтому особо важным направлением является изучение и разработка соответствующих им форм инновационной деятельности преподавателя вуза.

Состояние и научное обеспечение глобального инновационного процесса в нашей стране сегодня оставляет желать лучшего. Многие новшества, такие, как стандарты, новая структура школы, профильный компонент общего среднего образования, единый госэкзамен, не являются в методологическом смысле проработанными, отсутствует целостность и системность в процессах освоения и применения заявленных новшеств [2].

Для обоснования всех нововведений в высшем образовании для разработки и внедрения принципов и технологий проектирования введения инноваций в педагогический процесс потребуется масса времени и средств. Остановимся на некоторых понятиях и особенностях педагогической инновационной деятельности преподавателя, как средствах модернизации образования путем внедрения в учебный процесс инновационных образовательных технологий.

Термин «инновация» происходит от латинского «novatio», что означает «обновление» или «изменение», и приставке «in», которая переводится с латинского как «в направление», если переводить дословно «Innovatio» – «в направлении изменений». Таким образом, инновация – это двусторонний процесс: с одной стороны это процесс внедрения нового в существующую реальность, а с другой – это процесс изменения реальности и ее перехода в новое состояние.

В настоящее время не все согласны с необходимостью инноваций в образовании. Одни ученые-педагоги считают, что традиционное обучение прошло проверку временем, и это доказывается тем, что «старая школа» вырастила много самобытных талантливых людей. Другие считают, что «новое – это хорошо забытое старое». Третьи, опасаясь, что новое может уничтожить и все хорошее, что содержит в себе традиционное обучение, предлагают «реставрировать» его, рекомендуя учитывать ошибки, которые проявились в процессе работы.

Все это справедливо, но за последние десятилетия объем знаний по предметам, которые должен усвоить учащийся, многократно возрос, продолжительность же изучения многих дисциплин заметно сократилась. Интенсификация процесса обучения сопровождается и качественными изменениями его характера. Образование становится массовым и непрерывным. Оно должно учитывать интересы и потребности не только общества, но и личности. Актуальным становится процесс активного освоения человеком способов познания. Эти и другие новые качества образования должны отразиться на процессе обучения, трансформировать его так, чтобы обучение студентов воспринималось как процесс приращения не только индивидуального опыта, но и социокультурного.

Для решения проблем инноваций образования, необходимы преобразования в характере обучения, касающиеся его сущности и инструментально значимых свойств: целевой ориентации, способа взаимодействия педагога и студентов, их позиции в ходе обучения. Такой подход связан с творческим поиском и обогащением опыта. Поэтому инновационные изменения процесса обучения в условиях перехода к информационному обществу возможны при условии включения самого преподавателя в процесс проектирования этих изменений.

Вполне очевидно, что невозможно обучение без развития – в виде репродукции знаний, так же как и невозможно обучение только на исследовательской основе, без опоры на базовые знания. Инновационное обучение представляет собой преобразования, способствующие изменениям в образе деятельности, стиле мышления, которые с этими преобразованиями связаны. Инновационное обучение учитывает не только интеллектуальную сторону деятельности учащегося. Оно использует эмоциональные и волевые сферы их деятельности. Лишь они могут создать благоприятные условия для включения студента в учебную деятельность и успешного в ней участия. Но вместе с этим, инновационное обучение учитывает необходимость научения студентов самостоятельному построению плана действий с учетом конкретных операций. Т.о., инновационное обучение, вбирает в себя все положительное от проблемного обучения, выводит его на качественно новый уровень решения образовательных задач, в результате чего знания в системе, формируемые как умения, приобретаются при положительной мотивации с помощью использования эмоционального фона.

Деятельность преподавателя – это в первую очередь чтение лекций и проведение практических и лабораторных занятий. При инновационном обучении следует внести динамику в лекционную деятельность. Современные технологии позволяют оживить лекционный материал демонстрацией работы не только реальных объектов, но и их компьютерных моделей. Например, при изучении устройства и работы двигателя внутреннего сгорания наряду с демонстрацией натурной модели, демонстрирующей работу одного цилиндра с поршнем, необходимо показывать анимацию работы четырех цилиндрического ДВС, есть интересные анимации, которые показывают сборку ДВС.

Несомненно, полезны демонстрации анимации на лекциях при объяснении работы объектов, работу которых невозможно моделировать натурно в условиях аудитории и лаборатории. К таким объектам относятся атомные станции, цепные ядерные реакции, процессы микромира, работа Большого адронного коллайдера и др.

Флеш-анимации – это иллюстрация современных способов обеспечения наглядности, научности и доступности изложения изучаемого материала. Современные цифровые технологии дают возможность преподавателю и студенту создавать собственные видеоролики с иллюстрациями изучаемых законов.

В современных условиях мы отказались от демонстраций на лекциях классических учебных фильмов, и перешли к использованию компьютерных видеороликов научно-популярных фильмов. Среди них важное место для активизации познавательной деятельности принадлежит видеоматериалам по истории науки и техники: история создания

космического Бурана, экраноплана, исследование в области климатологического оружия на примере установки Харп.

Основные направления инновационной деятельности преподавателя должны заключаться в переводе обучения на новый качественный уровень, главным признаком которого является – создание условий для включения студентов в активный, добровольный процесс формирования знаний и обобщенных способов деятельности. В современных условиях творческую активность необходимо возбуждать, вовлекая студентов в различные виды познавательной деятельности – направлять их творчество на изготовление современных устройств, с использованием ресурсов Интернета и компьютерного моделирования. В Интернете размещено много информации о конструкциях самых различных технических устройств. Например, большой интерес у студентов вызывает модель левитрона – это двигатель, ротор которого парит в постоянном магнитном поле, а электрический ток в обмотке ротора создают солнечные батареи, закрепленные на его гранях. Работа и конструкция левитрона изучается с помощью видеоролика, который можно проигрывать на своем компьютере, подключенном к сети Интернет. У некоторых студентов возникает желание ее повторить. Однако подробных объяснений у конструкции нет, и им приходится углубляться в изучение электромагнитных явлений.

Следующее направление инновационной деятельности преподавателя – это организация выполнения эксперимента с помощью виртуальных лабораторных работ. Сегодня существует множество программ для выполнения виртуальных лабораторных работ, что позволяет организовать самостоятельное и безопасное выполнение учащимися лабораторного эксперимента в домашних условиях.

Студенты могут выполнять лабораторные работы, используя бесплатную программу «Начала электроники», установив ее на своем компьютере или в компьютерном классе. Программный пакет Electronics WorkBench позволяет симулировать работу реальных электрических цепей с помощью компьютерных моделей. Для учебных целей может быть использована аналогичная, но бесплатная программа – Qucs.

Виртуальный эксперимент должен дополнять натуральный эксперимент, проведенный в учебной лаборатории, опытами и режимами, которые невозможно реализовать на натурном объекте, исследуемом на лабораторной установке (из-за ограничений последней по мощности, из соображений техники безопасности, недостатка приборов и т.д.).

Для оптимизации самостоятельной деятельности студентов при обработке результатов лабораторного эксперимента необходимо обучить их использованию современных вычислительных пакетов компью-

терной математики, работать с электронными таблицами и строить графики.

Применение инноваций при организации виртуального эксперимента решает ряд педагогических задач:

- обеспечивает активный диалог обучаемого не только с преподавателем, но и с динамической моделью объекта изучения;
- поддерживает созерцательный интерес и возбуждает эмоционально-психическую деятельность субъекта, пробуждая интерес к изучаемому явлению;
- формирует не только активную, но и инициативную позицию студента по отношению к исследуемому явлению.

Все это позволит студенту не просто занимать активную позицию при овладении материалом, предлагаемым стандартом, но и уметь реализовывать свои знания при изучении мира, вступать с ним в диалог, не останавливаясь на найденном решении как на окончательной истине.

Успех инновационного обучения обеспечивается целым рядом факторов:

- изменением характера взаимодействия педагога и студентов;
- изменением вида учебной деятельности: наблюдения, практические действия, исследовательские формы работы преобладают над рассказом преподавателя или сопутствуют ему;
- созданием и поддержанием положительного эмоционального фона;
- обучением навыкам культуры мыслительного процесса: использование методов аналогий, синтеза и анализа, индукции и дедукции, умение систематизировать и классифицировать и т.д.

Задача педагога включить инновационные ресурсы в образовательную среду обучаемого. Как это сделать, каждый педагог определяет исходя из своего творческого опыта и мастерства, из условий и возможностей учебного заведения и учащегося. Вместе с тем, можно использовать и некоторые готовые решения и опыт.

Некоторую часть программных средств для внедрения инноваций в обучение можно найти на Федеральном портале образовательных ресурсов. Однако каждый преподаватель пополняет свою творческую лабораторию, разрабатывая собственные образовательные маршруты и привлекая к проектной деятельности своих студентов, что также является стимулом к использованию инноваций в учебном процессе. Таким образом, современные информационные технологии предоставляют собой богатый набор средств для разработки новых педагогических методов и приемов, организации и структурирования учебной информации, стимулирования и поддержки самостоятельной деятельности обу-

чающихся, а также – совершенствования места и роли преподавателя в учебном процессе.

Модернизация образовательных систем требует существенного профессионального роста преподавателя в процессе освоения новых технологий. Осуществление инновационной деятельности преподавателем вуза – это сложная задача. Сложности заключаются в том, что, начиная освоение инновационных технологий, преподаватель нередко осознает свою неготовность работать по-новому в изменившихся условиях, в первую очередь, из-за того, что ему самому нужно освоить компьютерные технологии, а во-вторых, из-за больших затрат времени на подготовку к занятиям. Много времени уходит на поиск познавательных видеофильмов, видеороликов с физическими задачами, разработку электронных УМК и др.

Тем не менее, происходящие в обществе процессы стимулируют преподавателя к разным видам инновационной деятельности.

Вместе с тем опыт работы доказывает, что передовое всегда сохраняет многое из традиционного и поэтому необходимо уважительное, бережное отношение к традициям, которые являются базой создания и использования нового.

Литература:

1. **Новиков А.М.** Развитие отечественного образования. – М.: Издательство «Эгвес», 2005.
2. **Хуторской А. В.** Современные педагогические инновации на уроке.// Интернет-журнал "Эйдос". - 2007. <http://www.eidos.ru/journal/2007/0705-4.htm>. - Центр дистанционного образования "Эйдос", e-mail: list@eidos.ru.

Круглый стол
"Активизация
КОГНИТИВНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
студента.
Работа на
результат"

АКТИВИЗАЦИЯ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ, РАБОТА ПО УПРАВЛЕНИЮ НА РЕЗУЛЬТАТ – ВАЖНОЕ УСЛОВИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ВУЗОМ ПРОГРАММЫ МОДЕРНИЗАЦИИ

Соловьёва Т. И. (*г. Мурманск, МГТУ, ветеран МГТУ*)

Реализация программы модернизации должна обеспечить развитие России на уровень лидера мирового сообщества. Разработанная в рамках научного руководства и управления обществом она носит системный подход к определению методов и средств ее реализации.

Главное внимание обращается на развитие производства, значительный рост ВВП и на его основе решение всего комплекса социальных задач. При этом особое внимание обращается на подготовку кадров, способных обеспечить достижение поставленной цели.

Проблема кадров представляет сложный комплекс. Это и подготовка специалистов начального, среднего и высшего профессионального образования, и строгий учет их потребности на основе краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного прогнозов социально-экономического развития общества и т. д.

Особая роль здесь принадлежит вузам, так как:

во-первых, высшие учебные заведения являются центрами научных исследований (в США 80 % научных разработок проводится в университетах);

во-вторых, вуз не только должен дать знания, но, главное, подготовить специалиста производства для решения сложных задач руководства и управления обществом;

в-третьих, не должно быть трючных специалистов без необходимых знаний и умений их использования.

Решение этих сложных задач связано с опытом советской школы и инновациями, опытом стран мирового сообщества. И это, в первую очередь, касается активизации когнитивной деятельности студентов, обеспечение работы на результат. Государственные образовательные стандарты должны отвечать требованиям науки, для чего систематически корректироваться (но не через 10 лет – от 2000 до 2010 г.).

Причем в настоящее время они должны в корне пересмотреть методологию, в том числе и гуманитарных дисциплин, которые по ряду причин во многом утратили требования науки.

Так, стандарт по экономике представляет описание западных школ, которые не могут иметь место в России. Вместе с тем там от-

существуют основные категории науки – труд, производство потребления (1). Может, в том числе, поэтому в России нет даже простого воспроизводства. Стандарт по связям с общественностью лишен рассмотрения основ диалектики – отсутствует рассмотрение понятия, категории, метода, закона. Получается, что с водой выплеснулись и младенца. И при этом стандарты 2010 года не содержат содержания, которое планировалось представить в программах курсов. Однако оно появилось только в конце марта 2011 года. Получилось как при Екатерине II, которая на затянувшиеся дебаты в комитете, созданном для разработки нового соборного уложения, решила – "будем жить как отцы наши жили" (2). А как жили? С середины прошлого столетия в государственности страны стали возникать и активизировались черты авторитаризма.

В 1964 году был упразднен Госплан. В итоге в экономике страны возникла диспропорция между группами промышленности "А" и "Б", между промышленностью и сельским хозяйством.

Озабоченные складывающейся ситуацией в СССР представители мирового коммунистического движения в феврале 1977 года в Париже провели партийную дискуссию. На вопросы, которые касались оценки возникшей ситуации в СССР, в оценке принимаемых постановлений, которые должны быть нацелены на укрепление и развитие социализма, руководитель нашей делегации секретарь Политбюро ЦК КПСС не мог дать вразумительного ответа. А номера газеты "Юманите", где были опубликованы итоги дискуссии, были изъяты из продажи в Москве. Положение в стране продолжало осложняться. Эффективность народного хозяйства практически была сведена к нулю: на рубль капиталовложения была отдача 1,65 руб. Было введено нормированное снабжение населения продуктами питания и предметами первой необходимости. Останавливали работу предприятия, людей отправляли в длительные отпуска без оплаты.

Затем была принята стратегия развития к рынку (капитализму), который в середине XX века почил как общественно экономическая формация. Следования по пути к рынку подтвердили предвидение основоположников марксизма – капитализм был последней эксплуататорской формацией, концом предыстории человечества. Россия оказалась в состоянии катастрофы. Необходимо было срочно принимать меры, чтобы вытащить ее из положения третьестепенной державы. Образовательные стандарты должны были избавляться от коросты догматического марксизма и ориентироваться на изучение науки, и не превращаться в охвостье словоблудия писак, которые без какой-либо аргументации одобряли воцаривший порядок в стране.

Это потребовало и пересмотра курса гуманитарного цикла, отсюда вытекают задачи ученых вуза разработать и обосновать пути реализации программы модернизации, вооружить будущих специалистов научными знаниями.

Важную роль в развитии когнитивной деятельности студентов призвана сыграть организация учебного процесса под эгидой "Работа на результат" (3). Главным механизмом ее реализации служит мониторинг всех составляющих учебного процесса – от лекции до составления билетов для зачетов и экзаменов. Этот метод обсуждался и получил всеобщее одобрение на международной конференции, проходившей в Мурманске в 2007 году.

В реализации требований принципа работы на результат в процесс изучения общественных дисциплин должна делаться ставка на преемственность в изучении дисциплин данного цикла, что обеспечивает целостность гуманитарных знаний. Все гуманитарные дисциплины изучают развитие общества, поэтому они взаимосвязаны и здесь необходимо раскрывать эти связи. Полезным является и элемент обратной связи, элемент диалога.

Большое значение в активизации когнитивной деятельности студентов призван сыграть семинар, где как раз и предстоит студентам рассматривать вопросы в ключе этих взаимосвязей. Есть много методических приемов в повышении активности студентов в ходе практического занятия, в том числе и практика задавать вопросы отвечающему по плану семинара. И вот тут при анализе характера задаваемых вопросов можно судить о когнитивной способности группы (вопросы требуют ответа по принципу "Что? Где? Когда?"). Поэтому преподаватель должен поставить вопрос – "Почему?". Пример. Раскрывая марксистское учение об ОЭФ, студенты назовут все ОЭФ, отметят, что не все они обязательны для каждой страны и т. д. Но вопрос – обоснуйте выводы о том, что переход от одной ОЭФ к другой есть естественно-исторический процесс, поставит их в тупик. Почему? Потому что не воспринята была преемственность изучаемых дисциплин – экономики, философии, истории (хоть в рабочих программах требуется указывать связь читаемого курса с другими).

И вот здесь семинар становится мыслительной лабораторией, устанавливающей эти взаимосвязи. В конце семинара целесообразно дать мини-контрольную, где необходимо ответить на рассмотренный вопрос "Почему?". Анализ результатов работы покажет уровень когнитивной деятельности студентов. Небольшая группа вполне справится с заданием, наиболее значительная покажет попытку ответить на вопрос, а остальные сдадут чистые листы. Этот социологический анализ позволит через индивидуальную работу подтянуть тех, кто

оказался несостоятельным изложить уже рассмотренный материал. Ликвидацию этого призвана решить тематическая консультация, куда приглашаются, в первую очередь, те, кто затрудняются с ответом, а также желающих.

Все, кто принимал участие в обсуждении поставленного вопроса, даже если и в дополнении ответа, не всегда были по адресу, и "чистый лист" специалист получал за участие в работе "зачет". Почему? Потому что участвовали в работе семинара, а не занимались посторонним делом. Ведь и крупные ученые не всегда подтверждали свои выводы. А это повышало активное участие на практическом занятии: возникала заинтересованность в обсуждении проблем, что и делало семинар действительно мыслительной лабораторией.

Постоянно отслеживая соотношение вопросов "Что? Где? Когда?" и "Почему?", можно судить, насколько студенты продвинулись в возможном анализе рассматриваемых проблем. Полезно в мини-контрольные работы включать и вопросы, которые не рассматривались на семинаре. (Они не должны быть сложными поначалу).

Следуя этому принципу, необходимо конкретизировать и содержание вопросов для зачетов и экзаменов. Наш пример: Вопрос – марксистское учение об ОЭФ. Необходимо дополнить – "обоснуйте вывод о том, что переход от одной формации к другой есть естественно-исторический процесс". Данная редакция вопроса как раз нацеливает на использование знаний к анализу явлений и событий общественной жизни. А это главная задача вуза.

В реализации становления дипломника в статус специалиста необходимо принятие определенных мер. Дело в том, что задача вуза не ограничивается выдачей диплома. В прошлом, в советское время выпускник получал направление сроком до трех лет, где проходило его становление как специалиста. И это было направление не на работу. Работу он выбирал сам (свобода личности – свобода выбора). В настоящее время вуз как один из кроек мультфильма "Крокодил Гена" – некий Иван Иванович делает сегодня все наполовину – вручил диплом, а там... Есть реальные предложения относительно решения проблемы становления специалиста. И это должна решать областная дума. В Москве, к примеру, принят закон, в соответствии с которым на предприятии в составе кадров должен быть представлен определенный процент молодых специалистов. Решение трудоустройства молодых специалистов высшего профессионального образования также способствует активизации когнитивной деятельности студентов, служит мотивацией человека в его трудовой деятельности.

Участники заседания круглого стола высказали ряд рекомендаций.

1. Систематически корректировать учебные планы с учетом развития научного знания.
2. Разработать методические рекомендации относительно осуществления преемственности в преподавании общественных наук, в обеспечении единства гуманитарного знания.
3. Обобщить опыт работы по активизации активности студентов на практических занятиях.
4. Не допускать превращения консультаций в сдачу академической задолженности.
5. Систематически отслеживать итоги проведения деятельности управления по результатам, проводя социологические исследования.
6. В целях обеспечения управления по реализации данных рекомендаций создать межкафедральную комиссию при гуманитарном факультете.
7. Данные, полученные комиссией обсуждать на заседаниях кафедр.

Формированию и развитию когнитивной деятельности человека способствует и формирование его самосознания, понимание своего места в обществе.

Литература:

1. **Леус М.А.** О методологических проблемах экономической науки и обосновании ее идеологической функции // Арктика. Общество и экономика. 2009. № 1. С. 56; О статусе политической экономики в вузовском преподавании экономических дисциплин (По материалам расширенного заседания Минобразования России // РЭЖ. № 4. 2003. С. 82.
2. История политических и правовых учений. Учебник для вузов. М.: ИНФРА-М – Кодекс, 1995. С. 343.
3. **Тимо Санталайнен** и др. Управление по результатам. М.: Прогресс, 1988.

АКТИВИЗАЦИЯ КОГНИТИВНОЙ СФЕРЫ СТУДЕНТОВ (ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)

Соловьёва Т. И. (*г. Мурманск, МГТУ, ветеран МГТУ*)

Abstract. In this article attention is mainly paid to different aspects of psychological activity of students. Basic intellectual operations, studies of intellectual activity, features of memory and attention processes in studying activi-

ty are analyzed. Ways of activation of different aspects of students intellect and increase of attention process, memory and creative imagination.

Переход от информативных к активным методам обучения сейчас становится особенно актуальным в свете современных тенденций высшего образования. К ним относятся:

- Диверсификация высшего образования;
- Радикальное обновление учебных программ. Это находит выражение в следующем: постоянной адаптации образовательных программ к современным и будущим потребностям, повышении роли и уровня научных исследований в преподавании и высшем образовании в целом при соответствующей сбалансированности между фундаментальными и целевыми исследованиями и т.д.
- Усиление взаимосвязи высшей школы с миром труда
- Развитие социального диалога и социального партнерства.
- Движение от понятия квалификации к понятию компетенции.

Эта тенденция выражается в том, что усиление когнитивных и информационных начал в современном производстве не покрывается традиционным понятием профессиональной квалификации. Более адекватным становится понятие компетенции. "Все чаще предприятиям нужна не квалификация, которая, с их точки зрения, слишком часто ассоциируется с умением осуществлять те или иные операции материального характера, а компетенция, которая рассматривается как своего рода "коктейль" навыков, свойственных каждому индивиду, в котором сочетается квалификация в строгом смысле этого слова и социальное поведение, способность работать в группе, инициативность и любовь к риску(из "Доклада международной комиссии по образованию, представленный для ЮНЕСКО "Образование: сокрытое сокровище", ЮНЕСКО, 1997)

- Выдвижение качества высшего образования на роль "общего знаменателя" реформ высшего образования(1).

Переход от информативных к активным методам обучения включает элементы проблемности, научного поиска, широкое использование резервов самостоятельной работы учащихся. Он подразумевает отказ от жестко регламентированных, контролирующих, алгоритмизированных способов организации учебно-воспитательного процесса в пользу развивающих, стимулирующих творчество личности(3).

Растут требования к личности и профессионализму выпускника ВУЗа. Вот что, например, должен уметь студент, претендующий на звание бакалавра:

1. Демонстрировать знание и понимание по тем дисциплинам, которые продолжают и дополняют их общее среднее образование и включают некоторые аспекты, которые будут основой той области знания, которую они изучили;

2. Применять свои знания и понимание таким образом, чтобы демонстрировать профессиональный подход к работе и приобретенные компетенции, обычно выделяемые посредством нахождения и поддержки аргументов, а также решения проблем в пределах области, которую они изучали;

3. Сбирать и интерпретировать данные(преимущественно в пределах области, которую изучали), а также высказывать суждения по различным социальным, научным и этическим проблемам;

4. Преподносить информацию, идеи, проблемы и решения в форме, доступной как специалистам, так и неспециалистам;

5. Уметь продолжить обучение(2).

Все сказанное выше предъявляет повышенные требования ко всей познавательной сфере студента и особенно к его интеллекту, включая и, так называемый, социальный интеллект. Последний понимается как способность человека решать задачи в социальных ситуациях, уметь ориентироваться в условиях общения, межличностного взаимодействия, адаптироваться к сложным условиям, связанным с работой с людьми и т.д.

Активизация когнитивной сферы, интеллекта является одним из путей развития творческих способностей студентов. На обсуждении ее и сосредоточено внимание в данной работе. Различные мыслительные операции и качества ума по разному нагружаются и развиваются в таких интерактивных формах занятий, как дискуссия, диспут, деловые, ролевые игры, мозговой штурм, решение кроссвордов и т.д.

Вспомним основные мыслительные операции: сравнение, анализ, синтез, обобщение, конкретизация, абстрагирование, классификация, категоризация. Простейшие из них – сравнение, посредством которого происходит установление сходства и различия в изучаемых явлениях, объектах, процессах; категоризация, классификация. Их можно активизировать и развивать на уровне конкретного образного мышления, перекидывая "мостик" к высшему, символическому, абстрактно-логическому мышлению. Здесь велика и роль творческого воображения, которое обязательно нужно активизировать, соединяя с процессом мышления в интерактивных занятиях. Воображение и мысль студента, направленные педагогом в нужном русле с соблюдением психологических закономерностей протекания этих процессов, может привести, по моему мнению, будущих профессионалов к научному творчеству. Это необходимо, но недостаточно для того, чтобы стремление к умственно-

му труду и научному творчеству стало настоятельной потребностью студенческой молодежи. Необходимо также развивать в учебном процессе и качества мышления, такие, как последовательность, сообразительность, быстрота, гибкость, широта, глубина, критичность, инициативность, самостоятельность и др. Активизация мыслительных операций студентов и в целом их познавательной сферы должна лежать на прочном фундаменте знаний по дисциплине с соблюдением принципов дидактики. Просто сообразительные и креативные дети, не "отягощенные" основательным багажом знаний, не способны будут создавать научный продукт, делать научные открытия.

Важно обратить внимание педагогов высшей школы на активизацию лекций. Здесь оптимален диалогический метод обучения, так как он предполагает большую активность студентов на занятиях. Последняя достигается правильной постановкой вопросов и наводящих инструкций.

Эффективны следующие обращения к студентам на лекции: "Сравните", "Сопоставьте", "Обобщите", "Сделайте вывод", "Проанализируйте", "Выделите", "Как это связано?".

Другой путь активизации когнитивной сферы и творческого воображения обучающихся-это снятие барьеров и стереотипов мышления, а также повышение уверенности в себе и самооценки студентов(4).

Известно, что психологические барьеры стоят на пути научного творчества. Последнее предполагает смотреть на события с разных точек зрения, непредвзятое восприятие окружающих вещей и событий. Психологические барьеры искажают, деформируют восприятие мира, мешают увидеть объективные закономерности(4). В психике человека существует система защиты от травмирующих факторов, угрожающих положительной самооценке. Когда она недостаточно эффективна, появляется защитное поведение и барьеры, ограничивающие творчество, в том числе, научное. Защитные механизмы личности хорошо описаны в психологической литературе, являются узловым моментом во многих междисциплинарных исследованиях, и в данной статье мы на них останавливаться не будем. В связи с темой данной работы нам важно заострить внимание на том, как снять эти барьеры у студентов, используя учебные практические занятия в интерактивных формах. На них можно научить студентов простым методам снятия барьеров. К ним относятся, например, использование свободных ассоциаций, а также разработанное мною занятие "Рисуем прошлое, настоящее, будущее". Последнее предполагает безоценочное суждение о результатах рисуночного творчества. Мною разработан также метод безоценочной самопрезентации как вариант тренинга повышения самооценки и уверенности в себе. Обнаружив в процессе безоценочной самопрезентации, что его самооценке ничего не угрожает, переключается с защитного поведения на

эффективное решение учебных задач, на вдумчивое обсуждение проблем, на самопознание и творчество.

Далее остановимся подробно на такой части самооценки, как мнение о своих умственных способностях. Если человек о них плохого мнения, убежден в том, что он мало чего может достичь, то и не старается откопать и развить свой талант. Это убеждение часто подкрепляется поведением и отношением к обучаемым педагогов. Известен "Эффект Розенталя" также широко и подробно описанный в психолого-педагогической литературе. Суть эффекта состоит в том, что когда у педагогов присутствует установка на то, что ученики обладают слабыми умственными способностями, обучаемые в самом деле показывают более низкие результаты обучения по сравнению с тем, когда у педагогов такой установки нет. Плохое мнение о себе и негативная установка педагогов также сдерживает активность когнитивной сферы. А между тем вопрос о природе способностей неоднозначен: в ученом мире продолжается дискуссия по поводу того, что в них врожденно, а что приобретается в процессе образования и воспитания.

Третий путь активизации познавательной сферы-снижение дезорганизации мышления под действием стресс-факторов учебного процесса. Но это тема следующего сообщения.

Литература:

1. Байденко В.И. Болонский процесс: Курс лекций.-М.: Логос,2004.-208с.
2. Шевченко Е.В.(перевод с англ.) Качество образования:Библиографический указатель. Болонский процесс в документах.-М.: Логос,2003
3. Каменская Е.Н. Педагогика.-Ростов-на-Дону: Феникс,2007
4. Грановская Р.М., Крижанская Ю.С. Творчество и преодоление стереотипов.-СПб.,192с.

ЭМОЦИОНАЛЬНАЯ ДЕЗОРГАНИЗАЦИЯ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ И СПОСОБЫ ЕЕ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ

Островская Л. В.(г. Мурманск, МГТУ, кафедра социальной работы и теологии)

Abstract. In this article it is described different stress-factors of educational process, different kinds of stress of studying. Authoress discusses the problem of s tresses reduction through changes of technology of educational process. It is presented methods of relaxation, neutralization of negative minds and irrational attitudes.

Процесс получения образования студентом предполагает активное овладение им компетенциями (способностью применить полученные знания, умения, навыки в практической жизни, при решении теоретических и практических задач). По сути это напряженная умственная деятельность в течение нескольких лет, активизация всех сторон познавательной сферы студентов: восприятия, памяти, мышления, внимания, воображения. Кстати, термин "студент" в переводе на русский язык с латинского означает "усердно работающий, занимающийся".

На этом пути юношу или девушку студенческого возраста подстерегают различные трудности и стрессы, снижающие эффективность учебной деятельности, а часто прямо дезорганизуя интеллект студентов.

В данном сообщении охарактеризована общая ситуация психического развития в студенческом возрасте, стресс- факторы учебного процесса и виды учебных стрессов. Также рассмотрены способы нейтрализации эмоциональной дезорганизации познавательной сферы в процессе переживания учебных стрессов, даны рекомендации по их профилактике.

Время учебы в ВУЗе совпадает со вторым периодом юности или первым периодом зрелости, который отличается сложностью становления личности и множеством жизненных задач, стоящих перед человеком. Кроме того, специалисты в области физиологии и возрастной психологии отмечают, что способность человека к сознательной регуляции своего поведения в 17-19 лет развита не в полной мере. Часты немотивированный риск, неумение предвидеть последствия своих поступков. 19-20- возраст бескорыстных жертв и полной самоотдачи, пора самоанализа и самооенок. Причем последние неустойчивы, так как самооценка осуществляется путем сравнения идеального "Я" с реальным. Но идеальное "Я" еще не выверено и может быть случайным, а реальное "Я" еще всесторонне не оценено самой личностью. Это объективное противоречие в развитии личности молодого человека может вызвать у него внутреннюю неуверенность в себе, внутрличностный источник стресса, который может приводить к внешней агрессивности, развязности, чувству непонятости и ощущению одиночества. Неудачи поиска себя в жизни часто сопровождаются пониженным самоуважением, что создает дополнительные трудности и внутреннее психическое напряжение, тревогу. Это также дезорганизует умственную деятельность в процессе учебы. Юноши с пониженным самоуважением особенно ранимы и чувствительны ко всему, что как-то затрагивает их самооценку. Они болезненнее других реагируют на критику, сильнее переживают ситуацию неуспеха в учебе или обнаруживая в себе какой-

то недостаток. Вследствие этого многим из них свойственна застенчивость, уход в мир мечты, они внутренне одиноки.

Необходимым условием успешной деятельности студента является освоение новых для него особенностей учебы в ВУЗе. К общей напряженности развития в юношеском возрасте добавляется напряженность, т.е. стрессы, обусловленные особенностями педагогического процесса, так называемые, учебные стрессы. Далее остановимся на них подробнее.

Стресс в условиях педагогического процесса в ВУЗе- это напряженное состояние участников этого процесса, возникающее при воздействии эмоционально-отрицательных и экстремальных факторов, связанных с выполняемой учебной деятельностью(1,с.11). К стресс-факторам учебного процесса в ВУЗе можно отнести:

1. Необходимость студентов-первокурсников адаптироваться к новым, по сравнению со школой, условиям образовательного процесса в ВУЗе.

2. Формы организации учебно-воспитательного процесса в ВУЗе. К наиболее стрессогенным формам можно отнести различные виды промежуточного и итогового контроля, экзамены, зачеты, защиты курсовых и дипломных работ.

3. Информационные перегрузки и неравномерность подачи учебной информации.

4. Проблемы общения студентов друг с другом и с преподавателями.

5. Необходимость совмещать работу с учебой в ВУЗе.

6. Проблемы взаимоотношений в родительской и студенческой семье.

7. Субъективные факторы(индивидуальная стрессоустойчивость, особенности личности).

Подвергаясь влиянию стресс-факторов, студенты испытывают различные виды психического стрессового напряжения. Их можно обозначить, пользуясь классификацией Самоукиной Н.В.(5,с.116), как следующие:

- информационный стресс- напряжение, испытываемое в условиях информационных перегрузок;

- эмоциональный стресс- напряжение, испытываемое при реальной или воображаемой угрозе, угрозе самооценке, разрыве отношений и т.д.;

- коммуникативный стресс- напряжение, возникающее в процессе общения, межличностного и межгруппового взаимодействия, в условиях конфликта и барьеров общения со сверстниками, преподавателями, родителями;

- физический стресс- психическое напряжение, обусловленное стресс- факторами физической среды(климат, перепады давления и температуры, полярная ночь, магнитные бури и т.д.). В обзоре мы добавили этот вид в силу его актуальности для студенческой молодежи в условиях Крайнего Севера.

Представим специфику переживаний этих видов стресса в учебном процессе.

Информационный стресс студента- это переживание необходимости переработать большой массив учебной информации в условиях жесткого ограничения во времени, вследствие чего студент не справляется с возникшей перед ним задачей. Особо отметим, что характер подаваемой учебной информации как правило, неравномерно нагружает оба полушария мозга,перегружая одно из них. Трудно не согласиться с тем, что наше обучение со времен школы традиционно является "левополушарным". Преподаватели, злоупотребляя подачей учебной информации в речевой форме, не задумываются о том, что можно разгрузить левое полушарие мозга, добавив наглядности и образности в процесс обучения; ведь правое полушарие мозга, связанное с образным мышлением и невербальным интеллектом, имеет большие резервы в переработке пространственной информации, поиске интуитивных решений. Использование подачи учебной информации в образной,схематичной форме увеличивает обучаемость студентов и, что не менее важно, снижает информационный стресс, обусловленный перегрузкой левого полушария мозга.

Эмоциональный стресс студента возникает при угрозе отчисления, несдаче экзаменов, зачетов, коллоквиумов, непрохождения промежуточного и итогового контроля, а также при страхе публичного выступления на защите курсовых и дипломных работ, при переживаниях чувства унижения, вины, гнева, обиды, тревоги, в случаях проблем в общении с товарищами по учебе и преподавателями.

Коммуникативный стресс студента характеризуется переживанием барьеров в общении, неудач в установлении товарищеских и дружеских отношений со сверстниками. Этот вид стресса усиливается, если на студенческий возраст приходится переживание первой юношеской любви, особенно неразделенной. Большинство студенческой молодежи в нашей стране переживают эту проблему самостоятельно, без психологического сопровождения. Это обстоятельство приводит к тому, что из-за недостатка жизненного опыта и недостатка опыта переживаний такого рода студент воспринимает трудности в любовных отношениях как неудачу, остро переживает это, замыкается в себе, не может преодолеть данный вид стресса конструктивно.

К вышеизложенным стрессам студенческого возраста добавляются жизненные стресс-факторы, которые воздействуют на молодежь во внеучебное время и тоже влияют на эмоциональную дезорганизацию мышления в учебном процессе, потому что студент несет их в ВУЗ в виде впечатлений после неурядиц в личной жизни, конфликтов на бытовой почве и т.д.

Приведенный в данном сообщении анализ учебных стрессов, переживаемых студентами, убеждает в необходимости заниматься профилактикой и снижением эмоциональной дезорганизации мышления и других когнитивных процессов, которая возникает под воздействием стрессов. В процессе разработки проблемы снижения стрессового напряжения студентов автором данной работы были проведены исследования того, как студенты справляются со стрессом. В результате были получены профили активности личности по преодолению стресса. Было выявлено недостаточное владение испытуемыми репертуаром стратегий преодоления, что сделало логичным проведение практических занятий по обучению студентов способам профилактики и борьбы со стрессом. Формы работы стали одним из предметов дискуссии в рамках круглого стола, организованного во время работы Международной научной конференции "Наука и образование-2011", состоявшейся в МГТУ 4-8 апреля 2011 года.

Литература:

1. **Островская Л.В.** Молодежь и общество: перспективы развития – Сборник материалов научно-практической конференции 25 ноября 2009 года, г.Мурманск
2. **Аббков В.А., Перре М.** Адаптация к стрессу. Основы теории, диагностики, терапии – СПб.: Речь, 2004 – с.166
3. **Бодров В.А.** Проблема преодоления стресса. Ч.1.: "Coping stress" и теоретические подходы к его изучению//Психол.журн. 2006. №1.Т.27. С.123-133
4. **Бендас Г.В.** Гендерная психология. – СПб.: Питер, 2008. – с.431
5. **Самоукина Н.В.** Психология профессиональной деятельности. 2-е издание – СПб.: Питер, 2003. – с.224

Технологии дистанционного обучения

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

Хохлова Л. И. (г. Мурманск, МГТУ, каф. ВМ И ЭВМ, *xoxlovaluda@rambler.ru*)

Abstract. Basis of pedagogical process at the higher school is formation of requirement for self-education by means of training of methodology of independent work in the information-educational environment. Therefore use of information technology at training is one of the most modern and perspective systems of preparation of experts.

Математическая образованность современного инженера – это знания, умения и навыки, и обязательно способность применять их при решении реальных производственных задач, возникающих в процессе профессиональной деятельности. Стремительно меняющаяся действительность предъявляет требования по выработке устойчивых навыков самостоятельной работы. Потребность в изменении подходов к повышению качества образования актуально необходима на данном этапе, так как очевидный кризис в образовании требует пересмотра всех технологий, применяемых в процессе обучения. Меняются методики преподавания, роли преподавателя и студента, способы получения и обработки информации, необходимой в учебном процессе. При всех достоинствах имеющихся технологий главным остается поиск способов и методик организации обучения и их использования.

Отсутствие возможности диалога преподавателя и студента как живого процесса классического обучения, начиная со школы, приводит к тому, что создается непреодолимая пропасть между обучающим и обучаемым. Крайне слабая подготовка большинства студентов практически по всем предметам не позволяет обеспечить прогресс ни по одной отдельной дисциплине. Конечно, очное обучение всегда давало и будет давать наилучшие и глубокие знания, но тестовые технологии можно рассматривать как вспомогательный материал, который дает объективную оценку знаний, позволяет увеличивать поток обучающихся и контролировать деятельность преподавателя.

Поэтому сейчас необходима разработка индивидуальных образовательных траекторий для каждого учащегося при постоянном контроле преподавателя с использованием информационных технологий. Преподаватель должен координировать познавательный процесс, постоянно совершенствовать преподаваемые им курсы, повышать творческую активность и квалификацию в соответствии с нововведениями и инно-

ваниями. Использование более гибкой системы обучения должно позволить регулировать время обучения, ускорять или замедлять учебный процесс и не зависеть от остальной группы.

Весь учебный курс дисциплины должен быть 100% отражен в методической литературе (методические указания, электронные учебники, тесты). Перед изучением каждой темы излагаются все необходимые задачи, теоретические вопросы, практические задания и т.д. При этих условиях студент может самостоятельно определять скорость изучения курса. Поэтому часть студентов может самостоятельно изучать курс, пользуясь только рекомендованной литературой или методическими пособиями, тем самым снижая аудиторную нагрузку преподавателя, размытую сейчас на всех студентов. При этом можно использовать возможности Skype для своевременного руководства учебным процессом отдельного студента, используя, в том числе и режим конференции, выделив специальное время для общения. Сдав все обязательные для выполнения задания, студент может прийти к преподавателю для сдачи экзамена по всей дисциплине. То есть четкое планирование построения изучения дисциплины с использованием всех возможностей является важнейшим фактором в повышении качества образования.

Эффективность учебного процесса во многом зависит от правильного сочетания различных форм и методов, как в подаче материала, так и в контроле их усвоения. Педагогическое тестирование как элемент учебного процесса, позволяющий объективно оценить результат обучения, как студенту, так и преподавателю, может очень эффективно использоваться в высшей школе. Конечно, сразу надо поставить вопрос о том, какие тесты, какие формы организации тестирования, способы обработки и определения персональных и статистических результатов тестирования дают более точные данные. Повышение качества банков тестовых заданий также сейчас является актуальной задачей, требующей большой трудоемкости, так как нужно выявить и исключить из теста экстремальные задания, проверить задания на совместимость, провести анализ качества дистракторов (неправильные варианты ответов), равномерность распределения заданий по трудности, соответствие трудности теста уровню подготовленности испытуемых.

Спецификация банка тестовых заданий должна отобразить все содержание от всеобщего до единичного. Содержание каждого фрагмента знания должно определять форму его отображения в тестовой ситуации. Необходимым условием тестирования является мобильность представления преподавателю полученных результатов тестирования для отслеживания динамики процесса обучения. Результаты тестирования должны быть представлены в наиболее простой и наглядной форме. Анализ результатов выполнения тестовых заданий позволяет мгновенно

выявить пробелы в знаниях и умениях отдельных студентов, а также определить типичные ошибки всей группы, чтобы затем провести коррекцию образовательного процесса. Преподаватель должен постоянно видеть полную карту успеваемости студента за весь период его обучения, что позволит ему оперативно работать с поступающей информацией.

Таким образом, учебный процесс в высшей школе подчинен не столько задаче информационного насыщения, сколько формированию продуктивного мышления, развитию интеллектуального потенциала личности, становлению способов логического анализа и всесторонней обработки потребляемой информации. Сегодня основой педагогического процесса в высшей школе является формирование потребности в самообразовании посредством обучения методологии самостоятельной работы в информационно-образовательной среде и при увеличении ее доли в образовательном процессе, поэтому технологии дистанционного обучения являются одной из наиболее современных и перспективных систем подготовки специалистов.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНСТИТУТА ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ МГТУ И ЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

Богданова О. Ю. (*г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, Институт дистанционного обучения, idoddec@mstu.edu.ru*)

Дистанционные технологии обучения представляют собой совокупность технологий получения образования, базирующихся на принципе преимущественно самостоятельного изучения студентом предметов, на основе эффективного использования новейших информационно-коммуникационных технологий, современных достижений в области информационного обмена. Применение дистанционных технологий обучения (ДОТ) имеет ряд привлекательных особенностей, играет все большую роль в модернизации образования.

Целью данной работы явился анализ накопленного за 6 лет опыта существования и работы Института дистанционного обучения МГТУ и подобных структур других вузов, создания и совершенствования банка учебно-методических материалов; предложения по совершенствованию работы преподавателей, задействованных в дистанционных технологиях.

Ключевым звеном учебного процесса с применением ДОТ является преподаватель-консультант, в функции которого входит подготовка учебно-методических материалов (УММ), чтение установочных лекций, проведение консультации, как в электронной, так и в очной форме

в течение всего года, проведение электронных семинаров (форумов), при необходимости рецензирование контрольных заданий и прием зачета или экзамена.

Институт дистанционного обучения МГТУ был образован в мае 2005 года. К настоящему времени институтом накоплен существенный опыт в сфере дистанционных образовательных технологий и создан банк учебно-методических материалов. В январе 2011 года был проведен подсчет дисциплин, обеспеченных, в достаточной мере, учебными материалами. Учитывались те дисциплины, которые обеспечены рабочей программой и методическими указаниями для самостоятельного изучения дисциплины. Указанные материалы являются обязательными при разработке дисциплины для дистанционного образовательного процесса. Также в состав УММ входят дополнительные теоретические материалы, необходимые для улучшения восприятия студентами дисциплины.

К февралю 2011 года в Институте ведется обучение по 13 образовательным программам технического направления и по 6 образовательным программам социально-экономического направления.

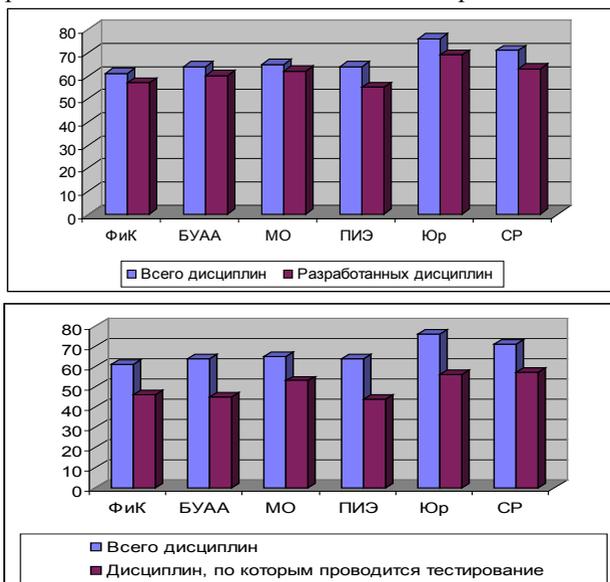


Рис. 1. Обеспеченность дисциплин социально-экономического блока

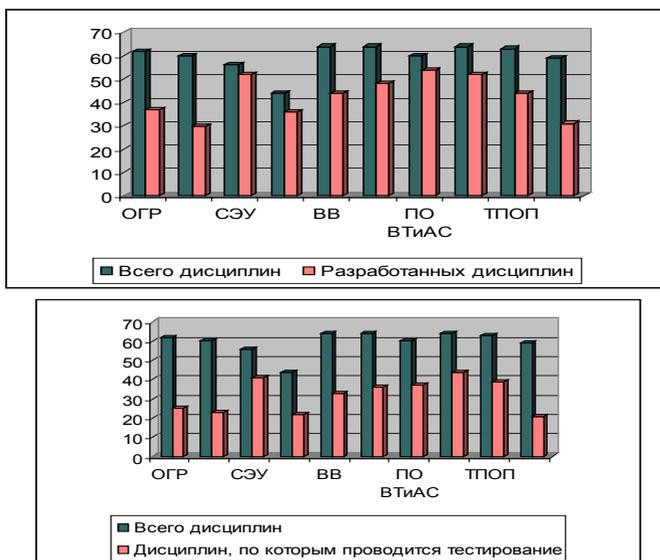


Рис. 2. Обеспеченность дисциплин технического блока

Таким образом, из рис. 1 и 2 видно, что обеспеченность дисциплин социально-экономического блока приближается к 100 %, в то время как обеспеченность технического блока колеблется от 50 до 80 %. Это объясняется большей сложностью дисциплин технических специальностей. Также значительно сложнее составить качественные оценочные тесты по многим техническим и математическим дисциплинам.

Опыт организации дистанционного обучения в университете показал, что качество обучения в первую очередь зависит от уровня подготовки учебно-методических материалов, выдаваемых студенту.

Необходимо отметить, что для осуществления учебного процесса с применением ДОТ необходимо привлечение активных и высококвалифицированных преподавателей, свободно владеющих современными информационными возможностями – Internet, e-mail, технологией проведения форумов, технологией «удаленных аудиторий», модульным подходом к разработке методических материалов, кейс-технологией и пр.

Преподаватель, работающий сегодня в вузе должен обладать ИКТ компетентностью – способностью решать учебные, бытовые, профессиональные задачи с использованием информационных и коммуникационных технологий. ИКТ компетентность проявляется, прежде всего, в деятельности при решении различных задач, которые могут быть решены с привлечением компьютера, средств телекоммуникаций, Internet и др.

В содержании и структуре профессиональной ИКТ компетентности, можно выделить составляющие: общепедагогическую и предметную. Общепедагогическая составляющая – это общие направления использования информационных технологий в процессах обучения и воспитания, предметная составляющая - специфические направления, отражающие особенности учебных предметов (физики, математики, литературы, истории и др.).

Информационная культура – это умение целенаправленно работать с информацией и использовать ее для получения, обработки и передачи компьютерную информационную технологию, современные технические средства и методы. Информационная культура проявляется в конкретных навыках по использованию технических устройств; в способности использовать в своей деятельности компьютерную информационную технологию; в умении извлекать информацию из различных источников; в овладении основами аналитической переработки информации; в умении работать с различной информацией.

Основными направлениями совершенствования информационной культуры преподавателя в настоящее время становится следующее:

- представление учебного материала на компьютере;
- создание электронных учебно-методических комплексов;
- диагностика и рейтинг-оценка;
- электронный портфолио преподавателя.

Преподаватели ИДО МГТУ в целом достаточно удовлетворительно освоили процесс представления материалов в электронном виде. Многие преподаватели четко представляют себе разработку своей дисциплины для ИДО как папку с электронными файлами, в которой имеются:

- рабочая программа
- методические указания для самостоятельного изучения дисциплины;
- тестовый набор с критериями оценки;
- вопросы к экзамену или зачету;
- практическое электронное или очное занятие с описанием требований к его выполнению, лабораторный практикум, виртуальная лабораторная или практическая работа;
- конспект лекций (лучше с презентацией);
- учебное пособие или учебник, электронный учебник с гиперссылками, теоретические источники в электронном виде других авторов.

Диагностика получаемых студентами знаний все чаще проводится с помощью тестирования. Следует признать целесообразность применения практики тестирования обучающихся, которая направляет их на ритмичную организацию изучения материалов дисциплин в течение

всего учебного года, а также позволяет оценить степень усвоения студентами учебных материалов, а учебному заведению - своевременно внести корректировки в организацию учебного процесса. В этой связи необходимо отметить, что в ИДО МГТУ по состоянию на февраль 2011 года имеется 270 дисциплин, оценка знаний по которым проводится с помощью тестирования. Программа тестирования дает существенные возможности для проверки знаний и навыков студентов, при этом является наиболее удобной формой оценки, как для самих студентов, так и для преподавателя. В этой связи при совершенствовании УММ в ИДО нами рекомендуется уменьшить количество традиционных для заочных форм обучения контрольных работ с переходом на тестирование.

Электронный портфолио преподавателя – понятие и явление, получающее сегодня в вузе большое значение и развитие. Назначение портфолио сводится к следующему:

- обобщить и систематизировать дидактические и методические материалы преподавателя;
- предоставить возможности для распространения передового педагогического опыта;
- осуществлять рефлексию деятельности преподавателя;
- организовать продуктивное взаимодействие преподавателя и обучающихся в процессе обучения.

Функции электронного портфолио преподавателя:

- накопительная (сбор дидактических и методических работ преподавателя);
- модельная (является средством формирования модели индивидуального педагогического опыта, так как позволяет каждому преподавателю вырабатывать свою индивидуальную стратегию обучения, свою педагогическую систему).

Программные средства электронного портфолио:

- программа PowerPoint – создание презентаций для лекций и практических заданий;
- программа Word – разработка опорных конспектов, карточек-заданий и др. материалов, включающих тексты;
- программа Excel – разработка тестов и систем рейтинговой оценки знаний;
- инструментальные системы создания сайтов (например, FrontPage, Dream Weaver) – разработка материалов, имеющих гипертекстовую структуру;
- инструментальные средства для создания компьютерных тестов – разработка тестов;

– графические пакеты (например, Photoshop, CorelDraw и др.) – подготовка иллюстративных материалов: обобщающих схем, рисунков.

Структура электронного портфолио преподавателя:

– материалы для проведения занятий (презентации, опорные конспекты и др. материалы);

– материалы для организации самостоятельной работы обучающихся (описания практических и лабораторных работ, карточки-задания, раздаточные материалы, темы рефератов и др. видов работ и т. д.);

– материалы для мониторинга результатов обучения (тесты, контрольные практические задания, средства рейтинговой оценки знаний);

– статьи для журналов, доклады на педагогических совещаниях, материалы выступлений на конференциях;

– материалы, представляющие опыт коллег;

– работы студентов, проводимые под руководством данного педагога;

– рецензии и отзывы на работы коллег и студентов.

В целом необходимо отметить, что электронное портфолио – это комплекс проработанной работы преподавателя, который, безусловно, имеется в настоящее время у каждого преподавателя вуза. Однако для того чтобы комплекс стал портфолио, необходимо систематизировать этот материал и сделать его доступным для студента. Воплощением такого рода образовательных инноваций в МГТУ в настоящее время может стать Институт дистанционного обучения, поскольку имеет для этого технические и профессиональные возможности.

ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

Abstract

This study sets out to give a general overview of some problems of English language e-learning at a technical institute, to provide a few examples of practice. It highlights the role of the teacher in e - learning environment and shows the potential of the Internet for English language teaching.

Одним из направлений модернизации современного технического образования становится гуманизация, предполагающая формирование коммуникативной компетенции. Знание иностранного, как правило, английского языка в настоящее время необходимо в любой, в том числе

и технической области деятельности. В системе дистанционного образования студент (обучаемый), как правило, изучает английский язык, выполняя различные тренировочные, а затем контрольные и тестовые задания, предварительно ознакомившись и изучив определенную информацию. Выполняемые студентом модули позволяют ему поэтапно осваивать требуемый материал, а результативность обучения проверяется тестированием.

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

При всем удобстве этого процесса обучения существуют негативные факторы, влияющие на эффективность обучения. В системе дистанционного обучения английскому языку такими факторами, как правило, являются: недостаточная эргономичность построения конкретного обучающего программного продукта, методического, информационного обеспечения процесса обучения и отсутствие комфортности труда между шагами (модулями) обучения. Неудобное построение учебного материала, завышенные требования к обучаемому, неудобный интерфейс и т.д. могут создавать у студента стрессовые ситуации в процессе обучения, вызывающие нежелание изучать предмет или даже вообще прекратить обучение в системе дистанционного образования. Поэтому форма подачи материала и ее адаптация к обучаемому очень важны для повышения эффективности процесса обучения. Некоторые специалисты предлагают получать информацию о возможной дискомфорности обучаемого в процессе обучения с помощью специальных опросников, встроенных в программно-методическое обеспечение, а также предусмотреть возможности внешнего прерывания обучения в подобных ситуациях. В качестве прерывателей они предлагают использовать всплывающие материалы, имеющие отношение к изучаемой тематике, а также забавные истории или картинки. Существуют различные подходы для оценки внутреннего состояния обу-

чаемого и повышения эффективности процесса обучения за счет создания комфортности деятельности обучаемого.

Одной из проблем обучения английскому языку в техническом вузе является слабая языковая подготовка первокурсников. Результаты ежегодного входного тестирования по иностранному языку у первокурсников показывают, что знания у школьников с каждым годом становятся слабее. Существуют объективные тому причины: формальное изучение предмета, причем зачастую (по опросам учащихся) на работу по всем программным темам не хватает времени. Именно по этой причине школьники редко выбирают ЕГЭ по иностранному языку (ИЯ), а если и выбирают, то средняя оценка по России около трех. Такой практически слабо подготовленный контингент приходит в технический вуз, в котором изучение дисциплины «Иностранный язык» основывается на нормальном знании школьной программы и затем предусматривает хорошее знание вузовской программы. Предполагается, что в вузе продолжается совершенствование лингвистической компетенции, дискурсивной компетенции, прагматического компонента предметной компетенции, а также стратегического и социокультурного компонентов. Для решения этой проблемы используют тесты входного контроля, которые позволяют оценить уровень начальной (довузовской) подготовки студентов перед освоением учебной дисциплины. По результатам входного контроля следует корректировать методику преподавания дисциплины, индивидуализировать работу, базируясь на уровне начальной подготовки студентов, на их реальных возможностях продолжать обучение на вузовском уровне. Для создания индивидуальной образовательной траектории предлагается несколько рекомендаций, соответствующих положениям современной дидактики. При разработке электронных образовательных ресурсов целесообразно предусмотреть градуирование степеней трудности и сложности материала, наличие процедур для облегчения процессов обобщения, наличие обобщающих схем, сопровождение теоретических описаний практическими примерами и гиперссылками на соответствующие ресурсы, описание связи учебного материала с дополнительными дидактическими ресурсами профильного образовательного портала по поддержке самостоятельной познавательной деятельности обучающихся. В методических предписаниях каждого модуля материала целесообразно указывать степень важности изучения именно этого материала для каждой целевой группы, что позволит студентам более обоснованно выбирать собственную траекторию изучения учебного материала. Для активизации самостоятельной работы обучающихся желательно ознакомить студентов с учебными Интернет-ресурсами по изучаемой теме. Для этой цели

преподавателю необходимо осуществить поиск и отбор необходимых Интернет-ресурсов, указать их точные адреса, а также научить студентов работать с выбранными Интернет-ресурсами. К сожалению, в настоящее время достаточно остро встает проблема отбора Интернет-ресурсов, так как на настоящий момент не существует единых критериев, которым должен соответствовать материал, прежде чем он будет размещен в сети Интернет, поэтому требуется критическое отношение к распространяемой информации и ее источникам. Необходимо также постоянно оказывать сопутствующую поддержку студентам в виде консультаций, инструктажа или тренинга.

В системе дистанционного образования, в контексте компетентного подхода, следует также сказать о необходимости большего количества заданий по аудированию и говорению, которым, к сожалению, в настоящее время в большинстве технических вузов уделяется недостаточно внимания. Для самостоятельной работы по иностранному языку желательно создание электронной библиотеки, книги в которой имеют звуковое сопровождение. При самостоятельной работе с иноязычной литературой студент может использовать компьютерные (электронные) словари, что позволяет многократно увеличить скорость поиска незнакомых слов, а также услышать произношение слов как английское, так и американское. Например, словарь АБВУ Lingvo легко устанавливается на ПК и мобильные телефоны, а с помощью тематических словарей АБВУ Lingvo, созданных преподавателем на основе программной лексики, студенты легко могут выучить нужное количество новых слов. Выбор обучающих программ и словарей для самостоятельной работы по иностранному языку определяется уровнем владения иностранным языком, интересами и направлением подготовки студента. Это будет способствовать улучшению подготовки конкурентных и компетентных в профессиональном языковом отношении специалистов, готовых к профессиональной мобильности в условиях глобализованного мира.

Литература:

1. **Балхарет А. А., Падерно П. И.** Оценка процесса дистанционного обучения на основе использования показателя напряженности деятельности. // Материалы XIV международной конференции «Современное образование: содержание, технологии, качество», СПбГЭУ, СПб, 2008.
2. **Девтерова З. Р.** Информатизация обучения и самостоятельная деятельность студентов при обучении иностранному языку в

вузе// Интернет-журнал научных публикаций аспирантов и докторантов-2010. <http://www.jurnal.org/articles/2010/ped43.html>

3. **Кречетников К. Г.** Дистанционное обучение. Достоинства, недостатки, вопросы организации: аналитический обзор / К.Г. Кречетников, Н.Н. Черненко // Интернет-журнал "Эйдос".2001. <http://www.eidos.ru/journal/2001/0320.htm>

4. **Сысоев П. В., Евстигнеев М. Н.** Внедрение новых учебных Интернет-материалов в обучение иностранному языку // Интернет-журнал "Эйдос". - 2008.<http://www.eidos.ru/journal/2008/0201-8.htm>.

5. **Raven J.** Competence in Modern Society: Its Identification, Development and Release. Oxford. Oxford Psychologist Ppress,1984

ПРОБЛЕМА ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ К САМООБРАЗОВАНИЮ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ

Иванова М. А. (*г. Мончегорский филиал МГТУ, кафедра ЕН и ОПД , mfmgtu@rambler.ru*)

The article is considered to the pedagogical conditions and factors providing the effect of forming student's readiness for self-education.
Distance learning, readiness, self-education, independent student's work.

Доказывать в настоящее время экономическую, образовательную, даже политическую значимость организации в стране системы дистанционного обучения уже поздно. Дистанционное обучение стало уже свершившимся фактом не только за рубежом, но и в нашей стране. Дистанционное обучение – новая для нас форма обучения, а не модификация заочной формы. Это самостоятельная система обучения, а не технология (дистанционная технология), как некоторые умные головы у нас в России пытаются ее трактовать, что ведет к весьма плачевным последствиям. Ведь за каждым термином стоят вполне определенные понятия, которые, в свою очередь, оказывают влияние на стратегию реализации, принятие решений. Если это новая, самостоятельная система обучения, компонент системы непрерывного образования, то и относиться к ней необходимо соответственно, изучать ее специфические особенности для эффективной организации в разных типах учебных заведений.

Актуальность темы исследования.

В информатизационном обществе основным источником развития производительных сил выступают технологии генерирования знаний, обработки информации и символической коммуникации, что в значительной степени усиливает потребность и значимость самообразования. Усиление значимости самообразования определяется также тенденцией

становления новой системы образования, согласно которой преподаватель-тьютор выполняет больше функции разработчика обучающих программ, организатора самостоятельной активной познавательной деятельности обучаемого, компетентного консультанта и помощника. Применение информационных технологий в современных формах образования увеличивает долю самообразования, что наиболее ярко проявляется в дистанционном обучении.

Самообразование в дистанционном обучении - процесс гармонизации потребностей и возможностей личности с целью ее оптимальной самореализации. Системообразующим фактором дистанционного обучения является дидактическая подсистема, в основе которой лежит взаимодействие субъектов, разделенных во времени и пространстве: студент осуществляет самообразование, преподаватель-тьютор организует самостоятельную познавательную деятельность студента. При этом отмечает С.Н. Филоненко, основная задача педагога - «вести» студента, направлять его усилия, объяснять сложные вопросы своей дисциплины, руководить процессом самообразования, контролировать и оценивать знания, то есть сопровождать его самостоятельную познавательную деятельность, которая зависит от готовности студента к самообразованию. Готовность помогает обучающемуся быстро и правильно обновлять и пополнять свои знания. Она заключается в сохранении самоконтроля и самооценки действий, перестройки деятельности при появлении препятствий. Готовность приводит к сохранению положительного эмоционального фона, улучшению внимания, памяти, что способствует осуществлению быстрых и рациональных действий. Состояние готовности личности к деятельности следует понимать как сложное образование. Оно имеет динамическую структуру, между компонентами которой существуют функциональные зависимости, в качестве которых можно выделить следующие:

1. Мотивационный – ответственность за выполнение задач, чувство долга.
2. Ориентационный – знаний и представлений об особенностях и условиях деятельности, ее требованиях к личности.
3. Операционный – владение способами и приемами деятельности, необходимыми знаниям, навыками и умениями.
4. Волевой – самоконтроль, самомобилизация;
5. Оценочный – самооценка своей подготовленности и соответствия процесса решения профессиональных задач оптимальным образцам.

Цели исследования:

Выявить, теоретически обосновать и экспериментально проверить комплекс педагогических условий, обеспечивающих эффективность формирования готовности студентов к самообразованию.

Объект исследования:

Самостоятельная деятельность студентов в процессе дистанционного обучения.

Предмет исследования:

Процесс формирования готовности к самостоятельной работе студентов дистанционной формы обучения.

Гипотезой исследования явилось предположение, что формирование готовности студентов к самостоятельной работе будет происходить успешно при реализации следующего комплекса педагогических условий:

- формирование у студентов дистанционной формы обучения устойчивой мотивации к учебе и повышение уровня заинтересованности и самостоятельности в обучении;
- создание организационно-методических условий для формирования у студентов учебно-управленческих, учебно-информационных и коммуникационных умений;
- модульная конструкция содержания учебных дисциплин, учитывающая характер меняющихся потребностей студентов дистанционной формы обучения, их индивидуальный опыт осуществления самостоятельной работы различного характера;
- маневренность управления деятельностью студентов.

Научная новизна исследования состоит в том, что:

- выявлены факторы, влияющие на формирование готовности студентов к самостоятельной работе:
 - побудительные - стремление студентов к самостоятельной работе, самостоятельности познания,
 - процессуальные - неподготовленность большинства студентов и части преподавателей к организации самостоятельной работы,
 - социальные – ориентация на производственную мобильность, развитие необходимых качеств специалиста.
- Определены уровни формирования готовности к самостоятельной работе:
 - первый уровень - дословное и преобразующее воспроизведение информации;
 - второй уровень – самостоятельные работы по образцу и составление тестовых заданий в предложенной программе;

- третий уровень – реконструктивно-самостоятельные работы: преобразование текстовой информации в структурно-логические графы, составление кроссвордов, тестов, преобразование типовых задач;
- четвертый уровень – эвристические самостоятельные работы;
- пятый уровень – творческий (исследовательские) самостоятельные работы.
- Выявлены и экспериментально проверены педагогические условия формирования готовности студентов дистанционной формы обучения к самостоятельной работе
 - учебно-методические комплексы;
 - организация внеаудиторной работы (межсессионные консультации);
 - реализация индивидуального и дифференцированного подходов.
- Определены направления организации самостоятельной работы студентов (СРС):
 - разработка частных алгоритмов решения типовых задач;
 - разработка эвристических предписаний нетипичных задач;
 - разработка обучающих программ, как более высокая степень алгоритмизации;
 - индивидуализация самостоятельных работ;
 - специализация самостоятельной работы с учетом практических задач специальности;
 - разработка систем рефератов по отдельным разделам лекционных курсов;
 - разработка специальных методов обучения;
 - обеспечение специальной и справочной литературой, применение ПЭВМ и т. д.

Такой подход к организации СРС требует четкого управления ею, что предполагает:

- формализацию;
- организацию;
- контроль выполнения;
- определение эффективности.

Успех в организации и управлении СРС невозможен без четкой системы контроля над ней. Наиболее эффективно календарное планирование контроля поэтапного выполнения СРС. Действенным средством управления СРС служат обучающие программы (ОП), включающие элементы теории, алгоритмы решения типовых задач, демонстрационные примеры, тесты.

Практическая значимость исследования заключается в том, что его результаты создают предпосылки для научного обеспечения процесса внедрения современных образовательных, информационных и коммуникационных технологий, и использования организационных условий в практике дистанционного обучения студентов.

Литература:

1. **Алтайцев А. М., Наумов В. В.** Учебно-методический комплекс как модель организации учебных материалов и средств дистанционного обучения. В кн.: Университетское образование: от эффективного преподавания к эффективному учению (Минск, 1-3 марта 2001 г.) / Белорусский государственный университет. Центр проблем развития образования. – Мн., ПроPILEI, 2002. – 288 с., С. 229—241.
2. **Захарова И. В.** Психолого-педагогические особенности профессионального обучения с использованием информационных технологий // Проблемы и перспективы непрерывного профессионального образования: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. / ред. кол. В. В. Шапкин, Н. В. Василенко. – СПб.: ИПК СПО, 2005. – С. 100–105.
3. **Ковалевский И.** Организация самостоятельной работы студента // Высшее образование в России №1, 2000, с.114-115.
4. Национальная доктрина образования// Народное образование.2000, № 2
5. **Позднеев Б. М., Поляков С. Д.** Стандартизация и сертификация как основа обеспечения качества информационно-программных средств учебного назначения/ Открытое образование – М., № 4, 2002.
6. Теория и практика дистанционного обучения)/ Под ред. Е.С. Полат – «Академия», 2004 г.,

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНИКА «ФИЗИКА В ДИАЛОГЕ С КОМПЬЮТЕРОМ «PHYSCOD»

Новожилов В. П., Жданова Л. И., Галлямов С. Р. (г. Ижевск, АНО «Региональный научно-технологический парк «Удмуртия», novozhilov_vr@mail.ru)

The textbook is the interactive hypertext environment of training to the physicist. The program is intended for self-study course on the physics of high school. Designed to verify formula solutions in general terms, to check the correct graphics, to detect errors and determine their nature. It is the textbook can be used for electronic training and for the removed training.

Учебник [1] является интерактивной гипертекстовой средой обучения физике. Разработка относится к классу информационных источников сложной структуры (ИИСС). Способность проверять правильность формул, записанных в общем виде на экране монитора, и выполненных на нём графических построений не имеет аналогов среди существующих программ электронного обучения физике ни в России, ни за рубежом. В учебнике реализован разветвлённый алгоритм программированного обучения [2]. Учебник может быть применён как эффективный инструмент для самостоятельного обучения (в том числе в структурах дистанционного обучения), так и для обучения физике под руководством преподавателя.

Учебный материал включает полную информацию по теоретической и практической части курса физики средней школы и справочную информацию по курсам математики. Материал систематизирован в соответствии с виртуальной структурно-логической схемой курса, являющейся иерархическим деревом. Узлами структурно-логической схемы являются дидактические единицы, а ветвями переходы между узлами по гиперссылкам. Дидактическая единица (узел дерева) А считается подчинённой единице В, а В считается обеспечивающей единицы А, если для усвоения А необходимо знание В.

С каждой дидактической единицей непосредственно связан один информационный модуль (файл). При вызове модуля, содержащаяся в нём информация воспроизводится на экране монитора. При переходе по гиперссылке информация на экране заменяется на ту, которую указывает ссылка. Существуют два типа информационных модулей: пассивный и активный. Содержание пассивного модуля предназначено для чтения информации и не может быть изменено учащимся. К пассивным модулям относятся модули, содержащие формулировки теорем, физических законов и правил, а также их доказательства и обоснования. Содержание активного модуля учащийся может изменять: записывать в нём математические формулы, выполнять графические построения осуществлять иные действия в соответствии с выполняемым заданием. Эти модули обеспечивают интерактивность обучающей программы. Они используются для выдачи затребованного задания и проверки правильности его решения.

В пассивном модуле основной информационный тезис (формулировка определения, физического закона, теоремы и т. п.) набирается крупным шрифтом и размещается в центре экрана, в левом нижнем углу экрана размещается ссылка на обоснование тезиса, текст которого, в подавляющем большинстве случаев размещён отдельно. В правом нижнем углу размещается ссылка на следствия закона или свойства определяемой

величины. Такое размещение позволяет сконцентрировать внимание на главном тезисе и сместить на периферию поля зрения детали.

При открытии активного модуля в центре поля зрения оказывается условие задачи, а ниже него, справа поля для записи значений запрашиваемых величин и выполнения требуемых графических построений. Место ниже условия задачи, посередине, предназначено для записи учащимся ответа в общем виде, а так же решения задачи (ввода описаний переменных, формул, выполнения графических построений), на тот случай, если он пожелает выполнить решение не в тетради, а на экране монитора для контроля программой правильности его действий.

Объяснение решения задачи открывается в отдельном окне после вызова пункта «Объяснение» главного меню.

Каждое задание содержит полное гипертекстовое объяснение, предоставляемое учащемуся по его требованию. Первый экран предъявляемого объяснения содержит компактное решение задачи, рассчитанное на понимание хорошо подготовленным учащимся. Этот экран, как правило, содержит большое число внутри модульных и внешних ссылок. Первые служат для объяснений тех аспектов решения, которые связаны с условиями конкретной задачи. С помощью внешних ссылок осуществляется «подключение» объяснения решения к узлам виртуальной структурно-логической схемы для объяснения общих теоретических положений настолько глубоко, насколько будет востребовано учащимся персонально.

Вид и правила записи формул на экране монитора, соответствует их виду и правилам записи в тетради, поэтому, работа с программой не требует изучения специального языка программирования. Разметка полей записи выполняется по простому принципу: в тех местах, где в тетради что-то записывается, на экране монитора существует поле в форме прямоугольника, проявляющееся при наведении на него курсора в виде пунктирной рамки. Активация записи происходит после щелчка по проявившемуся полю левой кнопкой. Набор текста в поле осуществляется набором на клавиатуре. Кроме того, существует простой режим быстрого копирования уже существующих на экране переменных или функций в активированное поле формулы или аргумента функции.

Проверка правильности решения осуществляется специально разработанным транслятором записанных на экране формул во внутреннее представление для последующей обработки программным образом. Программой анализируются ошибки, обусловленные неправильной работой с размерностью, некорректными математическими операциями, неправильным синтаксисом записи формул. Всего более пятисот видов различных ошибок. Транслятор способен анализировать правильность

формул, записанных в векторном виде. Благодаря последнему, транслятор подключается уже на стадии подготовки задания составителем для проверки непротиворечивости уравнений, определяющих значения величин общим законом. Например, для проверки непротиворечивости формул, определяющих вектора сил или ускорений уравнениям движения. Такой приём практически полностью исключает получения ошибочного решения методистом и предоставление неправильных ответов учащимся.

Для выполнения графических построений разработан простой графический редактор, позволяющий изображать отрезки прямых, вектора, окружности, эллипсы и дуги разнообразными способами, достаточными для простого, быстрого и эффективного выполнения графических построений, предусмотренных программой курса. Правильность построений контролируется путём сравнения значимых свойств графических построений, выполненных учащимся, с теми, что выполнены составителем.

Математическая модель задачи пишется на специально разработанном, внутри программном языке. Это позволяет оперативно, по мере обнаружения, вносить изменения, устраняющие допущенные некорректности или улучшающие качества дидактической единицы или использовать готовую дидактическую единицу как шаблон для создания новой, что позволяет унифицировать работу над наполнением базы дидактических единиц и обеспечивает возможность обновления и обслуживания электронного учебника пользователя.

При программированном обучении решению задач по физике средней и высокой сложности использование известного разветвлённого алгоритма Краудера [2] практически невозможно вследствие того, что разбиение сложной задачи на малые части в целях диагностики усвоения материала приводит к неоправданной навязчивости объяснения решения. С точки зрения подготовленного учащегося, необходимость ответа на элементарный вопрос для получения возможности продолжения изучения проблемы, безусловно, является ничем не оправданной тратой времени.

Вместо выбора ответа, в предлагаемом учебнике учащемуся сообщается простой алгоритм самодиагностики, обеспечивающий относительно быстрое нахождение причины неудачи и её устранение: ему предлагается при работе с гипертекстом неукоснительно придерживаться принципа «Все должно быть абсолютно ясно». Для этого, при изучении обоснования теоретического положения или объяснения решения задачи, учащемуся предлагается выполнять самопроверку понимания ключевых фраз, выделенных в тексте цветом. С каждой такой фразой связано всплывающее пояснение (HINT), а с подавляющим большинством из них связана гиперссылка на дидактическую единицу, являю-

щуюся обеспечивающей для изучаемой проблемы и содержащую подробное объяснение необходимого теоретического раздела.

Текст всплывающего пояснения построен по принципу телеграфного сообщения. Для применения к решению текущей задачи, содержащаяся в тесте информация требует анализа, а иногда и преобразования. Такой анализ или преобразование легко выполняется учащимся, уверенно усвоившим обеспечивающий теоретический раздел, но невыполним для неподготовленного учащегося. В первом случае, всплывающее пояснение играет роль подсказки иницирующей «озарение», а во втором случае оно «инициирует сигнал тревоги», требующий перехода на обеспечивающий узел, адрес которого теперь определён точно и переход осуществляется простым щёлчком левой кнопки.

Различия в «траектории движения по структурно-логической схеме» определяются индивидуальными особенностями памяти и эвристики учащегося. Предлагаемый разветвлённый алгоритм обучающей программы позволяет быстро находить, повторять и восстанавливать забытую информацию и, тем самым, интенсифицировать обучение.

Учебник построен так, что основное обучение происходит при решении физических задач. Вместе с тем, предварительное изучение теоретической части курса является обязательным. При этом благодаря применению гипертекста, теоретические разделы курса удалось сделать краткими и носящими конспективный характер. При самостоятельном изучении курса рекомендуется начинать изучение любого раздела с изучения теории. Глубина изучения материала может быть различной в зависимости от целей обучения. Учащиеся, для которых не требуется глубоких знаний физики, могут ограничиться запоминанием определений и формулировок физических законов и решением простых заданий предусмотренных предъявляемыми требованиями. Учащиеся, готовящие себя к профессиональной исследовательской и инженерной деятельности, имеют возможность глубокого усвоения теории, изучая привидимые в учебнике доказательства и обоснования.

Гипертекстовое объяснение обеспечивает возможность полного понимания любой темы курса при условии, что учащийся имеет высокую степень мотивации обучения. В отсутствие необходимой мотивации применение учебника не эффективно. Поэтому, далее будем считать, что речь идёт о самостоятельном обучении в тех случаях, когда мотивация высока, а обучение под руководством преподавателя, по каким – то причинам, невозможно.

Эффективность самостоятельного обучения решающим образом зависит от правильности целевых установок. Необходимо убедить учащегося освободиться от стереотипов и мифических установок, внедрён-

ных в его сознание в результате опыта предшествующего обучения ориентированного, зачастую, не на обучение предмету, а на удовлетворительную сдачу ЕГЭ.

Учащемуся объясняется, что для успешной работы ему следует обязательно изучить теоретические разделы перед решением задач на соответствующую тему, придерживаясь ранее описанного принципа абсолютной ясности.

Учащемуся объясняется необходимость максимальной настойчивости в самостоятельном поиске решения задачи. Обращение к объяснению решения оправданно только в двух случаях: во-первых, когда работа зашла в тупик и, не смотря на все усилия, не удаётся продвинуться в решении в течение 10 минут, а во-вторых, когда задача успешно решена и следует проверить, не предложен ли составителем более рациональный способ решения.

Обязательным считается воспроизведение решения задачи на бумаге в том случае, если решение не выполнено самостоятельно или составителем предложен более рациональный способ.

Описанная выше методика обучения может быть эффективно применена в условиях острого дефицита аудиторного времени, например, для оказания помощи студентам первого курса в переходе от школьной парадигмы обучения, основанной, к сожалению, на запоминании рецептов, к вузовской, основанной на понимании связей. Поскольку гипертекст обеспечивает заинтересованному студенту возможность полного понимания объяснений при самостоятельной работе, то основное время обучения можно перенести на внеаудиторную работу, оставив за преподавателем, самое большее, только консультационные и контрольные функции. Поскольку конечной целью такой подготовки является сообщение студенту знаний и умений, необходимых для понимания текущих лекций и участия в практических работах, то нет никакой нужды повторно читать весь курс школьной физики, достаточного понять и научиться применять способы рассуждений при обоснованиях физических положений и решениях задач. В качестве наименее затратной по времени и средствам методики может быть предложено применение на начальной стадии чтения курса механики двух комплектов учебников и задачников: основного комплекта, для обучения физике по программе высшей школы, и вспомогательного, для углублённого изучения курса физики средней школы. Преимущества использования, в качестве вспомогательного комплекта, предлагаемого электронного учебника обусловлены рядом причин: во-первых, перспективность изложения теоретической части и применение гипертекста избавляет учащегося от длительных поисков нужной информации, обеспечивая быстрое получение и обработку информации; во-вторых, возможность

решения задач под контролем системы обеспечивает возможность поиска и устранения ошибок без привлечения преподавателя; в-третьих, постоянное чтение всплывающих пояснений и акцентированных текстов в пассивных информационных модулях вырабатывает правильные речевые конструкции, что чрезвычайно важно для развития навыков точных суждений.

Практическая реализация предложенной методики предполагает на первых лекциях и практических занятиях включение в домашнее задание изучение тех разделов учебника, которые являются обеспечивающими понимание материала изучаемой темы или просто одноимённые с ней. Кроме того, по темам, рассматриваемым на первых этапах изучения механики целесообразно увеличить частоту проведения контрольных мероприятий: выполнение контрольных работ, проведение собеседований. Применение предлагаемой методики облегчается ещё и тем, что доступна бесплатная версия программы, в которую включены полностью разделы кинематики, уравнения Ньютона, закон сохранения импульса и вычисление работы. Бесплатную версию учебника и демонстрационные видео клипы студент может или самостоятельно загрузить с сайта <http://www.physcod.net/>, или эта программа, занимающая не более пяти мегабайт оперативной и около ста пятидесяти мегабайт дисковой памяти, может быть установлена в компьютерных классах.

Литература:

1. **В. П. Новожилов, Л. И. Жданова, С. Р. Галлямов**, “Обучающая программа “Физика в диалоге с компьютером PhysCoD””, Вестн. Удмуртск. ун-та. Матем. Мех. Компьют. науки, 2009, № 4, 146–154.
2. **Краудер Н. О** различиях между линейным и разветвлённым программированием // Программированное обучение за рубежом: Сб. статей / Под ред. И.И.Тихонова . М.: Высшая школа, 1968. С.58-67.

Математическое
моделирование,
численные методы
и программные
разработки

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО ТЕЧЕНИЯ ГАЗА В ВОЛОКНАХ МЕМБРАНЫ

Умарова Ж. Р. (*Казахстан, г. Шымкент, Южно-Казахстанский Государственный Университет им.М.Ауезова, zhanat-u@mail.ru*)

The system of the nonlinear differential equations which can be used for modelling propagation of gas components in hollow fibres of a membrane is considered in given article.

В настоящее время мембранная сепарация газовых смесей находит все более широкое применение в современной химической технологии. Это происходит вследствие того, что мембранные процессы позволяют достигать высоких степеней извлечения ценных компонентов при высокой избирательности процесса. В дополнение к этому, мембранные технологии характеризуются экологической чистотой и малой энергоемкостью. Одним из чрезвычайно актуальных направлений можно считать мембранную сепарацию газовых смесей (в частности, биогаза) с целью получения обогащенных необходимыми компонентами газовых продуктов.

Мембранное разделение газовых смесей основано на действии особого рода барьеров, обладающих свойством селективной проницаемости компонентов газовой смеси. Обычно мембрана представляет собой жесткую селективно-проницаемую перегородку, разделяющую массообменный аппарат на две рабочие зоны, в которых поддерживают различные давления, и составы разделяемой смеси. В общем случае понятие мембраны не обязательно связано с существованием такой перегородки и перепадом давления. В широком смысле под мембраной следует понимать открытую неравновесную систему, на границах которой поддерживаются различные составы разделяемой смеси под действием извне полей различной природы (поля температуры и давления, гравитационное и электромагнитное поле, поле центробежных сил). Разделительная способность такой системы формируется комплексом свойств матрицы мембраны и компонентов разделяемой смеси, их взаимодействием между собой. Существенна и степень неравновесности такой системы.

Процесс разделения в мембранном элементе сводится к следующему. Исходная газовая смесь известного состава под давлением поступает в напорный канал, где в результате различной проницаемости компонентов через мембрану происходит изменение состава смеси: уменьшается доля легкопроницающих компонентов, смесь обогащается труднопроницаемыми компонентами и далее удаляется из разделительного элемента [1].

Термодинамические и кинетические представления о процессе проникания через мембраны опираются, прежде всего, на понятия о

формах энергетического взаимодействия проникающих газов с матрицей и о механизме массопереноса [2].

Отправной точкой является сохранение компонентов газа в одномерном случае для канала подачи и permeate канала. В данной статье стандартные температура и давление использовались для определения количества газа. Сохранение каждого компонента рассматривается отдельно. Предположительно, что частичное объемное течение газовой компоненты i меняется вследствие этого внутреннего надмембранного потока, закон сохранения может быть выражен следующими уравнениями:

$$\frac{dF_i}{dl} = -Q_i' \quad (1)$$

$$\frac{dP_i}{dl} = Q_i' \quad (2)$$

где F и P – объемные потоки в канале подачи и канале распространения соответственно. l – это продольная координата мембраны и Q – это внутренний надмембранный поток. Локальное надмембранное течение в полых волокнах газового мембранного разделителя обычно моделируется с использованием решения диффузионного уравнения:

$$Q_i' = Q_i'' s \pi d = \Pi_i (x_i p_F - y_i p_P) s \pi d \quad (3)$$

где s – это общее число пор, d – это диаметр активного слоя, Π – это проницаемость, p – это абсолютное давление и x , y – это объемные координаты в каналах подачи и распространения соответственно. Т.к. предположительно, что газ идеальный, объемные доли равны молярным долям [3].

Магнитная проводимость из серии параметров процесса, таких как температура, давление или изменение соединения с другими газовыми компонентами, может быть включена в представленную модель, если известны требуемые соотношения:

$$\Pi_i = f(T, p_{F_i}, p_P, x_0, x_1, \dots, y_0, y_1, \dots) \quad (4)$$

Уравнения сохранения для компоненты i представленные уравнениями (1) и (2) соединены с уравнениями сохранения других компонентов газа значениями следующих выражений:

$$x_i = \frac{F_i}{\sum_{i=1}^k F_i} \quad (5)$$

$$y_i = \frac{P_i}{\sum_{i=1}^k P_i} \quad (6)$$

В схеме поперечного течения вдоль мембраны нет проникающего течения, а концентрация в канале распространения представлена следующей формулой:

$$y_i = \frac{Q_i}{\sum_{i=1}^k Q_i} \quad (7)$$

Система, которую нужно решить, состоит из $2k$ – нелинейных дифференциальных уравнений, где k – это номер компонентов газа. Система может включать дополнительные уравнения, которые влияют на результат моделирования меняющимися параметрами процесса. К примеру, если со стороны отверстия подача давления высокая, тогда давление менее сгенерированное в ламинарном течении вдоль расстояния Δl , может быть выражено следующим соотношением:

$$\Delta p_F = \frac{\sum_{i=1}^k F_i \eta 128 \Delta l p_{STP} T_F}{s \pi D^4 p_F T_{STP}} \quad (8)$$

где η - это динамическая вязкость газа и D – это внутренний диаметр пор. Показанное выше уравнение (8) представляет закон Хагена – Пуазейля в форме, применимой для систем, которые используют стандартные температуру и давление объемных потоков [5]. Динамическая вязкость η влияет на падение давления, и в результате проницаемость компонент газов также зависит от концентрации компонент газов. Таким образом, данная система уравнений описывает математическую модель течения газа в волокнах мембраны.

Литература:

1. **Хванг С. Т., Каммермеймер К.** Мембранные процессы разделения // М., Химия 1984.
2. **Дытнерский Ю. И., Брыков В. П., Каграманов Г. Г.** Мембранное разделение газов// М., Химия, 1991.
3. **Richard W. Baker.** Membrane Technology and Applications// Wiley, 2004y.
4. **S. Pereira Nunes, K-V Peinemann.** Membrane Technology in the Chemical Industry// Wiley, 2006y.

5. Membrane technology and applications/ second edition, Richard W. Baker, membrane technology, California, p. 545, 2003.

УДК 007.52

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА СОЗДАНИЯ ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Акжигитова М. Г. , Ескендиров Ш. З. (*Казахстан, ЮКГУ им. М.О.Ауезова, meruert_diana@mail.ru*)

The article discusses the mathematical formulation of the task of creating a chemical-manufacturing apparatus and chemical-technological system. The mathematical model created by the technological apparatus, as well as hardware and processing modules of the heterogeneous catalytic reactor.

Интенсификация производства прежде всего обеспечивается созданием соответствующего высокоэффективного технологического оборудования, начиная от отдельных аппаратурно-процессных единиц и кончая химико-технологическими агрегатами, комплексами и системами [1].

Математическая постановка задачи создания как отдельного химико-технологического аппарата (ХТА), так и химико-технологической системы (ХТС) в целом является общей для них и состоит в формулировке задачи многокритериальной оптимизации с

заданным набором целевых функций \vec{W} , определяющих требования проектировщика к создаваемому объекту, и вектором ограничений двух

типов: ограничение типа равенств $\vec{F}(\vec{Z}) = \vec{0}$, соответствующих полной математической модели конструируемого объекта, и ограниче-

ний типа неравенств $\vec{Z}_{\min} \leq \vec{Z} \leq \vec{Z}_{\max}$, соответствующих условиям физической осуществимости объекта и техническому заданию на его конструкцию:

$$\vec{W}(\vec{Z}) = \vec{W}(X, Y, T, K, H, M) \rightarrow \text{extr}, \quad (1)$$

$$\vec{F}(\vec{Z}) = \vec{F}(X, Y, T, K, H, M) = \vec{0}, \quad (2)$$

$$\vec{Z}_{\min} \leq \vec{Z} \leq \vec{Z}_{\max} \quad (3)$$

где $\vec{F} = \vec{F}(f_1, f_2, \dots, f_n)$ - вектор-функция функционального оператора объекта, т.е. система уравнений его математической модели; \vec{Z} - вектор варьируемых переменных, ограниченных сверху и снизу исходя из условий физической, технологической и конструктивной осуществимости технологической системы и технического задания; \vec{T} - вектор оператора технологического воздействия на обрабатываемую среду; \vec{K} - вектор конструктивных параметров объекта; \vec{H} - вектор ограничений на конструкцию; \vec{M} - вектор требований технического задания; \vec{X} - вектор параметров входных потоков, поступающих в технологический аппарат или систему; \vec{X} - вектор параметров выходных потоков - продуктов переработки.

Важнейшей составной частью математической постановки задачи является математическая модель проектируемого объекта $\vec{F}(\vec{Z}) = \vec{0}$. Естественно, структура её для отдельного ХТА будет одна, а для всех ХТС - другая [2].

Структура математической модели для отдельного ХТА: на вход ХТА поступают материально-энергетические потоки, которые

представляются вектором входа $\vec{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ с заданными

физико-химическими свойствами $(a_i^1, a_i^2, \dots, a_i^c), i = \overline{1, n}$

. Выход ХТА характеризуется вектором выходных потоков

$\vec{Y} = (y_1, y_2, \dots, y_m)$ с требуемыми физико-химическими свойствами $(b_j^1, b_j^2, \dots, b_j^c)$, $j = \overline{1, m}$. Вектор \vec{X} входных потоков претерпевает целенаправленные физико-химические превращения в вектор \vec{Y} , которые формализуются в виде оператора технического воздействия \vec{T} . Последний представляет собой совмещение (суперпозицию) простейших операторов различной физико-химической природы (механической \vec{T}_M , тепловой \vec{T}_T , гидродинамической \vec{T}_G , диффузионной \vec{T}_D , фазового превращения \vec{T}_Φ , химического превращения \vec{T}_X и т.п.). Каждый из составляющих операторов \vec{T}_i требует специфических условий их осуществления. Так, механическое воздействие может реализоваться в виде вибрации, измельчения, смещения и т.п.; фазовое превращение в виде испарения, конденсации, растворения, кристаллизации и т.п., тепловое – в виде нагревания и охлаждения; химическое – в виде химической реакции, протекающей в гомогенной (жидкой, газовой) среде, гетерогенной среде (жидкость–газ– твердое), на поверхности катализатора и т.п., диффузионное – в виде молекулярной или турбулентной диффузии и т.п.

Преобразование $\vec{X} \xrightarrow{T} \vec{Y}$ или $\vec{Y} = \vec{T}(\vec{X})$ осуществляется в технологическом аппарате, конструктивные особенности которого характеризуются вектором $\vec{K}i$ оборудования $\vec{K} = (\vec{K}i)$. На функционирование аппарата налагаются ограничения \vec{H} , которые могут носить конструктивный \vec{H}_k и режимный \vec{H}_p характер, а так-

же набор требований \vec{M} и гибкости (\vec{M}_Γ), экологической безопасности (\vec{M}_Δ) и т.п.

Таким образом математическая модель создаваемого технологического аппарата имеет вид:

$$\begin{aligned} \vec{Y} &= \vec{T}(\vec{X}, \vec{K}, (\vec{K}_O, \vec{K}_\theta, \vec{H}(\vec{H}_K, \vec{H}_p), \vec{M})); \\ \vec{T} &= (\vec{T}_M, \vec{T}_T, \vec{T}_\Gamma, \vec{T}_D, \vec{T}_X, \vec{T}_\Phi); \\ \vec{K} &= (\vec{K}_O, \vec{K}_\theta) = (k_1, k_2, \dots, k_a); \quad (4) \\ \vec{H} &= (\vec{H}_K, \vec{H}_p) = (h_1, h_2, \dots, h_\theta); \\ \vec{M} &= (\vec{M}_\Gamma, \vec{M}_\Delta) = (m_1, m_2, \dots, m_c); \end{aligned}$$

Для формирования математической модели ХТС, которая состоит из набора отдельных технологических аппаратов, т.е. представляет собой определенный набор математических моделей типа (4). При этом учитывается охват отдельных аппаратов прямыми и обратными связями.

Математической модели (4) соответствует блок-схема (рисунок 1).

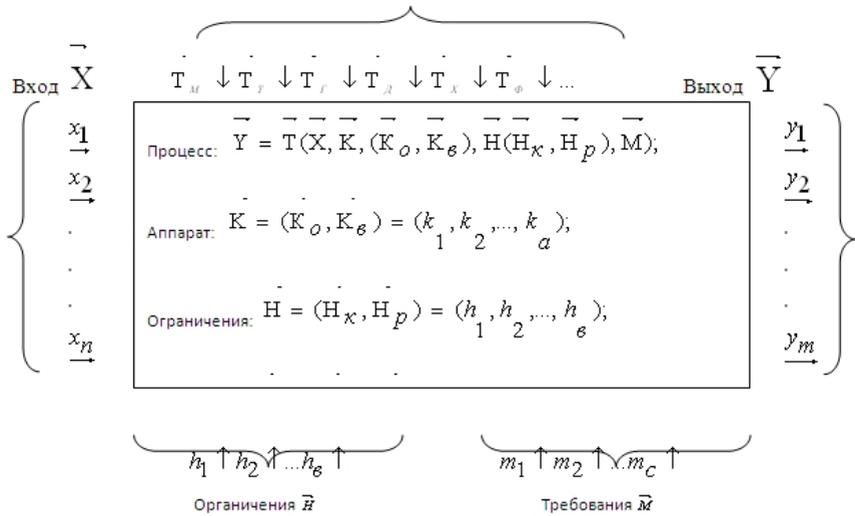


Рис. 1. Блок-схема математической модели (4) аппаратурно-процессного модуля.

В качестве математической модели аппаратурно-процессного модуля, разрабатываемого нами гетерогенно-каталитического реактора окисления фосфина, приведем обобщенную математическую модель, описывающую как стохастические, так и детерминированные свойства полидисперсных физико-химических систем [3]:

$$\begin{aligned}
 & \frac{\partial p(x, y, t)}{\partial t} + \sum_{i=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_i} [V_i(x, t) p(x, y, t)] + \frac{\partial}{\partial \tau} \left[\frac{\partial \tau}{\partial t} p(x, y, t) \right] + \frac{\partial}{\partial l} \left[\frac{\partial l}{\partial \tau} p(x, y, t) \right] + \\
 & + \sum_{k=1}^n \frac{\partial}{\partial c_k} [I_k p(x, y, t)] + \frac{\partial}{\partial T} [p(x, y, t) \sum_{j=1}^n \frac{\Delta H_j}{C_p} I_j] + \frac{\partial}{\partial \rho} \left[\frac{\partial \rho}{\partial t} p(x, y, t) \right] + \\
 & + \frac{\partial}{\partial \mu} \left[\frac{\partial \mu}{\partial t} p(x, y, t) \right] = q[p(x, y, t), t].
 \end{aligned} \tag{5}$$

где: $y = (\tau, l, \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n, T, \rho, \mu)$; $I_k = \frac{dC_k}{dt}$ – скорость химической реакции в дисперсной фазе по k-му ключевому компоненту; n – число ключевых компонентов, реагирующих в дисперсной фазе;

ΔH_j – тепловой эффект j-ой реакции; N-число реакций в дисперсной фазе; C_p – объемная теплоемкость дисперсной фазы.

Выражение $q[p(x, y, t), t]$ определяется механизмом взаимодействия частиц между собой, а также наличием внешних источников и стоков, т.е. характеризует скорость, появления и исчезновения новых частиц в момент времени t частиц с координатами x, y. В качестве внутренних координат приняты такие физико-химические характеристики, как время пребывания частицы в аппарате τ , характерный линейный размер частицы l , концентрация ключевого компонента в частице C_k , температура T , плотность ρ , вязкость μ .

Уравнение баланса свойств ансамбля частиц (5) само по себе носит достаточно универсальный характер. Оно является эффективным средством описания стохастических сторон многих химико-технологических процессов в полидисперсных средах, протекающих в гетерофазных системах.

Литература:

1. **Задорский В. М.** Интенсификация химико-технологических процессов на основе системного подхода. – Киев: Техника, 1989.-210с.
2. **Кардашев Г. А.** Физические методы интенсификации процессов химической технологии. – М.: Химия, 1990.-206с.
3. **Юнусова Д. У.** Моделирование газожидкостных каталитических процессов.-Шымкент.-Изд.ЮКГУ им. М.Ауезова, 2007.-с.122, ISBN 9965-898-70-9.

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ВИЗУАЛИЗАЦИИ К ТЕМЕ «СКАЛЯРНОЕ ПОЛЕ И ЕГО ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ»

Голубев В. О., Кацуба В.С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра «ВМ и ПО ЭВМ», e-mail: golubevvladislav@yandex.ru)

This article is devoted a software product which gives visualizations to the theme the «Scalar field and his basic characteristics».

Введение

Данная статья посвящена описанию программного продукта (далее - ПП), предоставляющего визуализации к теме «Скалярное поле и

его основные характеристики». Представляемый ПП создан в рамках исследовательской работы, целью которой является разработка технологии визуализации учебных объектов и понятий [1].

В ходе изучения процесса создания визуализаций учебного назначения были выявлены общие требования к ПП визуализации учебного назначения:

1. ПП привязан к объекту изучения;
2. ПП предназначен для:
 - 2.1. презентации при изложении материала;
 - 2.2. для исследовательской (экспериментальной) работы пользователя с объектом изучения;

Разработанный ПП визуализации к теме «Скалярное поле и его основные характеристики» состоит из двух частей:

- презентация – анимированная визуализация математического понятия;
- эксперимент – интерактивная параметризованная визуализация математического понятия;

Презентационная часть

В данной части ПП представлена визуализация математического понятия «скалярного поля» в виде презентации, состоящей из следующих логических частей:

1. подход к понятию скалярного поля;
2. определение понятия скалярного поля;
3. основные характеристики скалярного поля: линии уровня, градиенты;
4. динамическое скалярное поле (изменяющееся во времени).

Данная презентация представляет собой составную управляемую анимацию по классификации, приведенной в [2], так как обладает возможностью управления ходом анимации с помощью функциональных кнопок: старт, стоп, продолжить, перемотать вперед, перемотать назад.

Подход к понятию скалярного поля

Физическим примером скалярного поля является поле температур неоднородно нагретой тонкой пластинки (рис. 1а, 1б).

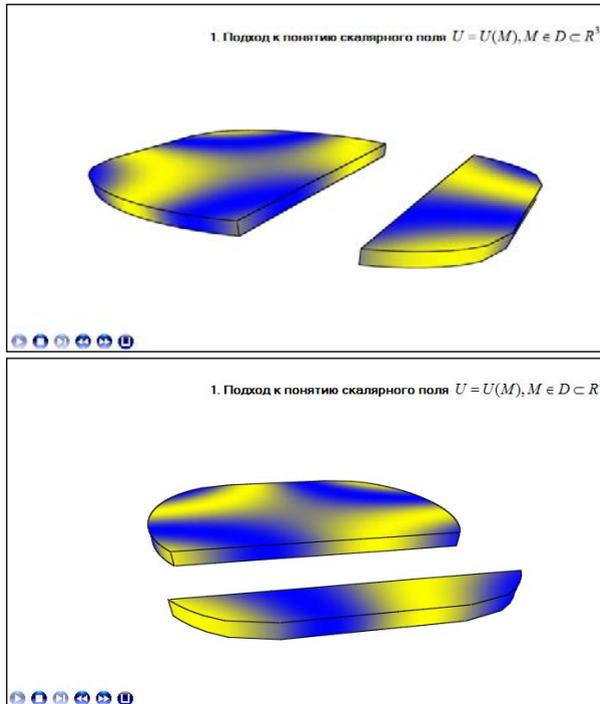


Рис. 1а, 1б. Неравномерно нагретая тонкая пластинка

Определение понятия скалярного поля

При переходе от физического примера к математическому определению необходимо обозначить систему координат (рис. 2). По определению скалярного поля важно показать наличие значения скалярного поля в любой точке области, на которой заданно поле (рис 3а,3б,3в).



Рис. 2. Отображение системы координат

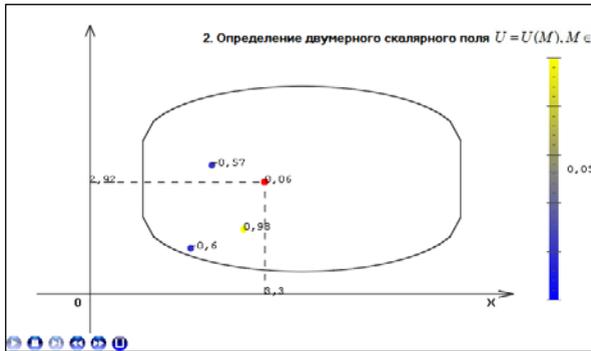


Рис. 3а. Отображение значений поля в некоторых точках области

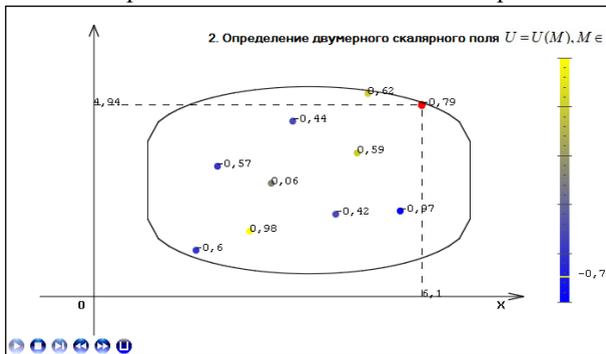


Рис. 3б. Отображение значений поля в некоторых точках области

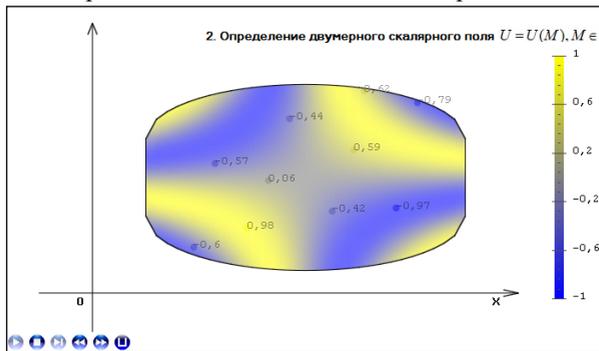


Рис. 3в. Отображение скалярного поля на всей области с использованием цветомодуляции

Основные характеристики скалярного поля

Основными характеристиками скалярного поля являются линии уровня и градиенты скалярного поля (рис 4а,4б).

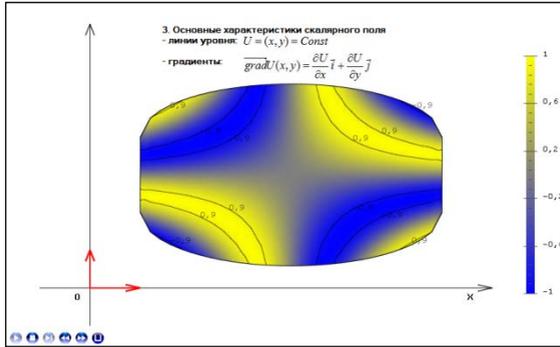


Рис. 4а. Линии уровня скалярного поля

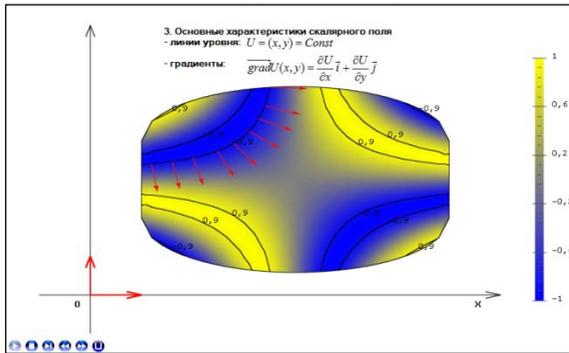


Рис. 4б. Градиенты скалярного поля

Динамическое скалярное поле

Скалярное поле является динамическим, если оно изменяется во времени (рис 5а,5б).

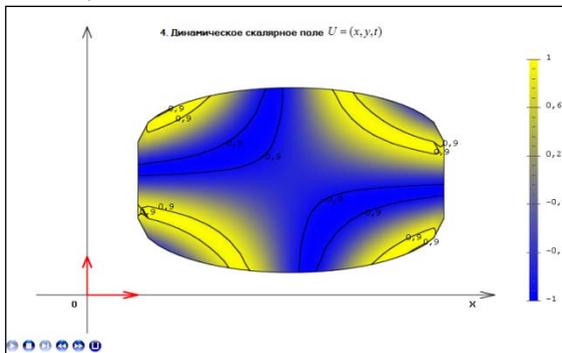


Рис. 5а. Динамическое скалярное поле

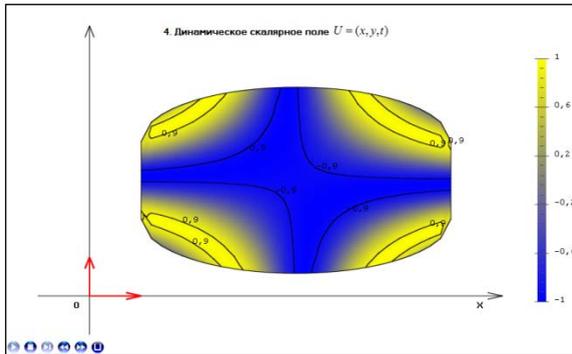


Рис. 56. Динамическое скалярное поле

Экспериментальная часть

Для исследовательской (экспериментальной) работы пользователя в ПП предусмотрена специальная визуализация к понятию скалярного поля, которая является более упрощенной версией презентационной визуализации и в свою очередь состоит из следующих логических частей:

1. определение понятия скалярного поля;
2. основные характеристики скалярного поля: линии уровня, градиенты;
3. динамическое скалярное поле (изменяющееся во времени).

Данная визуализация является интерактивной – пользователь может выделять линии уровня, на что ПП реагирует отображением векторов градиентов вдоль выбранной линии уровня. Визуализация также дает возможность изменения различных параметров визуализации: функция скалярного поля, границы области, количество линий уровня, нормализовывать/не нормализовывать градиенты и др.

Для информативности визуализации отображается дополнительная информация об объекте визуализации: функция скалярного поля и границы области, на которой задано поле.

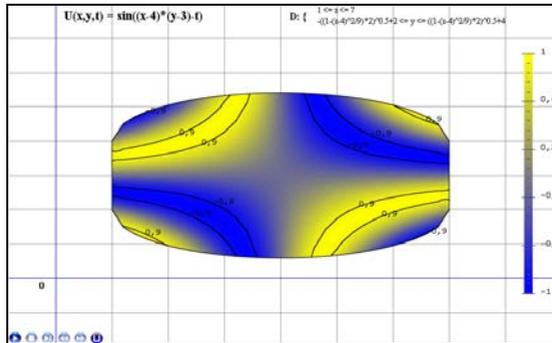


Рис. 6. Экспериментальная часть ПП

Результаты работы

Данный ПП отвечает общим требованиям к ПП визуализации учебного назначения, так как привязан к объекту изучения (понятию скалярного поля), имеет визуализацию в виде презентации, а также дает возможность пользователю проводить самостоятельную исследовательскую работу (изменять параметры визуализации).

Визуализации, используемые в ПП, разработаны на основе технологии визуализации математических объектов и понятий.

Литература:

1. **Возжеников А. П., Голубев В. О.** Технология визуализации математических объектов и понятий //Прикладная информатика №4 (16) 2008. стр. 22-26. - М.: ООО "Маркет ДС Корпорейшн".
2. **Голубев В. О., Кацуба В. С.** Мультимедийная презентация учебной информации: практические аспекты реализации //Прикладная информатика №4 (28) 2010. стр. 63-72. - М.: ООО "Маркет ДС Корпорейшн".

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОВЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОКЕАНА ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНОЙ В-СПЛАЙН АППРОКСИМАЦИИ

Серда А.-В.И. (*МГТУ, кафедра высшей математики и программного обеспечения ЭВМ*)

Гомонов А.Д. (*г. Мурманск, ПИНРО, Лаборатория биоэкономического мониторинга и краткосрочного прогнозирования*)

Abstract. At present, fishing fleets put a considerable amount of efforts in exploring prospective fishing grounds. However, if any information on direc-

tions of currents in the given areas of the ocean is available, one could identify the areas, which are prospective for fisheries, with less expenditures. Regional maps of oceanic currents can be particularly drawn based on appropriate maps of sea-surface level. The paper reviews the method of construction of sea level the latter, where satellite altimetry data are applied, as opposed to existing methods. This allows to perform necessary calculations using data for a shorter-term period and in a broader range of latitudes. Mathematically, the method is based on interpolation of data using the B-spline technique.

Исследование природных динамических процессов часто предполагает математическое моделирование тех или иных пространственно распределенных физических полей, изучение которых позволяет решать важные с точки зрения практических приложений задачи. Для процессов, протекающих в пространственных областях в реальном масштабе времени, теоретическое описание которых отсутствует, математическое моделирование может быть осуществлено лишь на основе аппроксимации известных данных измерений с помощью выбранного класса функций. При этом, как правило, возникает ряд проблем. Во-первых, необходимые (для восстановления пространственных распределений исследуемых характеристик процесса) измерения не могут быть осуществлены одновременно, а накапливаются в течение некоторого промежутка времени. В результате измерения, полученные в начале указанного временного промежутка, могут оказаться неактуальными в конце этого промежутка. Во-вторых, измерения, которыми располагает исследователь, как правило, представлены в пространственных точках, нерегулярно расположенных в исследуемой области. В-третьих, восстановленные по результатам измерений пространственные распределения исследуемых характеристик могут иметь слишком короткий период стабильности, практически мгновенно теряя практическую актуальность. В-четвертых, часто оказывается важным не столько восстановление с заданной точностью пространственного распределения той или иной характеристики исследуемого динамического процесса, сколько пространственные тенденции изменения этой характеристики в заданной области. При этом существенным оказывается определение требуемого пространственного масштаба изменчивости.

Подобного рода задачи могут возникать, например, в океанологии, метеорологии и т.п. В данной работе решается задача восстановления уровня поверхности океана, отличающейся, как известно, временной изменчивостью, на основе накапливающихся во времени в заданной акватории данных спутниковых наблюдений. Несмотря на имеющиеся исследования, проводившиеся в этой связи в океанологии, эта задача со-

храняет свою актуальность. Кроме этого она имеет достаточно важное практическое значение, поскольку знание уровня поверхности океана позволяет, например, выработать более обоснованные прогнозы рыбопромысловой обстановки[3].

Следует отметить, что на данный момент времени реализовано несколько математических моделей и программ, позволяющих строить поля аномалий уровня поверхности океана. Однако во всех них заложен слишком большой период осреднения спутниковых данных (минимум 10 суток), что является абсолютно неприемлемым для определения быстро изменяющихся гидродинамических структур в океане. Кроме того, существующие модели работают, как правило, в диапазоне широт $\pm 72^\circ$, что тоже, в свою очередь является существенным их недостатком.

Выше изложенные факты говорят о том, что разработка математической модели, для построения карт уровня поверхности Мирового океана по вдольтрековым спутниковым данным за более короткие периоды (менее 10 суток) в диапазоне широт $\pm 81,5^\circ$, а также разработка методики, алгоритма и программной реализации являются весьма актуальными.

Предмет исследования является уровень поверхности Мирового океана.

Методы исследования: математическое моделирование, численные методы решения задач оптимизации с применением ЭВМ, теория аппроксимации функций, вычислительный эксперимент.

Поверхность океана представляет собой динамически изменяющийся физический объект. Процесс его изменения является достаточно инерционным, поскольку обусловлен перемещением больших масс воды под действием гравитационного поля Земли, атмосферного давления и т. д. В связи с этим, моделируемую поверхность можно рассматривать как некую гладкую поверхность. Очевидно, что в целом распределение водных масс должно обеспечивать рассматриваемой системе минимум потенциальной энергии. Исходя из этого, можно выдвинуть гипотезу, что поверхность океана обладает минимальной кривизной. Это, например, соответствует модели поверхности тонкой упругой пластинки, отклонения которой от исходного состояния задаются в конечном числе независимых точек, к которым приложены соответствующие точечные нагрузки [2].

Математическую модель уровня поверхности океана, в заданной плоской пространственной области $\Omega=[a,b] \times [c,d]=\{(x,y) \in \mathbb{R}^2 : a \leq x \leq b; c \leq y \leq d\}$, основываясь на указанных положениях, предлагается осуществлять в виде сплайн-поверхности, представляющей собой ли-

нейную комбинацию произведений одномерных кубических В-сплайнов ($B_i(x)$ - по оси абсцисс (долгота) и $B_j(y)$ - по оси ординат (широта)) на регулярной сетке узлов $\Delta = \Delta_x \times \Delta_y$, где:

$$\Delta_x = \{x_k/a = x_0 < \dots < x_N = b, x_k = x_{k-1} + h_x, k=1, 2, \dots, N\};$$

$$\Delta_y = \{y_k/c = y_0 < \dots < y_M = d, y_k = y_{k-1} + h_y, k=1, 2, \dots, M\};$$

h_x и h_y - шаги сетки по x и по y соответственно, в виде:

$$N-1 \quad M-1$$

$$S(x, y) = \sum_{i=-3} \sum_{j=-3} \alpha_{ij} B_i(x) B_j(y), \quad (1)$$

где коэффициенты α_{ij} - скалярные параметры модели, подлежащие определению.

Для построения кубических В-сплайнов на сетке Δ_x , ее необходимо дополнить узлами $x_{-3}, x_{-2}, x_{-1} < a$ и $b < x_{N+1}, x_{N+2}, x_{N+3}$ и задать систему функций $B_i(x)$:

$$B_i(x) = \left. \begin{array}{ll} 0, & x \leq x_i \\ \frac{(x-x_i)^3}{6h^3}, & x \in [x_i, x_{i+1}] \\ \frac{(h^3 + 3h^2(x-x_{i+1}) + 3h(x-x_{i+1})^2 - 3(x-x_{i+1})^3)}{6h^3}, & x \in [x_{i+1}, x_{i+2}] \\ \frac{(h^3 + 3h^2(x_{i+3}-x) + 3h(x_{i+3}-x)^2 - 3(x_{i+3}-x)^3)}{6h^3}, & x \in [x_{i+2}, x_{i+3}] \\ \frac{(x_{i+4}-x)^3}{6h^3}, & x \in [x_{i+3}, x_{i+4}] \\ 0, & x \geq x_{i+4} \end{array} \right\},$$

где $x_{i+1} - x_i = h, \forall i$. Кроме того, для моделирования уровенных поверхностей океана, необходимо ввести систему базисных функций $B_j(y), j=-3, \dots, M+3$ на сетке Δ_y дополненной узлами $y_{-3}, y_{-2}, y_{-1} < c$ и $d < y_{M+1}, y_{M+2}, y_{M+3}$.

Следует отметить, что результаты спутниковых измерений уровенной поверхности океана расположены в исследуемой области нерегулярно и содержат незначительные флуктуации, связанные с ошибками измерений исследуемого параметра и локальным волнением поверхности океана. Для моделирования исследуемой поверхности (1), с целью отслеживания тенденций ее изменения для определения направления и интенсивности формируемых в связи с этим течений указанные флуктуации не представляют практического интереса. Поэтому целесообразно провести процедуру предварительного сглаживания этих данных вдоль траектории движения спутника.

Для этого, например, данные измерений f_k следует заменить на φ_k , определяемые как $\varphi_k = (f_{k-s} + \dots + f_k + \dots + f_{k+s})/s$, где s определяются экспериментально в зависимости от исследуемой акватории.

Для определения параметров α_{ij} математической модели (уровенной поверхности океана) $S(x,y)$ (1), можно составить СЛАУ следующего вида:

$$S(x_k, y_k) = f(x_k, y_k), \quad (2)$$

где $k \in I$, $I = \{k/ k=1, \dots, L\}$ в которых заданы числа $f_k = f(x_k, y_k)$ - измеренные значения исследуемой функции $f(x,y)$.

Количество параметров модели α_{ij} , подлежащее определению составляет $(N+3) \times (M+3)$, где M и N определяются размером выбранной акватории Ω и шагами h_x , h_y выбранными в этой области двумерной прямоугольной сетки.

Как правило, количество измерений $k > (N+3) \times (M+3)$. Система (2) в результате оказывается переопределенной, что приводит к поиску ее решения в смысле метода наименьших квадратов:

$$N-1 \quad M-1$$

$$\Phi(S) = \sum_k \sigma_k [f_k - \sum \alpha_{ij} B_i(x) B_j(y)]^2 \rightarrow \min, \quad (3)$$

$$k \in I \quad i = -3 \quad j = -3$$

где σ_k – весовые коэффициенты k -го измерения.

Минимизация данного функционала позволит получить модель уровенной поверхности океана $S(x,y)$, наиболее согласованную в смысле метода наименьших квадратов с данными измерений. Кроме того, искомый функционал можно дополнить слагаемыми, которые будут учитывать дополнительные требования, предъявляемые к моделируемой поверхности. Например, данный функционал может отражать дополнительные требования предъявляемые к среднеквадратичной кривизне моделируемой поверхности, производным по направлению в некоторых точках измерений ит.д.

При выборе шагов сетки следует руководствоваться следующими правилами:

1. Минимальные допустимые значения h_x и h_y должны выбираться таким образом, чтобы в подобласти $\Delta_{ij} = \{(x,y) \in \Omega : x \in [x_{i-1}, x_i], y \in [y_{j-1}, y_j]\}$, ($i=1,2,\dots,N$ и $j=1,2,\dots,M$, $x_{i+1} = x_i + h_x$ и $y_{j+1} = y_j + h_y$) находилось как минимум одно измерение.

2. Минимальные допустимые значения h_x и h_y должны соответствовать тому пространственному масштабу изменчивости поверхности океана, который соответствует целям исследования и позволяет в наибольшей возможной степени игнорировать не существенную локальную изменчивость этой поверхности. Если при этом не выполняется первое условие, необходимо обеспечить дальнейшее накопление данных измерений.

Функционал (3) является квадратичной функцией относительно коэффициентов α_{ij} . Таким образом, задача о нахождении искомой сплайн-функции (1) может быть поставлена как задача о минимизации

квадратичного функционала $\Phi(S)$. Для минимизации функционала $\Phi(S)$ был применен метод сопряженных градиентов [1], который обладает рядом преимуществ перед другими методами и обеспечивает гарантированное нахождение точки минимума квадратичной функции за конечное число шагов, которое не превышает числа ее переменных.

Для оценки точности приближения 3-D поверхностей двумерными B-сплайнами, в качестве критерия согласия были введена метрика пространства для определения расстояния между двумя функциями в виде:

$$L_{2,\Omega} = \frac{1}{(n_x + 1)(n_y + 1)} \sqrt{\sum_{i=0}^{n_x} \sum_{j=0}^{n_y} \left[\frac{S(x_i, y_j) - f(x_i, y_j)}{f(x_i, y_j)} \right]^2}$$

среднеквадратическая взвешенная норма.

Построив уровенные поверхности океана за различные периоды накопления спутниковых измерений по заданным акваториям и рассчитав среднеквадратические взвешенные нормы, можно оценить адекватность модели и определить минимально-достаточный период их накопления (Рис.1).



Рис.1 График изменения среднеквадратической взвешенной нормы $L_{2,\Omega}$ в зависимости от количества суток накопления спутниковых данных за июнь, июль, август 2005-2010гг для акватории $56^{\circ}\text{N}-64^{\circ}\text{N}$ и $22^{\circ}\text{W}-10^{\circ}\text{E}$ (Северная Атлантика)

На основе анализа проведенных вычислений можно сделать вывод, что минимально-достаточный временной интервал для накопления спутниковых данных об уровенной поверхности Мирового океана для

района Северной Атлантики с последующим построением искомой поверхности на заданной акватории двумерными В-сплайнами, составляет 4-5 суток.

В результате проведенного исследования была разработана математическая модель уровенной поверхности Мирового океана, позволяющая осуществлять моделирование поверхности по спутниковым вдольтрековым данным с использованием двумерных В-сплайнов. Разработан программный комплекс, с развитым человеко-машинным интерфейсом, реализующий предлагаемую методику построения уровенной поверхности океана по спутниковым данным, который обеспечивает трехмерную визуализацию и отображение результатов вычислений на электронной картографической системе. Кроме того, предложенная методика показала хорошие результаты при построении полей температур, хлорофилла, солёности и т.д.

Литература:

1. **Васильев, Ф. П.** Методы оптимизации. Москва Факториал Пресс 2002, 824 с.
2. **Завьялов, Ю. С.** Методы сплайн-функций / Ю. С. Завьялов, Б. И. Квасов, В. Л. Мирошниченко. - М.: Наука, 1980. - 352 с.
3. **Шатохин, Б. М.** Исследование экологической роли уровенной поверхности океана и бифуркационных механизмов формирования зон повышенной рыбопромысловой продуктивности / Б. М. Шатохин //Тезисы докладов конференции «Математическое моделирование и информационные технологии в исследованиях биоресурсов Мирового океана». - Владивосток, 2004. - С. 133-136.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПЕРЕ- МЕЩЕНИЙ

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

Введение

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

Для долговременного определения значения крена судна, поло-

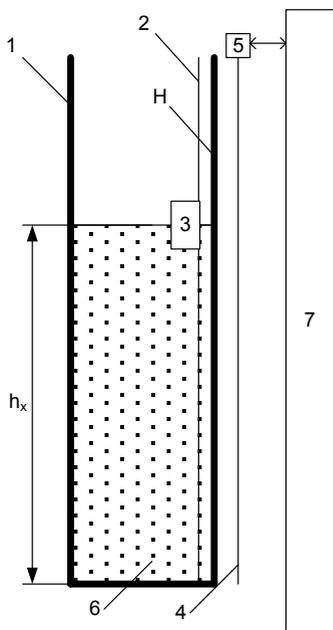
жения различных высотных сооружений, плотин, для определения величины прогибов и деформаций различного рода опор и балок, контроля углов наклона автомобильных и железных дорог при их строительстве, ремонте и эксплуатации, определения угла наклона дорожных грейдеров, асфальтоукладчиков, подъемников, кранов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

Их принцип действия основан на явлениях продольной магнито-стрикции, проявляющиеся через эффекты Видемана и Виллари. Это позволяет применять бесконтактные методы измерения уровня и работать со многими агрессивными средами [1-3].

Магнито-стрикционные преобразователи уровня (МПУ), работающие через немагнитную стенку, будем называть накладными. В статье приводятся результаты моделирования накладного МПУ на крутильных волнах с целью улучшения его технических и эксплуатационных характеристик.

Моделирование накладных МПУ

В качестве объекта исследования выберем накладной МПУ и проведем его математическое моделирование [2]. Его структурная схема приведена на рисунке 1.

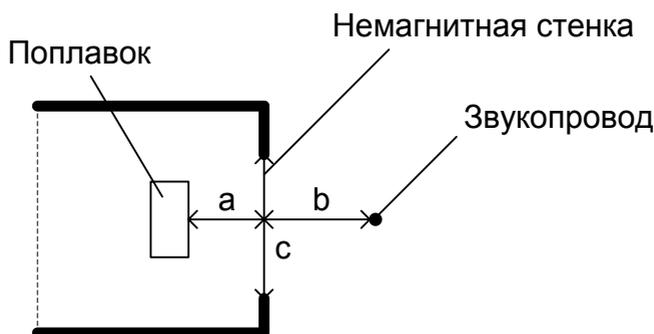


- 1 – резервуар с немагнитной стенкой Н
- 2 – направляющий паз
- 3 – поплавков с постоянным магнитом
- 4 – звукопровод из магнито-стрикционного материала
- 5 – сигнальный электро-акустический преобразователь
- 6 – химически агрессивная среда
- 7 – блок кодирования и вычислений

Рис. 1 – Накладной МПУ

Здесь для измерения уровня h_x химически агрессивной среды 6 в резервуаре 1 с немагнитной стенкой Н используется система «магнит-перегородка-звуко-провод». В звукопроводе 4 из магнитоотрицательного материала формируются токовые импульсы, создающие вдоль него магнитное поле. Это поле взаимодействует с полем постоянного магнита поплавка 3, формируя в среде звукопровода 4 упругие волны кручения ультразвукового диапазона. Они распространяются по звукопроводу 4 и считываются сигнальным электроакустическим преобразователем 5 накладного МПУ. Этот процесс фиксируется блоком 7 кодирования и вычислений, который осуществляет измерительный процесс искомого уровня h_x с получением данных в числовом двоичном формате, удобным для дальнейшей обработки и хранения [2].

На эффективность работы накладных МПУ наибольшее влияние оказывают следующие конструктивные параметры: расстояния a , b поплавок 3 с магнитом до немагнитной стенки Н и от нее до магнитоотрицательного звукопровода 4 до корпуса, а также ширина c самой немагнитной стенки Н резервуара 1. Влияет ее материал и толщина, а также материал, из которого изготовлены остальные стенки резервуара 1 и звукопровод (рис. 2) [3].

**Рис. 2** – Конструктивные параметры, влияющие на работу МПУ

Для выявления наилучшего соотношения указанных параметров a , b , c было проведено математическое моделирование магнитной системы накладного МПУ.

Связь между магнитной индукцией \overline{B}_1 возникающего поля, силой тока I , пропускаемого по звукопроводу и его формой l устанавливается законом Био-Савара-Лапласа

$$\overline{B}_1 = \int_l (I \cdot d\vec{l} \times \vec{r}) / \vec{r}^3, \quad (1)$$

где $d\vec{l}$ – элемент контура, сонаправленный с током I , \vec{r} – расстояние между данным элементом и точкой наблюдения.

Модуль индукции магнитного поля постоянного магнита в ближайшей к нему точке на оси звукопровода может быть получен по формуле

$$B_2 = B_r (tg^{-1}(\zeta_1) - tg^{-1}(\zeta_2)) / \pi \quad (2)$$

$$\zeta_1 = (d + l) \sqrt{h^2 + H^2 + (d + l)^2} / (tw),$$

$$\zeta_2 = d \sqrt{h^2 + H^2 + d^2} / (tw),$$

где B_r – остаточная индукция магнита поплавка 3, d – расстояние от магнита до звукопровода 4, h – половина толщины магнита, H – половина ширины магнита, l – длина магнита. Причем в формуле (2) можно положить $d = a + b$.

Тогда модуль вектора индукции результирующего магнитного поля будет находится по формуле

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}.$$

Однако непосредственное применение закона Био-Савара-Лапласа (1) в данном случае затруднено, вследствие проблем с аналитическим интегрированием [1].

В настоящее время существует большое разнообразие программных средств, таких как ELCUT, ANSYS, и др., предназначенных для моделирования магнитных, электрических полей, позволяющих решать подобные задачи численными методами. В качестве среды для моделирования был выбран ELCUT, позволяющий решать задачи, связанные с расчетом нестационарных магнитных полей.

В ходе работы были составлены модели продольного и поперечного полей в сечениях накладного МПУ по срезу поплавка 3. В качестве материала для звукопровода 4 был выбран ферросплав 42НХТЮ, немагнитная стенка Н резервуара 1, корпус поплавка 3 и экран звукопровода 4 выполнены из нержавеющей стали. Постоянный магнит, закреп-

ленный внутри корпуса поплавка 3, выполнен из сплава ЮНДК 24Б, кривая намагничивания которого представлена на рисунке 3.

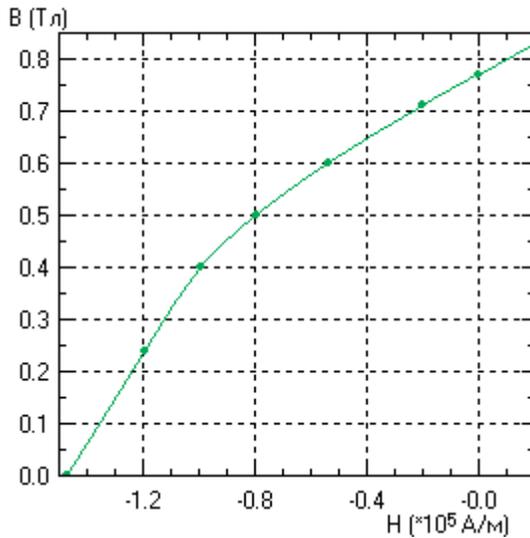
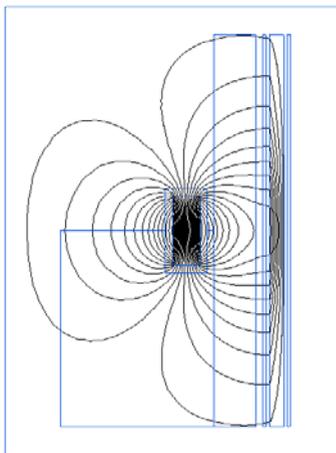
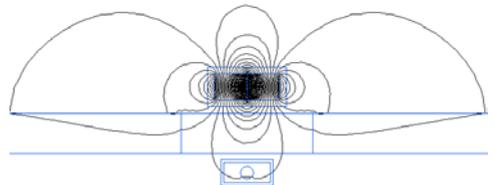


Рис. 3 – Кривая намагничивания магнита поплавка 3 МПУ

В результате моделирования в среде ELCUT были получены картины силовых линий магнитных полей, поперечного (а) и продольного (б) сечений накладных МПУ, которые приведены на рисунке 4.



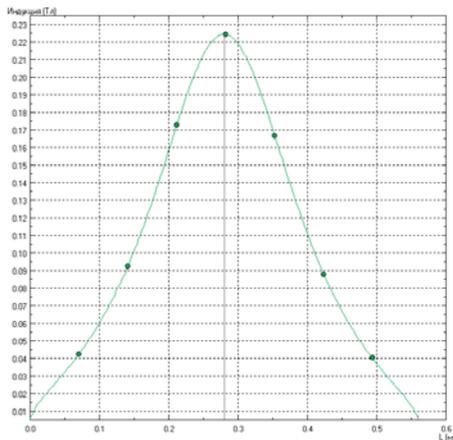
а)



б)

Рис. 4 – Силовые линии магнитного поля накладных МПУ

Кроме того, была получена графическая зависимость магнитной индукции результирующего поля вдоль оси звукопровода 4 МПУ вблизи постоянного магнита поплавка 3 (рис. 5).

**Рис. 5** – Зависимость магнитной индукции вдоль оси звукопровода МПУ

Анализируя полученные данные, представляется возможным подобрать параметры a, b, c таким образом, чтобы на срезе положения поплавка 3 магнитная индукция результирующего поля достигала максимально возможного значения, достаточного для формирования упругой ультразвуковой волны кручения в магнестрикционном звукопроводе 4, обладающей необходимой энергией. Кроме того, полученная математическая модель позволяет оценить влияние используемых материалов: звукопровода 4, корпуса резервуара 1, его немагнитной стенки H , постоянного магнита поплавка 3, экранов, на параметры магнитного поля накладных МПУ.

Заключение

В результате моделирования магнитного поля накладных МПУ были получены численные характеристики основных параметров поля, позволяя выработать ряд эффективных конструкторско-технологических приемов, позволяющих улучшить их технические и эксплуатационные характеристики при минимальной себестоимости изготовления.

Литература:

1. **Демин С. Б.** Магнитострикционные системы для автоматизации технологического оборудования: Монография. – Пенза. ИИЦ ПГУ, 2002. – 182 с.
2. Патент RU №2298156. МПК: G01F23/28, G01F23/30. Уровнемер-индикатор/ С.Б.Демин, И.А.Демина, А.С.Фролов, Э.В.Карпухин// Опубл. 27.04. 2007.– Бюл. №12.
3. **Дж. Фрайден.** Современные датчики. Справочник: – Москва. Техносфера, 2005. – 592 с.

УДК 003.26:004.056

**ПАРАМЕТРЫ БЕЗОПАСНОСТИ В МНОГОУРОВНЕВОЙ
МОДЕЛИ РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА**

Жукабаева Т. К., Умбетов У. У. (г. Казахстан г.Шымкент Южно-Казахстанский Государственный Университет им.М.Ауезова, tatar_kokenovna@mail.ru)

Multilevel security (abbreviated as MLS) is the application of a computer system to process information with different sensitivities (i.e., at different security levels), permit simultaneous access by users with different security clearances and needs-to-know, and prevent users from obtaining access to information for which they lack authorization. MLS allows easy access to less-sensitive information by higher-cleared individuals, and it allows higher-cleared individuals to easily share sanitized documents with less-cleared individuals. A sanitized document is one that has been edited to remove information that the less-cleared individual is not allowed to see.

В информационных системах, особенно правительственных, в которых хранится и обрабатывается критичная информация, политика безопасности основывается на многоуровневой политике безопасности (МПБ). Многоуровневая политика безопасности принята всеми развитыми государствами мира. В конце 70-х годов, когда были разработаны первые модели многоуровневого управления доступом в информационных системах, разработчики систем защиты информации пришли к выводу, что для больших, сложных систем именно подобного рода модели больше подходят для применения на практике [2]. Основное назначение полномочной политики безопасности, базирующейся на многоуровневой мандатной модели разграничения доступа, заключается в регулировании доступа субъектов системы к объектам с различным уровнем критичности и предотвращении утечки информации с верхних уровней должностной иерархии на нижние, а также блокировании возможного

проникновения с нижних уровней на верхние. Полномочное управление доступом подразумевает, что:

- все субъекты и объекты системы, подлежащие защите, должны быть однозначно идентифицированы;
- каждому объекту системы присвоена метка критичности, определяющая ценность содержащейся в нем информации;
- каждому субъекту системы присвоен уровень прозрачности, определяющий максимальное значение метки критичности объектов, к которым субъект имеет доступ.

Если описывать политику разграничения доступа некоторой организации в форме высокоуровневых спецификаций разграничения доступа, то, прежде всего, необходимо определить параметры безопасности, которые определяют свойства субъектов и объектов защиты организации, а также разрешенные операции субъектов системы над объектами.

Многоуровневая защита баз информации строится обычно на основе модели Белл-ЛаПадула (Bell-LaPadula), которая предназначена для управления субъектами, т. е. активными процессами, запрашивающими доступ к информации, и объектами, т. е. файлами, представлениями, записями, полями или другими сущностями данной информационной модели[3]. Основой многоуровневой политики является решетка ценностей. Пусть между двумя произвольными объектами X и Y имеется информационный поток от X к Y , где X - источник, Y - получатель информации. Если $c(Y) > c(X)$, то это означает, что Y - более ценный объект, чем X .

Политика MLS считает информационный поток от X к Y разрешенным тогда и только тогда, когда $c(Y) > c(X)$, т.е. Y секретнее чем X .

Таким образом, МПБ имеет дело с множеством информационных потоков в системе и де-лит их на разрешенные и неразрешенные очень простым условием. Однако эта простота касается информационных потоков, которых в системе огромное количество. Поэтому приведенное выше определение неконструктивно. В современных системах защиты МПБ реализуется через мандатный контроль. Мандатный контроль еще называют обязательным, так как его проходит каждое обращение субъекта к объекту, если субъект и объект находятся под защитой системы безопасности. Организуется мандатный контроль следующим образом.

Цель МПБ в сохранении секретности информации. Вопросы целостности при помощи этой политики не решаются или решаются как побочный результат защиты секретности. Вместе с тем, они могут быть противоречивы. Модель Бел-ЛаПадула - это одна из первых моделей политики безопасности - и впоследствии наиболее часто используемой. Она была разработана для обоснования безопасности систем, использующих многоуровневую политику безопасности. Она построена для

обоснования безопасности систем, использующих политику MLS. Когда процесс записывает информацию в файл, класс доступа которого меньше, чем класс доступа процесса, имеет место так называемый процесс записи вниз. Ограничение, направленное на исключение нисходящей записи получило в модели Белл-ЛаПадула название свойства ограничения.

Модель Б-Л имеет два основных свойства:

- свойство простой безопасности (ss-свойство): субъект может только читать объект, если класс доступа субъекта доминирует под классом доступа объекта. Другими словами, субъект может читать "вниз", но не может читать "вверх";

- свойство ограничения (*-свойство): субъект может только записать в объект, если класс доступа субъекта доминируется классом доступа объекта. Субъект может записывать "вверх", но не может записать "вниз".

Таким образом, при записи информационный поток опять не может быть направлен вниз. Исключение возможно только для доверенных субъектов, которым разрешено строить информационный поток вниз. При этом доверенность субъекта означает безопасность такого потока вниз (поэтому эти потоки считаются разрешенными). Сказанное выше означает, что безопасное состояние модели Белл-ЛаПадула поддерживает многоуровневую политику.

Таким образом, можно обобщая политику Б-Л можно отметить, что процесс не может ни читать объект с высшим классом доступа (свойство простой безопасности), ни записать объект с низшим классом доступа (свойство ограничения).

Управление доступом в модели Белл-ЛаПадула происходит с использованием матрицы управления доступом или меток безопасности во взаимосвязи с правилами простой безопасности и свойства ограничения.

В дополнение к имеющимся режимам доступа чтения и записи модель включает режимы добавления, исполнения и управления - причем последний определяет, может ли субъект передавать другим субъектам права доступа, которыми он обладает по отношению к объекту. Управление при помощи меток безопасности усиливает ограничение предоставляемого доступа на основе сравнения атрибутов класса доступа субъектов и объектов. В модели Белл-ЛаПадула определено около двадцати функций, выполняемых при модификации компонентов матрицы доступа, при запросе и получении доступа к объекту, создании и удалении объектов: при этом для каждой функции доказываемся сохранение ею, в соответствии с определением, безопасного состояния. В качестве управляющего звена, в модели вводится понятие органа авторизации, цель которого - управление авторизацией пользователей. В качестве основы для доверительной модели

принимается, что центр авторизации имеет высший приоритет и обладает всеми правами на авторизацию пользователей и заслуживает полного доверия. Центр авторизации является органом, в котором хранятся в защищенном виде пароли доступа к данным, находящихся на серверах системы. В системе используется только один ключ шифрования для информации определенного уровня секретности. Это означает, что сервер использует по одному ключу для шифрования каждого уровня секретности, т.е., если в системе существует 4 уровня доступа, то используется 4 ключа - по одному для каждого уровня. При этом, на сервере ключи как таковые не хранятся, а формируются в момент обращения к данным. На рис. 1 представлена концептуальная схема протокола.

Предполагается, что предварительно участники системы становятся клиентами инфраструктуры с открытыми ключами и получают сертификаты публичных ключей (на рисунке эти связи выделены прерывистой линией).

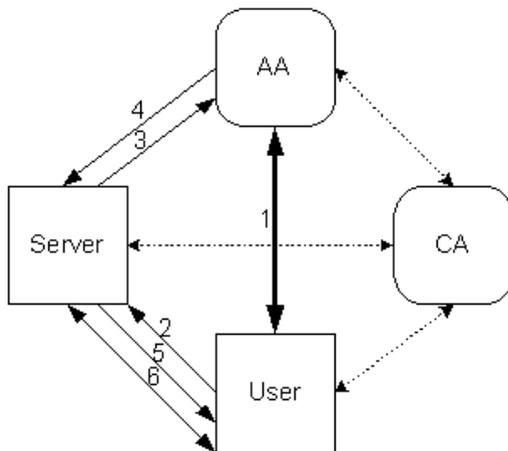


Рис.1. Концептуальная схема криптографического протокола безопасности реализации мандатной политики доступа

На первом этапе пользователь обращается к центру авторизации, аутентифицируется, осуществляет передачу (на основе открытого распределения ключей Диффи-Хеллмана) ключа шифрования, который он будет использовать для доступа к зашифрованным данным. После аутентификации и получения сеансового ключа, центр авторизации принимает в качестве базового ключ, полученный при открытом распределении (K1), и генерирует вторые части ключей для каждого уровня доступа к которому пользователь имеет доступ (K11, K12, K13 и т.п.) на основе опе-

раций над K и K1. Далее центр авторизации формирует на основе таблицы уровней доступа и сгенерированных ключей билет авторизации, в котором указываются все необходимые атрибуты безопасности [1].

Таким образом, есть возможность реализовать мандатную политику безопасности, шифровать информацию, и при этом администратор безопасности системы имеет возможность управлять доступом в любой момент времени.

На практике очень часто необходимо управлять доступом не только горизонтально, но и вертикально (т.е., когда информация разделяется на эшелонах - например, по направлениям деятельности). В таком случае, модель легко может быть расширена с учетом подобного рода требований. В таком случае, пользователь, для реализации сеанса будет использовать один ключ, в билетах авторизации будут зашифрованы соответствующие половины ключей для доступа к информации, соответствующей уровню доступа пользователя, соответствующих эшелонам [4].

Целью предложенной модели - реализация управления доступом к зашифрованной, конфиденциальной информации с обеспечением аутентичности пользователей на основе применения криптографических аутентификаторов, без компрометации ключей шифрования информации. Главное достоинство модели - обеспечение сквозной аутентичности субъектов и возможность гибкого управления ключами шифрования системы.

Реализацию предложенной модели многоуровневого управления доступом можно применить в государственных информационных системах, где доступ

Достоинства модели.

1. облегчается управление правами доступа в соответствии с правилами МПД.
2. ключ шифрования находится в открытом виде только в памяти сервера при реализации криптографических функций.
3. Аутентичность пользователей проверяется не на основе логических выводов, а применением криптографических функций, сила которых только в надежности хранения ключей.

Применяемость. Предложенная модель может применяться в любых информационных системах, как коммерческих, так и государственных, подверженных повышенному риску и функционирование которых основывается на МПД. Предлагаемая процедура разграничения доступа с применением условий Белла и Лападула может быть применена для систем управления государственными органами с древовидной структурой субъектов и объектов защиты информации.

Полученные результаты с успехом могут быть применимы в государственных и бизнес структурах, в которых функционирует информация различной степени чувствительности.

Литература:

1. **Bell D. E., La Padula L. J.** Secure computer system: mathematical foundations. MTR - 2547, vol.I, MITRE Corp., March 1973.
2. PKCS #7: Cryptographic Message Syntax Standard. An RSA Laboratories Technical Note Version 1.5. Revised November 1, 1993.
3. **Schokley W., Schell R.** 1987. TCB subsets for incremental evaluation. AIAA/ASIS/IEEE third aerospace computer security conference: Applying Technology to Systems. 131-139. W.D.C.: American Institute of Aeronautics and Astronautics3.
4. **Бияшев Р. Г., Горковенко Е. В.** Обеспечение многоуровневой защиты в информационных и вычислительных системах.// Материалы международной конференции «Развитие информационных технологий в высшей школе», Казахский национальный университет им. аль-Фараби: - Алматы, Казак университети, 2003, с.247-253

УДК 004.056

**АНАЛИЗ ОБ ОЦЕНКЕ СТОЙКОСТИ
КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Жукабаева Т. К. (Республика Казахстан, ЮКГУ им. М.О.Ауезова, tamara_kokenovna@mail.ru)

The paper presents an analysis assessing resistance cryptosystems. A key task of cryptography is to create a strong encryption algorithm. There are various quantitative criteria for these purposes

Роль и значение информации в современном мире возрастает все возрастающими темпами. При этом обеспечение ее конфиденциальности, целостности, становятся актуальными как никогда. Развитие информационных и телекоммуникационных технологий, средств обработки, хранения и передачи информации привело к необходимости защищать данные на всех этапах информационного обмена. Криптографический уровень защиты информации является своего рода «последней линией обороны», т.к. обеспечивает защиту даже после получения доступа к информации. В силу данного обстоятельства необходимо соблюдение определенных требований криптографической стойкости применяемых средств, обуславливающих, способность криптографического алгоритма противостоять возможным атакам с целью взлома.

Важнейшим показателем качества криптографических методов считается высокая гарантированная стойкость, притом, что она может быть рассчитана и выражена в числовой форме. К примеру, средним числом операций или временем, необходимым для раскрытия зашифрованной информации или вычисления ключа.

В современной практике в качестве основной количественной меры криптографической стойкости рассматривается вычислительная сложность решения задачи дешифрования [5]. При этом под криптографической стойкостью (или криптостойкостью) понимается способность криптографического алгоритма противостоять возможным атакам со стороны алгоритмов криптоанализа. Стойкость криптосистемы обуславливается различными факторами, главными из которых являются сложность алгоритмов шифрования, длина ключа (точнее объема ключевого пространства), метод реализации[3]. Криптостойкость отражает способность применяемого шифра быть раскрытым без знания ключа (в результате криптоатаки). Показатель криптостойкости – главный параметр любой криптосистемы.

На рис. 1 представлены основные виды показателей криптостойкости. Следует при этом иметь в виду, что все эти показатели должны учитывать уровень возможной криптоатаки. Из этого, среди прочего, следует, что эффективность защиты информации криптографическими методами зависит не только от криптостойкости шифра, но и от множества других факторов, включая вопросы реализации криптосистем в виде устройств или компьютерных программ.



Рис. 1. Показатель криптостойкости

Современный криптоанализ опирается на математические науки, такие как теория вероятностей и математическая статистика, алгебра, теория чисел, теория алгоритмов и ряд других. Разрешимость конкретной задачи дешифрования определяет стойкость примененного шифра в соответствующих условиях, при этом методы решения таких задач относятся к классу методов криптоанализа. Универсальные методы криптоанализа - это такие методы, которые с определенными вариациями применимы ко многим шифрам. Основная задача криптоанализа состоит в построении наиболее универсального метода дешифрования, тогда как главную задачу обеспечения криптостойкости составляет максимальное противодействие подобным методам.

Методы криптоанализа в целом укладываются в четыре направления (Рис. 2) [7].

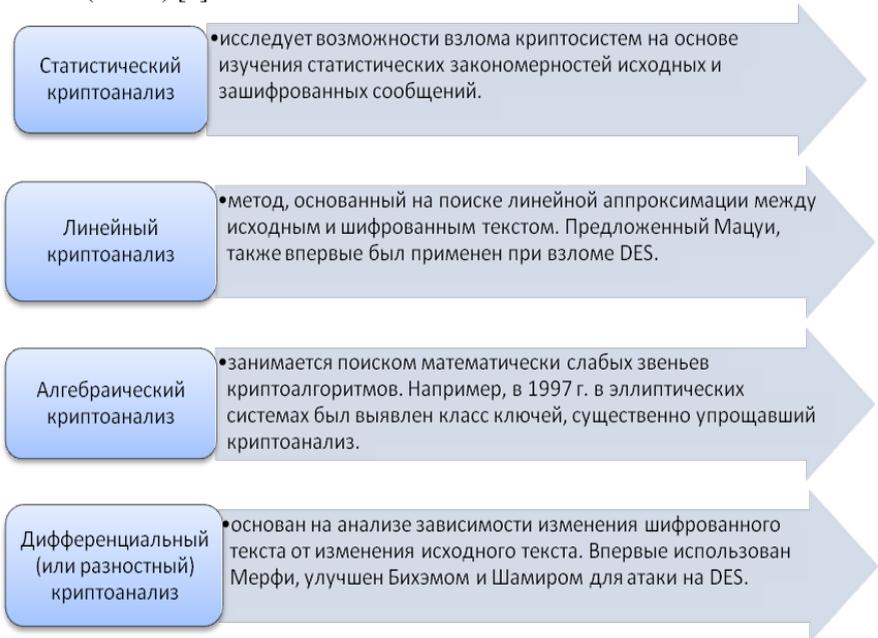


Рис. 2. Направления криптоанализа

Рассмотрим ситуацию, когда примененный шифр характеризуется следующими параметрами T , x , y , k , T^{-1} . Защищаемая информация описывается параметром x . Криптоанализ проводится в условиях, когда противник перехватил и имеет на руках y .

Классифицируем основные условия криптоанализа:

1. Известны только один или несколько шифртекстов y . В этих условиях решают следующие задачи:

- найти T (определение типа шифра)
 - найти T, T^{-1}, x (дешифрование по шифртексту).
2. Известны одна или несколько пар (x, y) . В этих условиях надо определить вид шифра $T (T^{-1})$ и найти k . Это редкая ситуация.

3. Известны вид шифра $T (T^{-1})$, один или несколько шифртекстов y . Найти:

- x (бесключевое чтение);
- k, x (дешифрование по шифртексту при известной шифр-системе).

4. Известны: вид шифра T, T^{-1} , одна или несколько пар (x, y) . Найти k . Это типичные условия криптоанализа. Стойкость шифров оценивается именно в этих условиях[4]. Иногда отдельно возникают ситуации, когда известно много пар (x, y) так, что можно подобрать x или y , удовлетворяющие некоторым дополнительным условиям. Тогда говорят об атаке с использованием выбранного открытого или зашифрованного текстов.

5. Известны T, T^{-1} , шифртекст y или пары (x, y) , некоторая форма преобразования $T(. , k)$, но неизвестны k и $T^{-1}(. , k)$. Допустимость таких постановок задач рассматривалась Диффи и Хеллманом в 1976 г. Системы шифрования, где допускается возможность знания $T(. , k)$ без раскрытия k и T^{-1} получили название систем с открытым ключом.

В криптографии разработаны два базовых подхода в оценке стойкости шифров. Основы первого подхода (совершенная секретность) К. Шеннон изложил в своей работе [6, с.360] в 1948 г. Рассмотрим этот подход. К. Шеннон предложил следующую модель обращения с параметрами, описывающую шифрование и действия противника. Пусть $X = \{x_1, \dots, x_n\}, Y = \{y_1, \dots, y_m\}$ - множества открытых сообщений и возможных шифртекстов. Открытый текст для передачи в зашифрованном виде выбирается случайно в соответствии с распределением $\{P(x_1), \dots, P(x_n), P(x_i) \geq 0, \sum P(x_i) = 1\}$. Тогда при решении задачи вскрытия x_i по известному y_j противник может вычислить апостериорные вероятности сообщений, которые могли быть посланы $P(x_s|y_j), s=1, \dots, n$. Если задача дешифрования решена и открытый текст найден, то апостериорное распределение вырождено:

$$P(x_i|y_j) = 1, P(x_s|y_j) = 0 \text{ при } s \neq i.$$

Таким образом в апостериорных вероятностях $\{P(x|y), x \in X\}$ отражаются даже частичные сведения об открытом тексте, полученном при перехвате криптограммы. Шеннон определил совершенную секретность (стойкость) шифра условием: апостериорные распределения на открытых текстах при любом $y \in Y$ совпадают с априорным распределением на X , т.е. $P(x|y) = P(x)$ для любых $x \in X, y \in Y$.

Другой подход к определению стойкости берет начало в той же работе Шеннона [6, с.387] и называется практической стойкостью или сложностный подход к стойкости. Рассмотрим выражение $T(x, k) = y$ как уравнение относительно x и k . Тогда решение этого уравнения предполагает существование алгоритма, для которого в математике определено понятие сложности. Сложность характеризуется двумя параметрами: число операций для вычисления результата (трудоемкость алгоритма) и объем необходимой памяти.

Таким образом, выбор наиболее сложных задач, для которых известно решение, и использование их в основе построения криптосистем, позволяет создавать практически стойкие шифры, раскрытие которых теоретически возможно, но для этого потребуется столько времени, что попытки проведения криптоаналитических атак теряют практический смысл.

Оценить стойкость алгоритма можно временной сложностью вычислений, необходимых для его вскрытия. Криптостойкость алгоритма — временная сложность той атаки на него, которая в данный момент считается самой эффективной. Временная сложность — функция, различная для каждого алгоритма и каждого типа атаки на него. До тех пор пока это не опровергнуто самая лучший критерий криптостойкости — время.

Стойкость зависит не только от разработчика, но и от особенностей использования данного криптоалгоритма в системе управления или связи, от физической реализации криптоалгоритма, а также от будущих успехов математики и вычислительной техники. Ведь криптосистема может эксплуатироваться много лет, а необходимость сохранять в секрете в течение длительного времени переданную ранее по открытым каналам связи информацию может сделать необходимым прогнозировать развитие науки и техники на десятилетия.

В заключении хотелось бы сказать, что понятие стойкости криптосистемы многогранно, и выбор для конкретных систем должен быть основан на глубоком анализе слабых и сильных сторон тех или иных методов защиты. Но в любом случае выбранный комплекс криптографических методов должен сочетать как удобство, гибкость и оперативность использования, так и надежную защиту от злоумышленников циркулирующей в системе информации.

Литература:

1. **Гильмуллин, Т. М.** Об оценке стойкости криптографических систем / Т. М. Гильмуллин // Инфокоммуникационные технологии глобального информационного общества: Сборник докладов 5-й еже-

годной международной научно-практической конференции, г. Казань, 5-6 сентября 2007 г. – Казань: Изд-во Фолиантъ, 2007. – С. 85-87.

2. **Петров А. А.** Компьютерная безопасность. Криптографические методы защиты. -М.: ДМК, 2000. -23-27 стр

3. Основы Криптографии: Учебное пособие, 2-е изд.,-М.: Гелиос, 2002/169-172 стр.

4. Алгебра секретных систем Введение в криптографию/Под общ. ред. В. В. Ященко --- М., МЦНМО, 1998, 2000 --- 272 с.

5. **Фионов А Н.** Эффективные методы построения идеальных криптографических систем защиты информации : диссертация ... доктора технических наук : 05.12.13.- Новосибирск, 2005.- 241 с.:

6. **Шеннон К.** Работы по теории информации и кибернетике, М.: Иностранная литература, 1963.

7. Криптографическая защита информации. Яковлев А.В., Безбогов А. А., Родин В. В., Шамкин В. Н., ГОУ ВПО (ТГТУ), 2006, 10-12 стр.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПОДОБИЯ В РАСЧЕТАХ ГИДРОАЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ШКАФАХ- ВИТРИНАХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Голубев Б. В., Шутов А. В., Кобылянский И. Г. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологического и холодильного оборудования, СПбГУВК МФ, kobyivan@yandex.ru*)

In clause the example of use of the theories of similarity is given to receive precise representation about physical sense of criteria of similarity Reunoldsa, Prandlia and Gragsofa and about conditions, at which modeling mixing up currents is possible, is warm also of mass exchange in cases - show-windows of refrigerating machineries, for correct averaging of temperature, with use of these criteria.

Решение задачи трехмерного нестационарного течения несжимаемой жидкос-ти или газа схематически можно представить в виде двух этапов. На первом этапе, дифференциальные уравнения в частных производных, а также начальные и граничные условия преобразуются в дискретную систему алгебраических уравнений. Этот этап называется дискретизацией. Второй этап процесса решения требует, чтобы алгоритм решения уравнения обеспечил построение системы алгебраических уравнений.

Нестационарному течению вязкой несжимаемой ньютоновской жидкости в декартовой системе координат справедливы следующие уравнения движения.

$$\frac{\partial u_j}{\partial x_j} = 0, (2)$$

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + \frac{\partial u_j u_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\nu \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right) + g_i \cdot \beta(T - T_o), (3)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial u_j T}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\lambda}{\rho \cdot c_p \cdot \partial x_j} \right). (i = 1 \div 3) (4)$$

Перечисленные выше уравнения соответственно, уравнение неразрывности (2), сохранение импульса в форме Навье-Стокса (3) и энергии термически сжимаемой жидкости (4). В записанной системе уравнений ρ , ν , λ , c_p , β - соответственно плотность, кинематическая вязкость, теплопроводность, удельная теплоемкость при постоянном давлении, коэффициент объемного термического расширения среды; t - время; u_i - составляющие вектора скорости вдоль декартовых координат x_i ($i = 1 \div 3$); T - температура; P - разность полного и гидростатического давления; g_i - составляющая вектора ускорения свободного падения $\vec{g} = (0, 0, g)$; T_o - температура, при которой жидкость имеет плотность ρ_o .

Применяя осреднение по Рейнольдсу, можно получить уравнение турбулентного движения несжимаемой жидкости или газа. Согласно такому осреднению, мгновенная величина в данной точке пространства может быть представлена в виде суммы осредненной по времени и пульсационной составляющих

$$\varphi = \bar{\varphi} + \varphi' \quad \varphi = (u_i, P, T) (5)$$

Под осредненной по времени величиной $\bar{\varphi}$ понимается величина

$$\bar{\varphi}(x_i, t) = \frac{1}{T} \cdot \int_{t-T/2}^{t+T/2} \varphi(x_i, \tau) d\tau (6)$$

Здесь T - период осреднения (промежуток времени), который достаточно велик по сравнению с периодом турбулентных пульсаций, но мал по сравнению с характерным временем процесса.

Из уравнений (5) и (6) запишем следующие уравнения

$$\bar{\bar{\varphi}} = \bar{\varphi}, \bar{\varphi}' = \bar{\varphi} - \bar{\bar{\varphi}} = 0, \bar{\bar{\varphi}}\bar{\bar{\psi}} = \bar{\varphi}\bar{\psi}, \frac{\partial \bar{\bar{u}}}{\partial x} = \frac{\partial \bar{u}}{\partial x}, \frac{\partial \bar{\bar{u}}}{\partial t} = \frac{\partial \bar{u}}{\partial t} \quad (7)$$

После использования операции осреднения и соотношений (7), это произведе-ние примет вид

$$u_i u_j = (\bar{u}_i + u'_i) \cdot (\bar{u}_j + u'_j) = u_i u_j + \bar{u}_i u'_j + \bar{u}_j u'_i + u'_i u'_j = \bar{u}_i \bar{u}_j + u'_i u'_j \quad (8)$$

В дальнейшем, после осреднения по времени согласно (6), систе-му уравнений несжимаемой вязкой среды (2,3,4) запишем в виде

$$\frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_j} = 0, \quad (9)$$

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \frac{\partial \bar{u}_j \bar{u}_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial \bar{P}}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\nu \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} \right) + g_i \cdot \beta (T - T_o) + \frac{\partial}{\partial x_j} (-\bar{u}'_i \cdot \bar{u}'_j), \quad (10)$$

$$\frac{\partial \bar{T}}{\partial t} + \frac{\partial \bar{u}_j \bar{T}}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\lambda \cdot \partial \bar{T}}{\rho \cdot c_p \cdot \partial x_j} \right) + \frac{\partial}{\partial x_j} (-\bar{T}' \cdot \bar{u}_j). \quad (i = 1 \div 3) \quad (11)$$

Система уравнений (9,10,11) в отличие от системы уравнений (2,3,4), возмо-жна пригодной для описания ламинарного движения, яв-ляется незамкнутой, так как в нее входят неизвестные величины $-\bar{u}'_i \cdot \bar{u}'_j$ и $-\bar{T}' \cdot \bar{u}_j$. Компоненты рейнольдсовых на-пряжений $-\bar{u}'_i \cdot \bar{u}'_j$ и $-\bar{T}' \cdot \bar{u}_j$ системных уравнений (9,10,11) могут быть выра-жены через величины осредненного движения согласно гипотезе Бусси-неска:

$$-\bar{u}'_i \cdot \bar{u}'_j = \frac{\mu_i}{\rho} \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right), \quad (12)$$

$$-\bar{T}' \cdot \bar{u}_j = \frac{\lambda_t}{\rho \cdot c_p} \cdot \frac{\partial \bar{T}}{\partial x_j} \quad (13)$$

где μ_i, λ_t - соответственно турбулентные вязкость и теплопро-водность.

Система уравнений (9,10,11) с учетом выражений (12,13), замк-нутая с помо-щью стандартной “ k - ε ” модели турбулентности, после некоторых преобразований будет иметь вид

$$\frac{\partial u_j}{\partial x_j} = 0, \quad (14)$$

$$\frac{\partial \rho u_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\rho \cdot u_j u_i - \mu_e \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right) = -\frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu_e \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right) + g_i \cdot \beta(T - T_o), \quad (15)$$

$$\frac{\partial \rho T}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\rho \cdot u_j \cdot T - \frac{\mu_e \partial T}{Pr_e \cdot \partial x_j} \right) = 0, \quad (16)$$

$$\frac{\partial \rho \cdot k}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\rho \cdot u_j \cdot k - \frac{\mu_e}{\sigma_k} \cdot \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) = P_k - \rho \cdot \varepsilon, \quad (17)$$

$$\frac{\partial \rho \cdot \varepsilon}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\rho \cdot u_j \cdot \varepsilon - \frac{\mu_e}{\sigma_\varepsilon} \cdot \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right) = \frac{\varepsilon}{k} (c_{\varepsilon 1} \cdot P_k - c_{\varepsilon 2} \cdot \rho \cdot \varepsilon), \quad (18)$$

$$\text{где } \mu_e = \mu + \mu_t, \mu_t = \rho \cdot C_\mu \cdot \varepsilon, \frac{\mu_e}{Pr_e} = \frac{\mu}{Pr} = \frac{\mu_t}{Pr_t},$$

$$P_k = \mu_e \left(2e_{ij} \cdot e_{ji} + \frac{g_i \cdot \beta \cdot \partial T}{\partial x_i} \right), e_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right). \text{ Здесь } \mu_e,$$

λ_e, Pr_e - соответственно эффективные вязкость, тепло-проводность и число Прандтля; k, P_k, ε - кинематическая энергия турбулентных пульсаций, скорости генерации и диссипации турбулентности; Pr_t - турбулентное число Прандтля, $c_{\varepsilon 1}, c_{\varepsilon 2}, \sigma_k, \sigma_e, C_\mu$ - константы модели турбулентности, значения которых приведены в таблице 1
 Постоянные “ $k - \varepsilon$ ” модели турбулентности.

Таблица 1

$c_{\varepsilon 1}$	$c_{\varepsilon 2}$	σ_k	σ_e	C_μ	Pr_t
1,44	1,92	1,0	1,3	0,09	0,86

Для решения системы уравнений (14,15,16,17,18) в нашей задаче определим четыре типа граничных условий, а именно: “твердая стенка”, “плоскость симметрии”, “входной поток”, “выходной поток”.

При граничном условии “твердая стенка” используется условие прилипания

$$u_i = 0 \quad (i = 1 \div 3) \quad (19)$$

Для ламинарных течений величина касательных напряжений (τ_w) на границе определяется законом Стокса

$$\tau_w = \tau_{ij} = 2\mu \cdot e_{ij} \quad (20)$$

В случае турбулентных течений выражение для τ_w находится из выражения для логарифмического профиля скорости с использованием метода пристеночных функций.

$$\frac{u_{i,c}}{\sqrt{\tau_w / \rho}} = \frac{1}{k} \ln \left(E \frac{n_c \sqrt{\rho \cdot \tau_w}}{\mu} \right) \quad (21)$$

где $u_{i,c}$ - компонента скорости в центре пристеночной разности ячейки, n_c - расстояние между стенкой и центром пристеночной ячейки, k - постоянная Т. Кармана, равная 0,41, постоянная E равна 8,41.

Температура на границе (T_w) может быть либо заданной, либо вычислена по заданной плотности теплового потока Q_w . При ламинарном режиме течения температура на стенке находится из выражения:

$$\frac{\partial T}{\partial n} = \frac{\text{Pr}}{c_p \cdot \mu} \cdot Q_w \quad (22)$$

где n - нормаль к границе, направленная вдоль оси координат.

При турбулентном течении уравнение (22) модифицируется в следующее выражение

$$\frac{\partial T}{\partial n} = f Q_w \quad (23)$$

$$f = \frac{1}{c_p \cdot \mu \cdot n'_c} \left[\frac{\text{Pr}_t}{k} \ln \cdot n'_e + C_Q(\text{Pr}) \right] \quad (24)$$

$$C_Q(\text{Pr}) = 12,5 \text{Pr}^{2/3} + 2,12 \ln \text{Pr} - 5,3, \text{ если } \text{Pr} > 0,5 \quad (25)$$

$$C_Q(\text{Pr}) = 12,5 \text{Pr}^{2/3} + 2,12 \ln \text{Pr} - 1,5, \text{ если } \text{Pr} \leq 0,5 \quad (26)$$

$$n'_c = \frac{\rho \cdot C_\mu^{1/4} \cdot k_c^{1/2} \cdot n_c}{\mu} \quad (27)$$

Кинетическая энергия и энергия диссипации турбулентности на стенке равны нулю

$$k = 0, \quad \varepsilon = 0 \quad (28)$$

На «плоскости симметрии» ставится граничное условие

$$\frac{\partial u_s}{\partial n} = u_n = \frac{\partial T}{\partial n} = \frac{\partial k}{\partial n} = \frac{\partial \varepsilon}{\partial n} = 0 \quad (29)$$

где u_s - тангенциальные, u_n - нормальная составляющая вектора скорости.

При граничном условии “входной поток” характеристики турбулентности k и ε на границе задаются в соответствии со следующими выражениями

$$\varepsilon = \frac{k^{2/3}}{\ell_t}, \quad (30)$$

$$\bar{u}^2 = (T_u \cdot u_{in})^2, \quad (31)$$

где \bar{u}^2 - среднеквадратичная скорость турбулентных пульсаций; u_{in} - средняя скорость потока во входном сечении; T_u - степень турбулентности, безразмерный параметр, характеризующий интенсивность турбулентных пульсаций по отношению к средней скорости входного потока

$$\ell_t = a \cdot \ell_{in}, \quad (32)$$

где a - отношение характерного масштаба турбулентности к характерному линейному размеру входного сечения.

$$k = \frac{3}{2} \bar{u}^2 \quad (33)$$

В большинстве случаев параметры T_u и a находятся соответственно в интер-валах ($0 < T_u < 0,2$) и ($0,01 < a < 1,0$).

На “выходной” границе для всех величин Φ ставится условие отсутствия касательных напряжений

$$\frac{\partial \Phi}{\partial n} = 0, \quad (\Phi = u_i, T, k, \varepsilon) \quad (34)$$

Для решения задачи на “выходной” границе систему уравнений турбулентного движения (14,15,16,17,18) необходимо привести к безразмерному виду. Для этого, в качестве характерных приняты следующие величины: длины - L , скорости - u_g , время - L/u_g , давление - $\rho \cdot u_g^2$, разность температур - $(T_{\max} - T_{\min})$, кинетическая энергия тур-

булентности - $k_\epsilon = u_\epsilon^2$ и скорости диссипации турбулентной энергии $\epsilon_\epsilon = k_\epsilon^{3/2} / L$.

При изучении процессов смешанной и вынужденной конвекции за характерные масштабы скорости и длины принимаются значения $u_\epsilon = u_{in}$, $L = \ell_{in}$, свободной конвекции - величины

$$u_\epsilon = \sqrt{g \cdot \beta \cdot L \cdot (T_{max} - T_{min})} \quad (35)$$

В старых обозначениях, система безразмерных уравнений турбулентного конвективного движения будет иметь вид

$$\frac{\partial u_j}{\partial x_j} = 0, \quad (36)$$

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(u_j \cdot u_i - \frac{1}{Re_e} \cdot \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right) = -\frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{1}{Re_e} \cdot \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right) + \frac{Gr_i}{Re^2} \theta, \quad (37)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(u_j \cdot \theta - \frac{1}{Re_e \cdot Pr_e} \frac{\partial \theta}{\partial x_j} \right) = 0, \quad (38)$$

$$\frac{\partial k}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(u_j \cdot k - \frac{1}{Re_e \cdot \sigma_k} \cdot \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) = P_k - \epsilon, \quad (39)$$

$$\frac{\partial \epsilon}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(u_j \cdot \epsilon - \frac{1}{Re_e \cdot \sigma_\epsilon} \cdot \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right) = \frac{\epsilon}{k} (c_{\epsilon 1} \cdot P_k - c_{\epsilon 2} \cdot \epsilon), \quad (40)$$

где

$$\frac{1}{Re_e} = \frac{\mu_e}{\rho \cdot u_\epsilon \cdot L} = \frac{\mu + \mu_t}{\rho \cdot u_\epsilon \cdot L} = \frac{1}{Re} + \frac{1}{Re_t}, \quad (41)$$

$$\frac{1}{Re_t} = \frac{\rho \cdot u_\epsilon \cdot L}{\mu}, \quad (42)$$

$$\frac{1}{Re_e \cdot Pr_e} = \frac{1}{Re \cdot Pr} + \frac{1}{Re_t \cdot Pr_t}, \quad (43)$$

$$P_k = Re_e^{-1} \left(2e_{ij} \cdot e_{ji} + \frac{Gr_i}{Re^2} \cdot \frac{\partial \theta}{\partial x_i} \right), \quad (44)$$

$$e_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \quad (45)$$

Система уравнений (41,42,43,44,45) характеризуется следующими безразмерными параметрами подобия

$$Pr = \frac{C_p \cdot \mu}{\lambda} \quad (46)$$

где Pr - число Прандтля, характеризующее отношение толщины динамического и теплового пограничного слоев.

$$Re = \frac{\rho \cdot u_e \cdot L}{\mu} \quad (47)$$

где Re - число Рейнольдса, выражающее отношение сил инерции и сил вязкого трения.

$$Gr_i = \frac{g_i \cdot \beta \cdot L^3 \cdot \rho^2 \cdot (T_{\max} - T_{\min})}{\mu^2} \quad (48)$$

где Gr_i - число Грасгофа, характеризующее отношение сил плавучести и разности температур к силам вязкости.

Литература:

1. Седов Л. И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики. - М.:Наука,1980.- 448с.

2. Каминарская А. К., Пискарев А. И. Естественная убыль веса рыбы и изменение ее качества при замораживании и холодильном хранении//Холодильная техника. 1970.№ 8. С.11-13.

МЕТОД МАТРИЧНЫХ ОПЕРАТОРОВ СИНТЕЗА ОПТИМАЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ**

Корнюшин Ю. П., Мельников Д. В. (г. Калуга, Калужский филиал МГТУ имени Н.Э. Баумана, каф. «Системы автоматического управления», E-mail: theroland@yandex.ru)

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 09-08-00872)

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калужской области (грант № 11-01-97503)

Abstract. The work describes the theoretical status of a method to build optimal filters both for stationary and nonstationary stochastic processes for use when solving engineering problems. The method is based on the use of matrix operators.

В работе излагаются теоретические положения метода, позволяющего построить оптимальные фильтры, как для стационарных, так и нестационарных случайных процессов, ориентированные на применение при решении инженерных задач. Метод базируется на использовании аппарата матричных операторов [1]. Положения, которые определяют решение ряда задач синтеза в классе стационарных систем, базируются на ключевой зависимости, связывающей спектральные плотности входного $S_{XX}(\omega)$ и выходного $S_{YY}(\omega)$ сигналов системы заданной передаточной функцией $W(j\omega)$:

$$S_{XX}(\omega) = W(j\omega)W(-j\omega)S_{YY}(\omega). \quad (1)$$

Аналогичная формула имеет место, если динамической характеристикой фильтра является матричный оператор \mathbf{A} :

$$\mathbf{C}^{R_{XX}} = \mathbf{A}\mathbf{C}^{R_{YY}}\mathbf{A}^T, \quad (2)$$

где

$$\mathbf{C}^{R_{XX}} = \left(\int_0^T \int_0^T R_{XX}(t_1, t_2) \varphi_i(t_1) \varphi_j(t_2) dt_1 dt_2 \right)_{i,j=1}^l = \left(\mathbf{C}^{R_{XX}} \right)_{i,j=1}^l;$$

$$\mathbf{C}^{R_{YY}} = \left(\int_0^T \int_0^T R_{YY}(t_1, t_2) \varphi_i(t_1) \varphi_j(t_2) dt_1 dt_2 \right)_{i,j=1}^l = \left(\mathbf{C}^{R_{YY}} \right)_{i,j=1}^l.$$

$R_{YY}(t_1, t_2)$, $R_{XX}(t_1, t_2)$ – автокорреляционные функции входного и выходного сигнала; $\mathbf{C}^{R_{YY}}$, $\mathbf{C}^{R_{XX}}$ – соответствующие спектральные характеристики; $\{\varphi_i(t)\}$, $i = \overline{1, l}$ – система ортонормированных функций – базис.

Среднеквадратическая ошибка с использованием зависимости (1) для класса стационарных фильтров в установившемся режиме определяется формулой

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}^2 &= \int_{-\infty}^{\infty} (1-W(j\omega))(1-W(-j\omega))S_{mm}(\omega)d\omega + \int_{-\infty}^{\infty} W(j\omega)W(-j\omega)S_{nn}(\omega)d\omega = \\ &= 2\pi I_n^1(p_1, p_2, \dots, p_r) + 2\pi I_n^2(p_1, p_2, \dots, p_r) = \bar{\sigma}^2(p_1, p_2, \dots, p_r), \end{aligned}$$

где p_1, p_2, \dots, p_r — варьируемые параметры фильтра, оптимальные значения которых $p_1^*, p_2^*, \dots, p_r^*$ находятся с помощью параметрической оптимизации

$$\bar{\sigma}^2(p_1, \dots, p_r) = 2\pi \left(I_n^1(p_1, \dots, p_r) + I_n^2(p_1, \dots, p_r) \right) \rightarrow \min_{p_1, \dots, p_r} .$$

Повторяя аналогичные рассуждения, в отличие от предыдущего случая, справедливые для класса стационарных систем, работающих в неустановившемся режиме и для класса нестационарных систем, можно получить следующую зависимость, определяющую функцию корреляции сигнала ошибки. Поскольку

$$\mathbf{C}^\sigma = \mathbf{C}^m - \mathbf{C}^{\hat{X}} = \mathbf{C}^m - \mathbf{A}(\mathbf{C}^m + \mathbf{C}^n),$$

$$\begin{aligned} M \left[\mathbf{C}^\sigma (\mathbf{C}^\sigma)^\top \right] &= M \left[\left[\mathbf{C}^m - \mathbf{A}(\mathbf{C}^m + \mathbf{C}^n) \right] \left[\mathbf{C}^m - \mathbf{A}(\mathbf{C}^m + \mathbf{C}^n) \right]^\top \right] = \\ &= M \left[\left[\mathbf{C}^m - \mathbf{A}\mathbf{C}^m - \mathbf{A}\mathbf{C}^n \right] \left[\mathbf{C}^m - \mathbf{A}\mathbf{C}^m - \mathbf{A}\mathbf{C}^n \right]^\top \right] = \\ &= M \left[\mathbf{C}^m (\mathbf{C}^m)^\top + \mathbf{C}^m (-\mathbf{A}\mathbf{C}^m)^\top + \mathbf{C}^m (-\mathbf{A}\mathbf{C}^n)^\top + \right. \\ &\left. \mathbf{C}^{R_{\sigma\sigma}} = \mathbf{C}^{R_{mm}} - \mathbf{C}^{R_{nm}} \mathbf{A}^\top - \mathbf{C}^{R_{mn}} \mathbf{A}^\top - \mathbf{A}\mathbf{C}^{R_{nm}} + \mathbf{A}\mathbf{C}^{R_{mm}} \mathbf{A}^\top + \right. \\ &\left. + \mathbf{A}\mathbf{C}^{R_{mn}} \mathbf{A}^\top - \mathbf{A}\mathbf{C}^{R_{nn}} + \mathbf{A}\mathbf{C}^{R_{nn}} \mathbf{A}^\top + \mathbf{A}\mathbf{C}^{R_{nn}} \mathbf{A}^\top = \mathbf{C}^{R_{\sigma\sigma}}, \right. \end{aligned}$$

где $\mathbf{C}^{R_{mm}}$, $\mathbf{C}^{R_{nn}}$, $\mathbf{C}^{R_{\sigma\sigma}}$ — спектральные характеристики корреляционных функций полезного сигнала $m(t)$ и помехи $n(t)$ и ошибки соответственно, причем сигналы $m(t)$ и $n(t)$ не коррелированы; \mathbf{I} — единичная матрица.

Если сигналы $m(t)$ и $n(t)$ не коррелированы, то $\mathbf{C}^{R_{\sigma\sigma}}$ имеет вид

$$\mathbf{C}^{R_{\sigma\sigma}} = \mathbf{C}^{R_{mm}} (\mathbf{I} - \mathbf{A}^\top) + \mathbf{A}\mathbf{C}^{R_{mm}} (\mathbf{A}^\top - \mathbf{I}) + \mathbf{A}\mathbf{C}^{R_{nn}} \mathbf{A}^\top. \quad (2)$$

Постановка задачи (в каком режиме работает фильтр), класс фильтров (стационарный или нестационарный), классы случайных процессов (стационарные и нестационарные) определяют структуру фильтра и варьируемые параметры p_1, p_2, \dots, p_r . Учитывая известные факторы, которые определяет проектировщик в процессе проектирования системы, можно задать избыточную структуру фильтра и провести соответствующее исследование с конструктивными выводами. С учетом сказанного можно записать

$$\mathbf{C}^{R_{\sigma\sigma}}(p_1, p_2, \dots, p_r) = \mathbf{C}^{R_{mm}}(\mathbf{I} - \mathbf{A}^T(p_1, p_2, \dots, p_r)) + \\ + \mathbf{A}(p_1, p_2, \dots, p_r)\mathbf{C}^{R_{mm}}(\mathbf{A}^T(p_1, p_2, \dots, p_r) - \mathbf{I}) + \mathbf{A}(p_1, p_2, \dots, p_r)\mathbf{C}^{R_{mm}}\mathbf{A}^T(p_1, p_2, \dots, p_r).$$

Можно выбрать несколько критериев оптимизации, например нормы матрицы $\mathbf{C}^{R_{\sigma\sigma}}(p_1, p_2, \dots, p_r)$, и минимизировать их:

$$\left\| \mathbf{C}^{R_{\sigma\sigma}}(p_1, p_2, \dots, p_r) \right\|_m = \max_i \sum_j \left| c_{ij}^{R_{\sigma\sigma}}(p_1, p_2, \dots, p_r) \right| \rightarrow \min_{p_1, p_2, \dots, p_r}; \quad (3)$$

$$\left\| \mathbf{C}^{R_{\sigma\sigma}}(p_1, p_2, \dots, p_r) \right\|_l = \max_j \sum_i \left| c_{ij}^{R_{\sigma\sigma}}(p_1, p_2, \dots, p_r) \right| \rightarrow \min_{p_1, p_2, \dots, p_r}; \quad (4)$$

$$\left\| \mathbf{C}^{R_{\sigma\sigma}}(p_1, p_2, \dots, p_r) \right\|_k = \sqrt{\sum_{i,j} \left(c_{ij}^{R_{\sigma\sigma}}(p_1, p_2, \dots, p_r) \right)^2} \rightarrow \min_{p_1, p_2, \dots, p_r}. \quad (5)$$

В качестве критерия, как уже неоднократно отмечалось, можно использовать норму разности матриц в правой и левой частях матричного соотношения:

$$\mathbf{A}(p_1, p_2, \dots, p_r)\mathbf{C}^{R_{mm}+R_{nn}}\mathbf{A}^T(p_1, p_2, \dots, p_r) - \mathbf{C}^{R_{mm}} = \mathbf{C}^E(p_1, p_2, \dots, p_r).$$

Тогда оптимальные значения варьируемых параметров $p_1^*, p_2^*, \dots, p_r^*$ находятся исходя из следующей зависимости:

$$\left\| \mathbf{A}(p_1, p_2, \dots, p_r)\mathbf{C}^{R_{mm}+R_{nn}}\mathbf{A}^T(p_1, p_2, \dots, p_r) - \mathbf{C}^{R_{mm}} \right\| \rightarrow \min_{p_1, p_2, \dots, p_r}. \quad (7)$$

Оператор $\mathbf{A}(p_1^*, p_2^*, \dots, p_r^*)$ является оптимальным оператором.

Приведенные выше положения позволяют рассчитать матричный оператор \mathbf{A}^* . Можно воспользоваться известными положениями вариационного исчисления, применяя их к (2), что приводит к необходимости решения в общем случае нелинейной системы алгебраических уравнений относительно варьируемых параметров p_1, p_2, \dots, p_r . Структурная схема алгоритма синтеза линейного (стационарного или нестационарного) фильтра представлена на рис. 1.

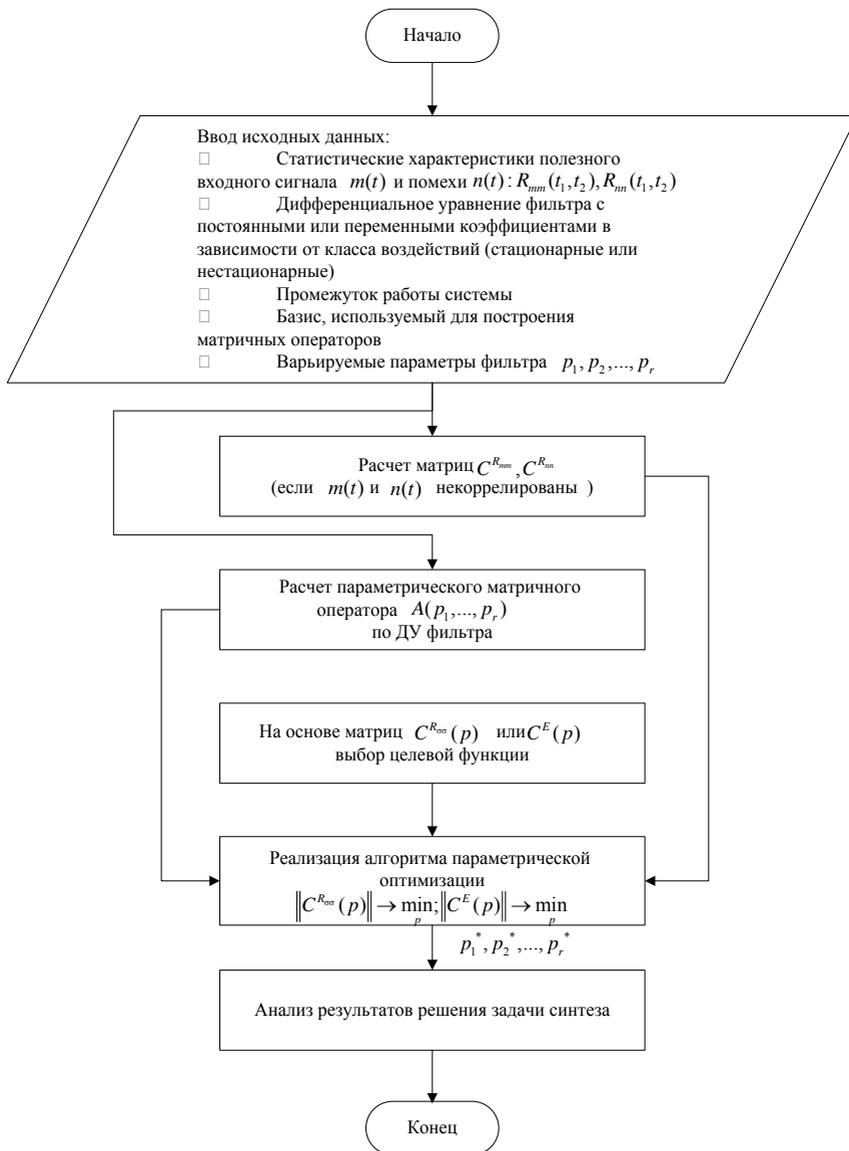


Рис. 1. Структурная схема алгоритма синтеза оптимальных линейных фильтров

Критерий (7) позволяет найти параметры фильтра исходя их равенства автокорреляционных функций эталонного (входного) и выходного сигналов системы, поэтому его можно назвать критерием близости корреляционных функций. В практических приложениях наиболее часто достаточно обеспечить равенство дисперсий эталонного (входного) и выходного сигналов, например СКО промаха ракеты. Эта задача решается тем точнее, чем точнее будет решена задача (7) — задача решения переопределенной системы из l^2 уравнений с r неизвестными, решение которой имеет определенный предел точности. Если мы решаем задачу вычисления параметров фильтра исходя из равенства дисперсий, то можно в (7) усилить или уменьшить роль отдельных связей между искомыми параметрами таким образом, чтобы увеличить точность приближения именно дисперсий. Для этого целесообразно использовать следующий критерий:

$$\left\| \mathbf{C}^{D_{xx}}(p_1, p_2, \dots, p_r) - \mathbf{C}^{D_{mm}} \right\| \rightarrow \min_{p_1, p_2, \dots, p_r}, \quad (8)$$

что равносильно решению также переопределенной системы, но уже из

l уравнений с r неизвестными. Вычислить $\mathbf{C}^{D_{xx}}(p_1, p_2, \dots, p_r)$ можно, зная $\mathbf{C}^{R_{xx}}(p_1, p_2, \dots, p_r)$, следующим образом:

$$c_z^{D_{xx}}(p_1, p_2, \dots, p_r) = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^l c_{ij}^{R_{xx}}(p_1, p_2, \dots, p_r) a_{ij}^z, \quad z = \overline{1, l},$$

где элементы матрицы a_{ij}^z определяются только ОНБ с весом $\rho(t)$:

$$\mathbf{A}^z = \left\{ a_{ij}^z = \int_0^T \rho(t) \varphi_i(t) \varphi_j(t) \varphi_z(t) dt \right\}_{i,j=1}^l, \quad z = \overline{1, l}.$$

Матрицы $\mathbf{A}^z, z = \overline{1, l}$ выполняют роль масштабирования системы (8) таким образом, чтобы обеспечить равенство спектральных характеристик дисперсий входного и выходного сигналов. Используя операцию поэлементного умножения матриц ($\cdot \times$), (8) можно переписать следующим образом:

$$c_z^{D_{xx}}(p_1, p_2, \dots, p_r) = \text{sum} \left(\mathbf{C}^{R_{xx}}(p_1, p_2, \dots, p_r) \cdot \mathbf{A}_z \right), \quad z = \overline{1, l}$$

$$c_z^{D_{xx}}(p_1, p_2, \dots, p_r) = \text{sum} \left(\left(\mathbf{A}(p_1, p_2, \dots, p_r) \mathbf{C}^{R_{mm} + R_{nn}} \mathbf{A}^T(p_1, p_2, \dots, p_r) \right) \cdot \mathbf{A}_z \right),$$

где **sum** означает суммирование всех элементов матрицы.

Критерий (5.109) можно назвать критерием близости дисперсий. Аналогично можно преобразовать критерии (3) – (5), минимизировав соответствующие нормы вектора $\mathbf{C}^{D_{\sigma\sigma}}(p_1, p_2, \dots, p_r)$.

Рассмотренный подход к решению задачи синтеза оптимальных фильтров предполагает, что структурная схема оптимального фильтра может задаваться в любой форме, например в форме передаточной функции, с неизвестными коэффициентами (параметрами p_1, p_2, \dots, p_r), и процесс расчета фильтра сводится к задаче минимизации выбранного критерия относительно искомых параметров. В общем же случае можно найти матричный оператор оптимального фильтра \mathbf{A}^* , по которому можно найти соответствующее дифференциальное уравнение [2].

Литература:

1. Матричные методы расчета и проектирования сложных систем автоматического управления для инженеров / Под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Егупова. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 664 с.
2. Егупов Н. Д., Корнюшин Ю. П., Мельников Д. В., Построение математической модели регулятора в форме дифференциального уравнения по известному матричному оператору операторов // Материалы Всероссийской НТК “Научно-технические технологии в приборостроении и развитии инновационной деятельности в вузе”. - М: Издательство МГТУ, 2010. С. 160–162.

МЕХАНИЗМЫ СОГЛАСОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ И ГРУППОВЫХ ЦЕЛЕЙ ПРОГРАММНЫХ АГЕНТОВ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Маслобоев А. В. (*г. Анатиты, ИИММ КНЦ РАН, лаборатория Региональных информационных систем, e-mail: masloboev@iimm.kolasc.net.ru*)

Abstract. The paper considers application of state-of-the-art information technologies for regional development security management information

support. An agent-based model of the region shared information environment has been developed. The model provides a technological foundation for information and analytical support of organizational structures activity in the field of regional subsystems development security support based on multi-agent approach. The software agent coalition communication technology implementing negotiation mechanisms of agent individual and group goals based on fuzzy-set theory in the open peer-to-peer multi-agent information systems has been proposed.

Современное геополитическое, социально-экономическое положение Российской Федерации (РФ) обуславливают ряд проблем внешнего и внутреннего характера, касающихся обеспечения безопасности в различных сферах и уровнях организации социума. На настоящем и последующих этапах развития общественных отношений безопасность выступает важнейшим фактором устойчивого развития. Особую значимость эта проблема приобретает для Арктических регионов, превращающихся в одну из основных баз будущего развития страны. В связи с этим, одной из главных целей государственной политики РФ в Арктике с точки зрения обеспечения национальной безопасности страны является развитие сферы информационных технологий и связи [1]. Единое информационное пространство, сформированное с учетом специфических особенностей Арктической зоны РФ, способно обеспечить системообразующую основу при подготовке, планировании и реализации мероприятий государственной политики в Арктике. Мурманская область - уникальный Арктический регион с точки зрения ее геополитического и геоэкономического положения, роли в обеспечении обороноспособности страны, запасов природных ресурсов. Город Мурманск - «форпост» России в Арктической зоне. К основным видам безопасности Мурманской области относятся экономическая, техногенная, экологическая, социальная. В связи с этим, актуальным представляется организация и проведение отдельных комплексных исследований в сфере создания и развития когнитивных компьютерных технологий информационно-аналитической поддержки управления безопасностью развития Арктических регионов (на примере Мурманской области) и разработки принципов формирования единого информационного пространства Арктической зоны РФ.

Поэтапное формирование единого информационного пространства региона в рамках проекта по созданию на территории Мурманской области специализированного Центра исследований и обеспечения безопасности в Арктике (ЦИОБА) предполагает в итоге создание открытой расширяемой многофункциональной информационно-

аналитической среды (инфраструктуры безопасности), ориентированной на управление комплексной безопасностью развития региональной социально-экономической системы, наделенной потенциалом к саморазвитию и способностью адаптации к динамичному стохастическому характеру функционирования внешнего и внутреннего окружения региона. Формирование единой информационной инфраструктуры безопасности региона обеспечит повышение эффективности взаимодействия организационных структур, на которых возложены функции по обеспечению безопасности функционирования конкретных региональных подсистем и их компонентов. В качестве технологической платформы для практической реализации и развертывания такой инфраструктуры предложено использовать современные технологии одноранговых распределенных информационных систем, интеллектуальные информационные технологии, в частности технология мультиагентных систем, а также Интернет-технологии и средства телекоммуникаций [2].

Использование технологии мультиагентных систем на основе сервис-ориентированной архитектуры (SOA – service-oriented architecture) позволит создать адекватную среду информационно-аналитической поддержки управления безопасностью развития региона, учитывая распределенность, динамичность и структурную сложность образующих его подсистем. Основу сервис-ориентированного подхода составляет принцип агентной ориентации, который заключается в использовании в качестве компонентов распределенных информационных систем интеллектуальных агентов, автономно функционирующих и обладающих целенаправленным поведением. При таком подходе агенты реализуются в виде Web-сервисов. На интеллектуальных про-активных агентов могут быть возложены функции управления отдельными аспектами безопасности регионального развития, а на основе проблемно-ориентированных коалиционных взаимодействий агентов возможно будет обеспечить эффективное функционирование самоорганизующейся инфраструктуры безопасности региона и ее отдельных компонентов, а также поддержание приемлемого уровня безопасности развития на перспективу. Технологии разработки распределенных мультиагентных систем на основе SOA и преимущества использования Web-сервисов для реализации агентов представлены в работе [3].

Эффективной формой реализации информационной инфраструктуры безопасности региона (ИИБР) является единая виртуальная среда, обеспечивающая возможности интеграции в рамках одной системы разнородных компонентов: баз данных и знаний, систем информационно-аналитической поддержки хозяйственной, экологической, научно-образовательной и инновационной деятельности, систем математиче-

ского и ситуационного моделирования для комплексного исследования и прогнозирования угроз безопасности функционирования региональных подсистем, а также обеспечивающая платформу для функционирования мобильных программных агентов, представляющих интересы реальных субъектов и организационных структур обеспечения безопасности. Структура и логика функционирования ИИБР на основе Интернет-технологий представлена на рис. 1.

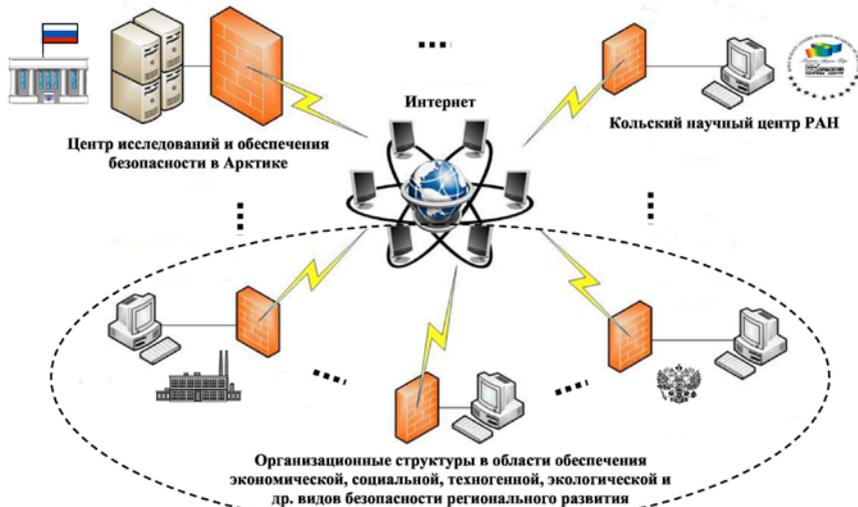


Рис. 1. Информационное взаимодействие организационных структур в области обеспечения безопасности функционирования региональных подсистем на основе Интернет-технологий

Одной из важных проблем, неизбежно возникающих при практической реализации агентно-ориентированной информационно-аналитической среды поддержки управления безопасностью регионального развития, является согласование индивидуальных и групповых целей программных агентов, представляющих в виртуальной среде организационные структуры безопасности, при совместном решении задач в области обеспечения безопасности функционирования региональных подсистем.

В направлении решения данной задачи в ходе исследований предложены механизмы согласования индивидуальных и групповых целей программных агентов в одноранговых мультиагентных информационных системах. Реализация разработанных механизмов позволила обеспечить автоматизированный проблемно-ориентированный поиск агентов «совместной деятельности», стремление к достижению собст-

венной цели которых влечет приближение к групповой цели формируемой коалиции агентов при решении конкретной задачи в области обеспечения региональной безопасности. Для формального описания процессов взаимодействия между агентами и процедур согласования индивидуальных и групповых целей использован математический аппарат теории нечетких множеств [4].

Роли и индивидуальные цели разнотипных агентов определяются в зависимости от постановки пользовательских задач и от функций, которые они выполняют в системе. Групповая цель коалиции агентов определяется в виде целевой функции от индивидуальных целей входящих в данную коалицию агентов. Вступление нового агента в коалицию возможно только в том случае, когда это максимизирует целевую функцию, описывающую групповую цель коалиции. Возможности достижения индивидуальных и формирования совместных целей зависят от типов (стиля поведения) взаимодействующих агентов.

Основные типы взаимодействия агентов выделяются на основе анализа их целей и установления их совместимости (или несовместимости). В частности, когда цели агентов абсолютно несовместимы, то удовлетворение цели одного из них ведет к неудовлетворению целей другого. Необходимым условием кооперации агентов является требование о том, чтобы живучесть (время жизни) одного агента не уменьшалась при его взаимодействии с другими агентами [5]. Формирование совместной цели возможно в двух различных случаях: 1) цели отдельных агентов близки или практически совпадают; 2) цель, сформированная одним агентом, полностью принимается другими агентами.

Весь возможный диапазон взаимодействия агентов представляется с помощью трехзначной функции, значения которой выражают три предельных случая: +1 - положительное взаимодействие (содействие / цели согласованы); -1 - отрицательное взаимодействие (противодействие / цели несогласованы); 0 - нейтральное взаимодействие (безразличие / относительная согласованность целей) агентов. Взаимодействие между агентами характеризуется не только знаком, но и различной силой (интенсивностью) и описывается некоторым числом из интервала $[-1; +1]$. Различные виды взаимодействия агентов в мультиагентной среде представляются нечеткими отношениями. При решении задачи распределения множества агентов на множество групп агентов по совокупности критериев, характеризующих собственные цели агентов системы, на множестве агентов задается нечеткое бинарное отношение сходства целей агентов. При этом задача распределения может пониматься как построение множеств уровня для нечеткого отношения сходства.

Вместе с тем, для решения задач оценки доверительных отношений между агентами и согласования индивидуальных и групповых целей в процессе межагентных коммуникаций предлагается использовать существующие разработки в области мультиагентных систем поддержки принятия решений – использование интеллектуальных агентов с имитационным аппаратом [6], в рамках которых реализуется подход к интеграции концептуального моделирования, мультиагентных технологий и системно-динамического моделирования, что позволяет получить качественно новые решения в области создания систем информационно-аналитической поддержки функционирования и развития сложных динамических систем. Возможность агентов прогнозировать на основе системно-динамического моделирования последствия своего поведения в виртуальной среде (едином информационном пространстве региона) с учетом возможных изменений среды и действий других агентов позволяет субъектам - «владельцам» агентов оперативно сформировать и сопоставить варианты своего поведения в реальном мире.

Для представления знаний в ИИБР предложено использовать онтологию как динамично развивающаяся и перспективная форма представления знаний [7]. Онтология задает интеллектуальность агента - чем точнее составлена онтология, чем более корректно обозначены связи, тем полнее агент представляет предметную область, для которой он существует. Функции онтологии выполняет концептуальная модель системы управления безопасностью регионального развития, являющаяся частью ментальной подсистемы гибридной InteRRap-архитектуры агента. Она определяет цели и правила взаимодействия агентов, а также отношения между ними.

Формирование коалиций агентов «по интересам» в области обеспечения безопасности осуществляется посредством отображения целей агентов на древовидные концептуальные модели предметной области, последующей локализации основной части поисковых и иных запросов агентов внутри группы, и дальнейшего анализа активности их коммуникаций друг с другом. В качестве семантической метрики для оценки сходства интересов агентов используется расстояние между вершинами графа концептуальной модели региональной безопасности.

Для практической реализации протоколов коммуникации и механизмов согласования индивидуальных и групповых целей программных агентов использована программная инструментальная среда разработки агентов и мультиагентных систем JADE (Java Agent Application Development Environment). Для поддержания эффективного информационного обмена и обеспечения единых стандартов диалога между агентами системы используется специальный язык FIPA's ACL.

Начальным этапом на пути формирования единого информационно-пространства Арктической зоны РФ является разработка специализированного веб-ресурса - Арктического Интернет-портала, реализующего основные принципы и концепцию ЦИОБА. В технологическую основу портала будут заложены существующие и разрабатываемые информационные технологии распределенной обработки данных и управления, методы интеллектуального анализа информации и инструменты моделирования, образующие в комплексе эффективные средства информационно-аналитической поддержки управления комплексной безопасностью развития Арктических регионов.

Литературы:

1. Постановления Правительства РФ «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу».- Режим доступа: <http://www.scrf.gov.ru/documents/98.html>.
2. Емельянов С.В., Попков Ю.С., Олейник А.Г., Путилов В.А. Информационные технологии регионального управления.- М.: Едиториал УРСС, 2004.- 400 с.
3. Филиппов В.А., Щукин Б.А., Тюрина Н.Г. и др. Интернет и семантический WEB.- М.: Ленанд, 2007.- 104 с.
4. Заде Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений: Математика сегодня. – М.: Дрофа, 2000.- 65 с.
5. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. - М.: УРСС, 2002. - 352 с.
6. Маслобоев А.В. Гибридная архитектура интеллектуального агента с имитационным аппаратом // Вестник МГТУ: Труды Мурманского государственного технического университета.– 2009. – Т. 12, №1. - Мурманск: МГТУ, 2009. – С. 113-125.
7. Ломов П.А., Шишаев М.Г. Интеграция онтологий с использованием тезауруса для осуществления семантического поиска // Информационные технологии и вычислительные системы.- 2009.- №3.- С.49-59.

ИЗУЧЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ХРАНИЛИЩЕ ОЯТ В ГУБЕ АНДРЕЕВА НА ОСНОВЕ АДИАБАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СЦР

Наумов А. В. (*г. Анатимы, Горный институт КНЦ РАН, naumovan-dreyvadimovich@yahoo.com*)

Abstract. Abstract. For the calculation of self-sustaining fission chain reaction of nuclear fuel is proposed to use the adiabatic approximation of the point neutron kinetics. The substantiation of this approach and estimated calculations for potentially possible incidents with occurrence of an above-critical condition for a regional storehouse for spent nuclear fuel at Andreeva Bay are executed.

Введение. В северном регионе страны давно встала проблема безопасного хранения ОЯТ, и фактически для основного его количества, находящегося в ячейках блоков сухого хранения (БСХ) губы Андреева, она не решена. В настоящее время выполняется ряд международных программ, предусматривающих ликвидацию хранилища БСХ и вывоз ОЯТ из губы Андреева с помощью финансовых иностранных государств (1,2). В работе (1) специалистов Федерального медико-биологического агентства (ФМБА) дано описание разработанного Санкт-Петербургским институтом ВНИПИЭТ обоснования инвестиций (ОБИН) в извлечение и вывоз ОЯТ из блоков сухого хранения БСХ губы Андреева. В ОБИН состояние ОЯТ названо опасным, чреватым потенциальной возможностью СЦР и радиоактивного выброса. Выброс радионуклидов в процессе аварии с СЦР в ячейке БСХ оценен в пределах $5,2 \cdot 10^7 - 1,5 \cdot 10^{13}$ Бк для группы РБГ, $^{131-135}\text{I}$, ^{137}Cs и ^{90}Sr (2, стр. 4).

При выборе технологии обращения с ОЯТ и выгрузки его из обводненных ячеек БСХ, в частности, основной проблемой является обеспечение безопасности персонала при условиях СЦР. В одной из ряда посвященных губе Андреева работ директора Международного центра экологической безопасности (МЦЭБ) А.П. Васильева, написанной совместно с А.В. Григорьевым из Росатома, отмечено: «Расчёты, проведённые в НИКИЭТ, ФЭИ и НУКЕМ, показали, что существует опасность возникновения самопроизвольной цепной реакции (СЦР) при выгрузке чехлов из ячеек» (2). Однако полнота исходных данных, позволяющая воспроизвести результаты, необходимые детали моделей, а также такие результаты, как динамика выделения мощности, в этой и других публикациях практически отсутствуют.

Восполняют недостаток информации в части описания ядерного топлива, условий его наработки в судовых реакторах и состояния при хранении недавние публикации. К ним относятся работа профессора Лебедева В.А. (3), статья сотрудников Горного института Наумова В.А. и Караваевой Е.В. на тему о возможности образования критической массы в контейнере с отработанным ядерным топливом (4), патент сотрудников Центра технологии судостроения и судоремонта (5), а также новая информация экологической организации Беллуна (6). В то же время, публикации по течению процесса СЦР, по обоснованию математических моделей для оценки мощности и других динамических характеристик «существующей опасности» фактически все еще отсутствуют.

Постановка и решение задачи. Объектом исследования данной работы являются характеристики процесса СЦР, происходящего в результате ввода реактивности, значительно превышающей долю запаздывающих нейтронов в объеме воды, содержащей диспергированное отработавшее ядерное топливо. Поставлена задача описания следующих параметров кинетики аварии СЦР в точечном приближении: хода нейтронной мощности, выделенной энергии, времени процесса для тех видов ядерного топлива, которые, согласно работе (3), хранятся в БСХ гуды Андреева: UO_2 и $UAlX$.

В соответствие с известными физическими условиями в ячейке БСХ и ее геометрией предположим, что величина вводимой реактивности $\rho(t)$ значительно превышает долю запаздывающих нейтронов β_{eff} , а вкладом запаздывающих нейтронов можно пренебречь. Ввиду предполагаемого быстрого ввода реактивности, его можно описать мгновенным скачком в начальный момент времени:

$$\rho'(t) = \rho(t = 0) - \beta_{eff}$$

Кроме того, будем считать, что реактивность линейно зависит от выделенной энергии, которая полностью поглощается топливом (7):

$$\rho(t) = \rho' - \gamma \cdot E(t) = \rho' - \delta \cdot \int_0^t N(t') dt'$$

В рамках адиабатического приближения теплообменом между топливом и водой в силу быстроты процесса выделения энергии можно пренебречь. Тогда уравнение кинетики для мощности СЦР имеет вид:

$$\frac{dN(t)}{dt} = \frac{\rho(t) - \beta_{eff}}{l} N(t).$$

Решение последнего уравнения, приведенное в (7), выражается следующими формулами для мощности и энергии СЦР:

$$N(t) = \frac{2c^2 A e^{-ct}}{b(Ae^{-ct} + 1)^2},$$

$$E(t) = \frac{\alpha_0 + c}{b} \left[\frac{1 - e^{-ct}}{Ae^{-ct} + 1} \right],$$

$$c = \sqrt{\alpha_0^2 + 2bN_0}, \quad A = \frac{c + \alpha_0}{c - \alpha_0}, \quad \alpha_0 = \frac{\rho'}{l}, \quad b = \frac{\delta}{l}, \quad \delta = -\frac{\alpha_f}{m \cdot c_p},$$

где m - масса топлива; c_p - удельная теплоемкость топлива, принимаемая постоянной; α_f - температурный коэффициент реактивности (эффект Доплера); N_0 - начальная мощность, связанная с процессом образования нейтронов в отработавшем топливе.

По мере разогрева топлива реактивность снижается, что сначала уменьшает рост мощности, последняя достигает максимума, а затем снижается.

В экспериментах на импульсной установке TRIGA была показана приемлемость адиабатической модели для случая ввода избыточной реактивности $\rho(t) > (1 - 1,5)\beta_{eff}$ (7).

Полученное решение было рекомендовано для оперативного анализа проблем ядерной безопасности. Такие проблемы могут возникнуть при выгрузке чехла из ячейки БСХ губы Андреева (1),(2) или при обводнении контейнеров с ОЯТ (4). При совпадении некоторых гипотетических условий в ячейке с деградировавшим топливом имеет место надкритическое состояние, эквивалентное вводу реактивности порядка нескольких β_{eff} , см. рис.8 из работы (2). Таким образом, условие $\rho(t) > (1 - 1,5)\beta_{eff}$ выполняется.

Динамика основных характеристик СЦР для мгновенного ввода (добавления) реактивности величиной в обводненную ячейку БСХ с UO_2 или UAl_x , рассчитанная по приведенному выше алгоритму с учетом подготовленных автором констант, показана на рис.1. В первом случае вводится $2\beta_{eff}$, что примерно соответствует данным (2), во втором $3,2\beta_{eff}$. Процесс СЦР занимает около 0,3 секунды для топлива на

основе UO_2 , однако практически вся энергия выделяется быстрее, в течение 0,02 секунды в интервале 0,18-0,2 сек, достигая значения 7 МДж. Этой энергии недостаточно для достижения точки плавления данного вида топлива вследствие его высокой температуры плавления (3120 К).

В случае СЦР с топливом на основе UAl_x вводимая реактивность составляет $3,2 \beta_{eff}$; это приводит к выделению энергии более 15 МДж, а продолжительность СЦР сокращается примерно в 2 раза. Поскольку топливо на основе UAl_x имеет примерно вдвое меньшую по сравнению с двуокисью урана температуру плавления и не сильно отличается теплоемкостью, плавление частиц топлива возможно. Более того, энергии СЦР достаточно для дальнейшего перегрева частиц расплавленного топлива на несколько сот градусов.

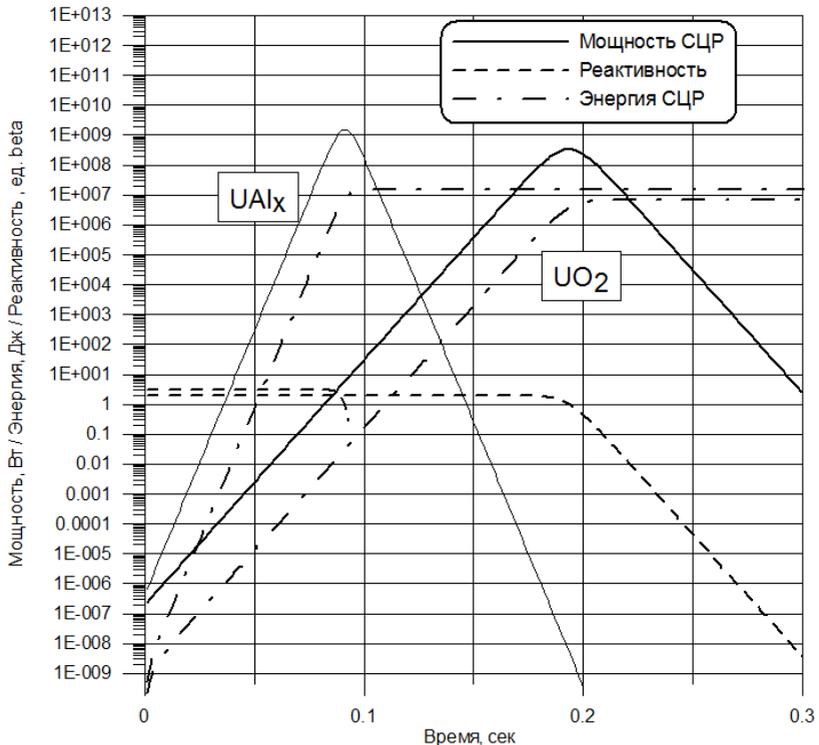


Рис. 1 Основные характеристики СЦР в БСХ

Таким образом, несмотря на относительную простоту адиабатической модели нейтронной кинетики, она обеспечивает результаты подобные результатам (1) и (2), полученным в институте НИКИЭТ, в дру-

гих организациях, и учтенных в ОБИН. Представленные результаты показывают, что инциденты с СЦР в ячейках хранилища губы Андреевой могут привести к плавлению отработавшего ядерного топлива на основе UAl_x .

В случае топлива на основе UAl_x , обладающего примерно вдвое меньшей температурой плавления по сравнению с двуокисью урана, не сильно отличающегося от нее своими нейтронно-физическими параметрами и теплоемкостью, (4), плавление частиц топлива в аналогичных условиях не исключено.

Литература:

1. Securing Safety of the Spent Nuclear Fuel Management and its Removal from Andreeva Bay. The Role of the Supervision Bodies in Assessment of Documentation Developed M. F. Kiselev, N. K. Shandala, M. K. Sneve, N. P. Sajarin, V. V. Romanov. - 12 p. <http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/NEFW/CEG/documents/ws022010/eng/2.3.1ShandalaPaperEngl.pdf>. Дата обращения: 17/02/2011.
2. Васильев А. П., Григорьев А. В. Анализ радиационных рисков для персонала при работах на объектах в губе Андреева и меры по их снижению http://www2.vniitf.ru/downloads/miass/reports_pdf/a_vasiliev.pdf Дата обращения: 28/11/2010.
3. Лебедев В.А. Ядерная энергетика и атомный подводный флот/ Атомная стратегия XXI . - СПб. Эл. сурс: www.proatom.ru/files/as41_18_36.pdf. Дата обращения: 18/09/2010.
4. Наумов В.А., Караваева Е.В. Оценка возможности образования критической массы в контейнере с отработанным ядерным топливом. Вестник МГТУ, том 12, №4, 2009 г. стр.731-734.
5. Александров Н. И., Лямин П.Л., Митрофанов С. А., Павлова Л.С. Патент №2373588: «Способ и устройство перечехловки и дефектации облученных тепловыделяющих сборок, находящихся в дефектных чехлах» Держатель патента ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта». Дата публикации заявки: 27.06.2009. <http://bd.patent.su/2373000-2373999/pat/servlet/servlet8652.html> Дата обращения: 18/09/2010.
6. Никитин А. Атомная губа Андреева/ Рабочие материалы Беллоны. Ноябрь 2009. 40с. Эл. ресурс: http://www.bellona.ru/files/fil_Bellona-Working-Paper-Andreyeva-BayRU.pdf. Дата обращения: 24.02.2011.
7. Ravnik M. Reactor Physics of Pulsing: Fuchs - Hansen Adiabatic Model Reactor/ Infrastructure Centre J. Stefan Institute. - Ljubljana,

Slovenia. http://www.rcp.ijs.si/ric/pulse_operation-s.html Дата обращения: 18/09/2010.

МОДЕЛЬ МИКРОСТРУКТУРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАСПЛАВА И ВОДЫ

Наумов А. В. (*Анатомы, Горный институт КНЦ РАН, naumovandreyvadimovich@yahoo.com*)

Abstract. Will presented original model of energy conversion from melted particles belong to submillimeter range in energy of the explosion in a water. The model includes the description of the process of the heat transfer by conduction after destruction of one melted particle and forming the periodic structure, consisting of a) of the flat layers melt and b) of the flat layers of water. Cite an instance calculation a consequence to damages with melting such fuel type as UO_2 and UAl_x . It is made suggestion that known as steam explosion under such interaction has other nature that is to say in general is not "steam".

Введение. Интерес к физике рассеянных в объеме холодной жидкости микрочастиц (капель) расплава связан с возможностью очень быстрого теплового взаимодействия и «парового» взрыва. Такая смесь, в частности, может образоваться при попадании в воду частиц отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) в процессе расплавления активной зоны ядерного реактора при тяжелой аварии типа произошедших на АЭС ТМ1-2 в США 1979 года или аварии на АЭС Фукусима в 2011 году.

Явление парового взрыва при взаимодействии расплавленных частиц с водой вообще интенсивно изучается и не только в связи с безопасностью ядерной энергетики, но и в вулканологии и в ряде новых областей науки. Выделяют ряд характерных процессов при таком взаимодействии: дефрагментация крупных частиц расплава на мелкие, коллапс паровой пленки, нестабильность поверхности, смешение жидкостей, образование пара, расширение и детонация с образованием ударной волны.

В настоящее время практически во всех теоретических и экспериментальных работах по взаимодействию расплава с водой обращается большое внимание на определение коэффициента конверсии тепловой энергии расплава в механическую энергию взрыва. Для этого создаются численные модели переноса тепла от горячего расплавленного топлива в недогретую жидкость, проводится ряд экспериментов. Одной из проблем соответствия моделей парового взрыва и экспериментов является отсутствие или минимальное образование пара в этих экспериментах.

Постановка и решение задачи. Объектом исследования является тепловое взаимодействие частиц расплава, например, расплава ядерного топлива или частиц ОЯТ, с водой. Поставлена задача определения конверсии для распространенных видов ядерного топлива UO_2 и $UAlX$, при взаимодействии с водой в предположении нестационарного переноса тепла в плоской геометрии топливо-вода.

Для решения этой задачи разработана модель конверсии тепла от топлива к воде в микроячейке частицы топлива на этапе, предваряющем взрыв. При этом предполагается, что на рассматриваемом этапе процесса, наступившего после дефрагментации, частица расплава топлива имеет характерный размер 20-200 микрометров.

Предполагается, что в процессе межфазного взаимодействия горячего расплава частицы топлива с водой наступает момент проникновения небольшой доли воды в объем частицы, при этом образуется гетерогенная структура, в которой слои топлива и воды чередуются. Характерный размер слоев гораздо меньше размера частицы и, по предположению, составляет 1 мкм для жидкого топлива и 0,25 мкм – для жидкой воды. Таким образом, создаются условия интенсивного и кратковременного переноса тепла процессами теплопроводности и излучения, см. рисунок 1. При этом считается, что в течение рассматриваемого малого промежутка времени за счет инерции топливных слоев обеспечиваются условия изохорного процесса.

Описание разработанной модели включает тепловую и динамическую части. Задача тепловой модели состоит в описании динамики перехода тепла от расплава к воде. На рисунке 1 показана схема расположения материалов в модели смешения материала расплава частицы и попавшей в нее воды: предполагается, что бесконечно-протяженный по двум осям слой воды заключен между двумя бесконечно-протяженными слоями топлива, линия симметрии проходит вертикально посередине слоя воды 2.

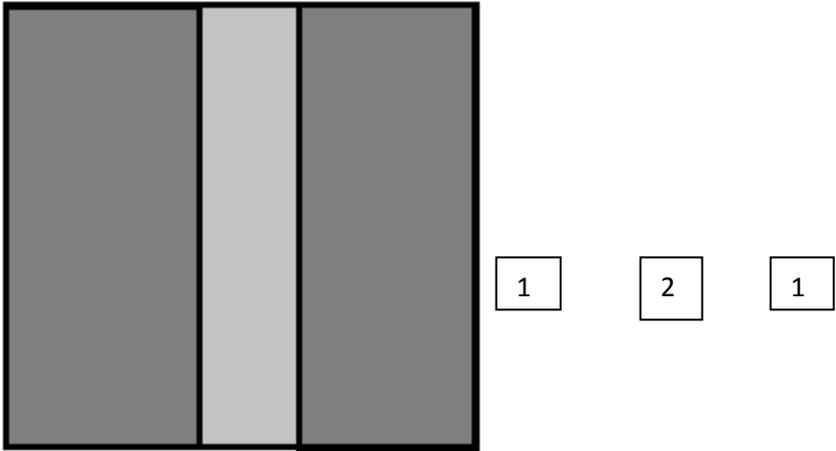


Рис.1 Схема модели: 1- топливо; 2 – вода

На левой границе поставлено условие постоянной температуры. Так как модель соответствует очень небольшой области капли расплава, это позволяет абстрагироваться от формы геометрии и полагать границу топливо-вода плоской. Толщина слоя воды варьируется в пределах 1 мкм, а толщина каждого слоя расплава микрочаейки - в пределах до 5 мкм. Предполагается, что происходит перенос тепла от горячего расплава к холодной воде путем теплопроводности и излучения. В виду быстроты процессов, остаточное энерговыделение считается величиной постоянной.

В качестве инструмента численного моделирования использована математическая программа FFM (1), разработанная автором и предназначенная для решения уравнений переноса в трехмерной декартовой системе координат методом контрольного объема (2). Принятые в расчетах свойства топлива соответствуют данным справочного документа МАГАТЭ (3). Исходные данные для расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1
Исходные данные для теплового расчета

Вещество	Теплопроводность, Вт/(м К)	Теплоемкость, Дж/(кг К)	Плотность, кг/м ³	Начальная температура /диапазон фазового перехода с учетом возможного перегрева, К
Вода	0,61	4200	1000	293/393-413
UO ₂	3	500	8860	var, 3120
UAl _x	15	700	6400	var, 1600

Расчеты тепловой динамики показали, что прогрев слоя воды за счет охлаждения слоя UO₂ становится заметным уже за время $1-2 \cdot 10^{-9}$ секунды, см. рисунок 2. При этом слой топлива UO₂, занимающий область от 0 до 1 мкм, охлаждается примерно на 40 градусов, что соответствует, с учетом приведенных в (3) зависимости теплоемкости от температуры и теплоты фазового перехода, потере примерно 1,5 % энергии топлива.

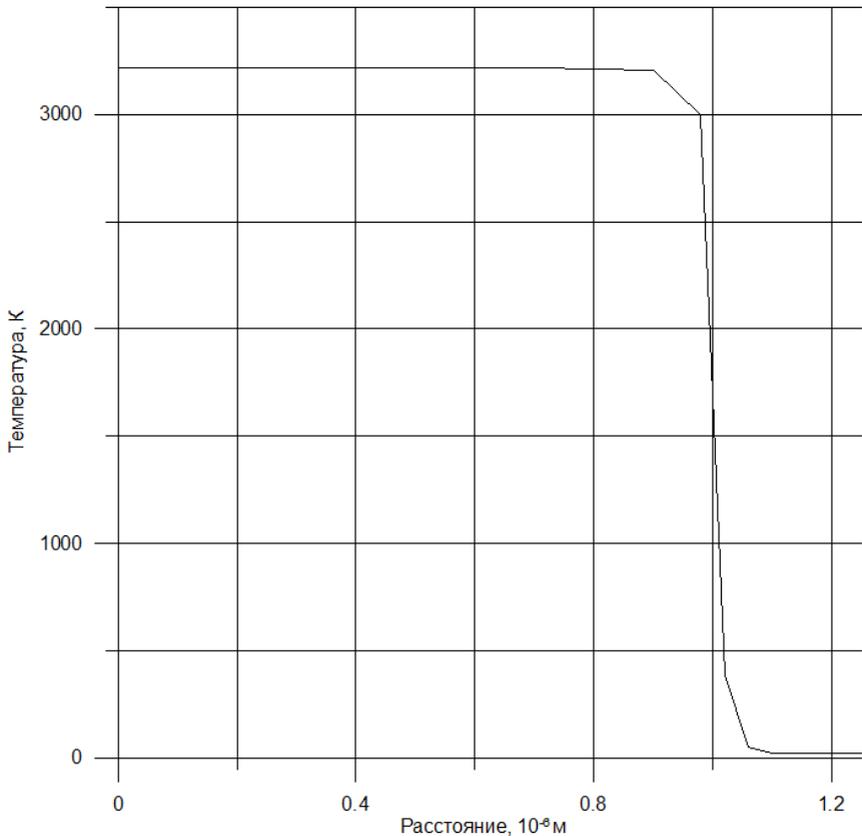


Рис. 2 Профиль температуры в области теплового взаимодействия расплава UO_2 -вода через $1 \cdot 10^{-9}$ секунды от момента образования микроячейки

Расчеты для топлива UAl_x в области перегрева (выше температуры плавления) от 100 до 1000 градусов показали, что время наступления взрыва слабо уменьшается с возрастанием перегрева, оставаясь в области $1 \cdot 10^{-9}$ секунды, при этом воде передается примерно 2-3 % запасенного расплавом тепла, что ограничивает конверсию данным значением.

В обоих случаях практически весь слой воды остается в жидкой фазе. Вероятно, роль пара в данном «паровом» взрыве отсутствует, по сути это «водяной» взрыв капельной жидкости.

Определение избыточного давления. Генерируемый введением в воду энергии E_0 скачок давления ΔP в постоянном объеме равен:

$$\Delta P = \sqrt{\frac{2\eta E_0}{V\beta}} = \sqrt{\frac{2\eta e_0 \rho}{\beta}},$$

где ΔP - скачок давления жидкости, Па; β - сжимаемость жидкости, $\beta = \frac{d\rho}{\rho dp}$; для воды принято значение $0.470 \cdot 10^{-9}$, м²/Н; V - объем жидкости, м³; η - конверсия тепловой энергии в механическую энергию взрыва; e_0 - удельная энергия объема воды (относительно начальной температуры воды, равной 293 К), Дж/кг; ρ - плотность воды, кг/м³.

Величина скачка давления в объеме жидкого слоя воды равна примерно 1500 атмосфер для первого и для второго случая с превышением температуры топлива над температурой плавления, равным 100 градусам. Возмущение приводит к воздействию на соседние горячие частицы и перемешиванию их с водой, что может привести к возникновению волны детонации и соответствующего ударного воздействия на окружающие материалы.

Таким образом, основываясь на описанных выше допущениях, оказалось возможным выполнить оценку коэффициента конверсии, который вычислен на основе простого подхода к моделированию переноса тепла от расплавленного топлива к холодной воде путем теплопроводности, и оценен в пределах 1-3 % от запасенной в расплавленных частицах тепловой энергии.

Быстрота процесса позволяет не учитывать фазовые переходы и другие относительно медленные процессы во время конверсии, продолжительность которой составляет всего $1-2 \cdot 10^{-9}$ секунды. Объясняется также отсутствие или минимальное образование пара в экспериментах, моделирующих взрыв при попадании расплава активной зоны реактора (или расплавленных частиц ОЯТ) в воду при тяжелой аварии, так как процесс детонации вызывается сжатием воды, а не пара.

Литература:

1. **Наумов А. В.** Определение тепловых особенностей захоронения РАО на островах бассейна Северного Ледовитого океана / Использование подземного пространства страны для повышения безопасности ядерной энергетики. – Материалы Международной конференции

20-22 октября 1992 г., Апатиты. Часть 3. – Апатиты: изд. КНЦ РАН, 1995. - с. 54-66.

2. **Патанкар С.** Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 150 с.

3. Thermophysical properties database of materials for light water reactors and heavy water reactors/ IAEA-TECDOC-1496. Vienna. IAEA. June 2006. - 404 p.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЙТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛА ВНУТРИКОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ РЕАКТОРОВ ВВЭР-440

Наумов В. А., Каравасева Е. В. (*г. Апатиты, Горный институт КНЦ РАН, естественно-технический факультет Апатитского филиала МГТУ, кафедра горного дела, naumovva@goi.kolasc.net.ru*)

Abstract. Mathematic modeling of neutron irradiation of WWER 440 reactor vessel and its interior structures has been carried out by the method of probability of neutrons penetration under operating conditions.

The assessments of neutron fluence with energies 0.1, 0.5, and 3 MeV which is accumulated by the reactor structures for the design operating period have been carried out.

Введение. Реакторы ВВЭР-440, которыми оснащены атомные энергоблоки Кольской АЭС, являются ядерно-энергетическими установками корпусного типа с водой под давлением (12,5 МПа), которая выполняет функции как теплоносителя, так и замедлителя нейтронов. Основные конструкционные элементы схемы реактора можно увидеть на рис. 1. Главный элемент – корпус реактора (КР) представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд высокого давления с эллиптическим днищем и сферической крышкой диаметром 3,84 м и высотой (без крышки) 11,8 м. Корпус предназначен для размещения в нем внутрикорпусных устройств (ВКУ): шахты, корзины с выгородкой. Материал корпуса – хромомолибденованадиевая сталь 15Х2МФА. Корзина служит для размещения активной зоны (АЗ) и состоит из нижней решетки толщиной 0,3 м и приваренной к ней цилиндрической обечайки толщиной 35 мм. Внутри КР закрепляется шахта, которая является опорой для корзины с АЗ и предназначена для организации начального участка движения теплоносителя в КР сверху вниз в кольцевом пространстве между КР и шахтой. Все элементы ВКУ

изготовлены из аустенитной стали 1X18Н10Т и служат цели снижения потоков нейтронов и γ -излучения, падающих на КР.

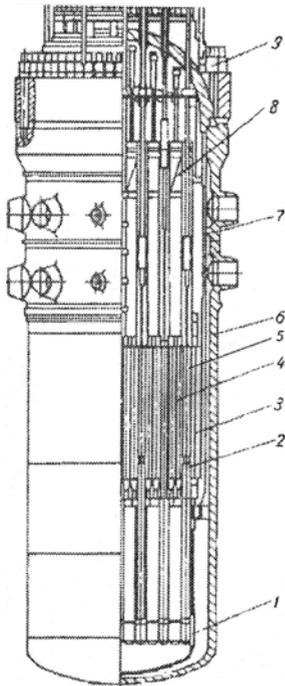


Рис.1. Схема корпуса реактора ВВЭР-440 1- днище шахты; 2- стержень АРК (СУЗ); 3- корзина АЗ; 4- тепловыделяющая сборка; 5- выгородка АЗ; 6- корпус; 7- шахта; 8- блок защитных труб; 9- детали узла уплотнения реактора.

Как известно, ядерные реакторы являются нейтронными аппаратами, в которых выделение энергии происходит при делении нейтронами ядер изотопов урана и плутония. Для обеспечения стационарного уровня мощности в активной зоне реактора должно появляться NWv_f нейтронов за 1 сек. Здесь N – тепловая мощность в кВт, W – коэффициент перевода мощности в скорость делений, равный $3,1 \cdot 10^{13}$ дел/сек·кВт, v_f – выход нейтронов при одном делении. Так в реакторах типа ВВЭР-440 при тепловой мощности 1,375 млн кВт скорость генерации нейтронов превышает величину $1,1 \cdot 10^{20}$ нейтр/сек. Рождающиеся при делениях ядер нейтроны имеют высокие энергии: средняя энергия ~ 2 МэВ. При столкновениях с атомами водорода и кислорода воды они замедляются и деления производят в основном нейтроны тепловых энергий, средняя энергия которых определяется температурой воды в рабочем состоянии активной зоны (~ 560 К) и составляет величину примерно 0,08 эВ. Вылет нейтронов высоких энергий из АЗ приводит к формированию в околореакторном пространстве и корпусе реактора интенсивного поля нейтронов. Длительная эксплуатация реактора в условиях одновременного воздействия высоких давления и температуры, а также нейтронного облучения в течение продолжительного времени эксплуатации (≥ 30 лет) вызывает изменение физико-механических свойств, деградацию материалов, выражающуюся в потере пластичности, размерных изменениях за счет радиационного распухания и радиационной ползучести. Макроскопические изменения зависят от типа стали и дозы нейтронного облучения. Количественной мерой характеристики радиационного воздействия является флюенс быст-

рых нейтронов с энергиями более 0,5 МэВ $\psi = \Phi \tau \cdot \text{Ким}$, где Φ – плотность потока нейтронов (ППН), τ – время работы реактора на мощности, Ким – коэффициент использования мощности, показывающий долю срока службы реактора на номинальной мощности. Предельной величиной флюенса для материала корпуса реактора ВВЭР-440 проекта В-213 можно полагать величину в диапазоне $(2 \div 2,4) \cdot 10^{20}$ нейтр/см² [1]. Для класса аустенитных нержавеющих сталей, к которому относится сталь 1Х18Н10Т внутрикорпусных конструкций, обнаружено значительное изменение механических свойств (распухание и структурное изменение) при флюенсах $\geq 10^{22}$ нейтр/см² [2]. Проблема радиационной стойкости сталей корпусов реакторов ВВЭР-440 в настоящее время считается разрешенной и 30-ти летний проектный срок службы этих реакторов может быть увеличен на 15 или более лет с помощью разработанной Росатомом технологии высокотемпературного восстановительного отжига корпуса [3]. Влияние нейтронного облучения на ВКУ считается недостаточно изученным при высоких значениях флюенса нейтронов [4].

Математическое моделирование нейтронного облучения ма-

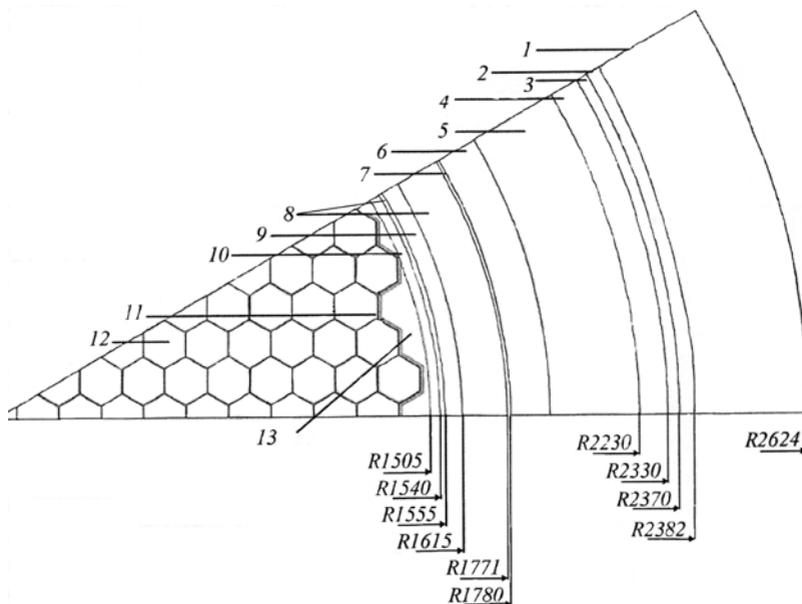


Рисунок 2. Горизонтальное сечение расчетной модели реактора ВВЭР-440 /213

1- серпентинитовый бетон; 2- облицовка бетона;
3- воздух; 4-теплоизоляция; 5- воздушный зазор; 6- корпус реактора; 7- наплавка; 8- вода; 9- шахта; 10- корзина; 11- выгода; 12- тепловыделяющие сборки; 13- горячая вода

териалов реактора. Оценки флюенса нейтронов при проектировании

корпусов и ВКУ выполняются с помощью расчетно-теоретических методов, реализованных в специализированных программных кодах.

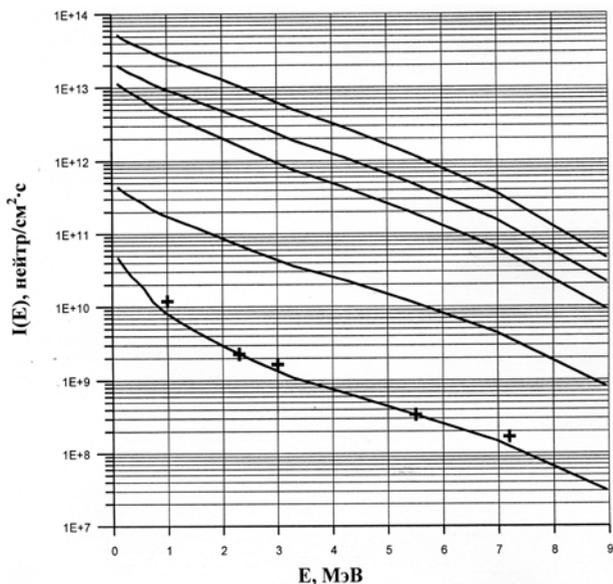
Авторами доклада поставлена цель определить ППН в реакторе ВВЭР-440, проект В-213 и на его основе сделать оценки флюенса быстрых нейтронов в ВКУ. Для достижения этой цели была разработана одномерная многозонная математическая модель реактора ВВЭР-440. При этом применены известные данные по геометрической модели реактора ВВЭР-440, а также верифицированная математическая программа РИТМ, которая решает стационарное интегральное уравнение переноса нейтронов методом вероятностей пропускания [5].

В соответствии с возможностями одномерной программы РИТМ задача рассматривается в плоскости горизонтального сечения реактора, проходящего через центр активной зоны. Эта область представляется рядом кольцевых зон, каждая из которых является геометрической моделью слоев воды и стали внутрикорпусных конструкций: выгородки, корзины, шахты, корпуса, тепловой изоляции и части биологической защиты из серпентинитового бетона. Первая центральная зона задана кругом и представляет собой активную зону реактора, которая в реальности имеет форму шестигранной призмы высотой 244 см, а ее сечение – форму правильного шестигранника, см. рис. 2, на котором также приведены радиусы зон. Активная зона цилиндризована и имеет в модели эффективный радиус 144 см. Свойства зон воды заданы температурой и плотностью. Для воды, охлаждающей корпус, температура принята равной 269 °С (плотность 0,779 г/см³). Вода между стальными экранами имеет плотность 0,769, а в АЗ 0,751 г/см³ при температуре ≈285 °С. Элементный состав стальных конструкций и корпуса определялся в соответствии с данными о химическом составе сталей 15Х2МФА и 1Х18Н10Т. Бетон защиты реактора включен в модель, т.к. в нем имеется экспериментальный канал (расстояние от центра АЗ 239,8 см), в котором измерены (на Армянской АЭС) величины ППН при энергии нейтронов 1; 2,3; 3,0; 5,5; и 7,2 МэВ [6]. Эти значения использованы для сопоставления с результатами расчета по программе РИТМ.

Наиболее трудной для описания свойств зон модели является АЗ, так как ее свойства изменяются со временем из-за выгорания ядерного топлива. Эта зона задана гомогенным составом топлива, теплоносителя и конструкционных материалов. Топливо задано справочными данными при выгорании 19,8 ГВт·сут/тU [7] следующим массовым изотопным составом : ²³⁶U 139 кг; ²³⁵U 777 кг; ²³⁸U 39900 кг; ²³⁹Pu 231 кг; осколки деления – «шлаки» 569 кг; O 5680 кг; H₂O 6398 кг. Мощность АЗ спро-

филирована до $K_r=1,35$ неравномерным распределением ^{235}U , ^{239}Pu и ^{10}B .

Выбор одномерной модели с программой РИТМ объясняется тем, что рассматриваемая задача является по существу спектральной, так как высота зоны источника нейтронов (АЗ) существенно превышает характерный радиальный размер. Особенностью задачи является чередование зон (вода и сталь) с сильно различающимися по процессам взаимодействия нейтронов с веществом свойствами. Если атомы металлов замедляют нейтроны в процессах неупругого рассеяния с $E > 1$ МэВ, то атомы водорода наиболее эффективно замедляют в упругих столкновениях нейтроны с энергиями ниже 1 МэВ. Поэтому перенос нейтронов в гетерогенной сталь-водной среде сопровождается изменениями как спектра так и углового распределения нейтронов. В этом отношении РИТМ отличается от других методик несомненными преимуществами. В программе используется 95-ти групповое представление области изменения энергии нейтрона с мелкой и равномерной по логарифму сеткой в области



замедления нейтронов от 11,5 МэВ до 0,5 эВ. Программа имеет библиотеку нейтронных поперечных сечений для 41 элемента, построенную на основе оцененных ядерных данных ENDF/B VI версии. В примененном в программе РИТМ методе вероятностей прохождения пространственное распределение ППН определяется из уравнений баланса токов через границы раздела зон. Алгоритм программы изме-

Рисунок 3. Максимальные значения интегральной ППН с энергией выше E в околокорпусном пространстве и корпусе реактора ВВЭР-440 (В213) на номинальной мощности 1375 МВт

1- среднее по выгородке; 2,3,4- внутренняя поверхность корзины, шахты, корпуса,¹³⁷
5- экспериментальный канал; программа РИТМ; + - эксперимент [6].

нение углового распределения ППН в процессе переноса нейтронов учитывает с помощью разложения токов по ортогональным функциям [5]. Программа написана на языке FORTRAN, адаптирована к системе Microsoft Windows XP с транслятором Compaq Visual Fortran 6. Максимальное число расчетных зон составляет 2000.

Результаты расчетов представлены на рис. 3 в форме интегрированной по энергии ППН $I(E) \int \Phi(E,r) dE$ для нескольких расстояний от

АЗ, которые фиксируют зону выгородки и внутренние поверхности корзины, шахты и корпуса реактора. Такая форма представления решения задачи удобна для применения в практических целях, так как позволяет снимать с графика интегральную величину ППН при любых энергиях быстрых нейтронов в интервале от 0,1 до 9 МэВ. По полученным данным определены максимальные флюенсы нейтронов с $E > 0,5$ МэВ для проектного ресурса экранов ВКУ (см. табл. 1). В полученные результаты введена поправка на азимутальную зависимость ППН по данным [6]. Как следует из табл. 1, наиболее интенсивному облучению подвергаются выгородка $\psi = 2,7 \cdot 10^{22}$ нейтр/см² и корзина $\psi = 1,03 \cdot 10^{22}$ нейтр/см². При указанных флюенсах нейтронов отмечается высокотемпературное охрупчивание и распухание нержавеющей сталей, из которых

изготовлены экраны ВКУ[2].

Таким образом, выполненные расчеты показали, что в процессе эксплуатации реактора унифицированного блока ВВЭР-440 его внутрикорпусные конструкции, особенно

Таблица 1. Флюенс нейтронов с энергиями более E на конструкции ВКУ для проектного срока службы реактора ВВЭР-440 (В-213), 10^{22} нейтр/см².

Конструкция	Энергия нейтронов, МэВ		
	0,1	0,5	3,0
Выгородка	3,39	2,75	0,470
Внутренняя поверхность корзины	1,57	1,03	0,182
Внутренняя поверхность шахты	0,867	0,555	0,0712

выгородка и корзина накапливают за проектный срок службы большой флюенс нейтронов с $E > 0,5$ МэВ, при котором может происходить значительное распухание стали 1X18H10T. Этот фактор следует учитывать при принятии решений о продлении сроков эксплуатации реакторов типа ВВЭР-440 (В-213).

Литература

1. Atominfo, Ru, 10.02.2011[электронный ресурс]-
<http://www.atominfo.ru/news4/do700.htm>
2. **Д. М. Скоров, Ю. Ф. Бычков, А. И. Дашковский.** Реакторное материаловедение. М. Атомиздат, 1979, 344 с.
3. **А. Д. Амаев, А. М. Крюков, И. М. Неклюдов** и др. Радиационная безопасность и работоспособность конструкционных материалов. СПб. Политехника, 1997, 312 с.
4. **И. М. Неклюдов.** Состояние и проблемы материалов атомных реакторов Украины. Вопросы атомной науки и техники. 2002, №3. Серия: физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение (81), с. 3-10.
5. **Наумов В. А., Рубин И. Е., Днепровская Н. М.** и др. Описание ослабления нейтронов в биологической защите методом вероятностей прохождения: Препринт ИПЭ-17.-Минск: изд. Институт проблем энергетики АН Беларуси, 1996.-28 с.
6. **Э. В. Бродкин, А.В. Бородин, В. И. Вихров** и др. Расчетно-экспериментальные характеристики поля быстрых нейтронов в околокорпусном пространстве. Радиационная безопасность и защита АЭС. С. 19-22.
7. **В. М. Колобашкин.** Радиационные характеристики облученного ядерного топлива. Справочник. М. Энергоатомиздат, 1983, 381 с.

ТЕПЛОВЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ ХРАНЕНИИ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Наумов В. А., Гусак С.А. (*г. Анапты, Горный институт КНЦ РАН, naumovva@goi.kolasc.net.ru, gusnat@goi.kolasc.net.ru*)

Abstract. The report deals with a challenge concerning management of non-processible spent nuclear fuel (SNF) stored in the region. The methodical approaches to assess SNF thermal state in the container storage are briefly described. The results of investigations of the thermal factor in container storage of the spent nuclear fuel from ship reactor plants are presented.

Еще несколько лет назад проблема обращения с корабельным отработавшим ядерным топливом (ОЯТ) в Мурманской области характеризовалась значительной неопределенностью в части решения вопроса о судьбе так называемого некондиционного и перерабатываемого ОЯТ, которое по различным причинам уже длительное время оставалось в регионе и хранилось в условиях, не отвечающих современным требова-

ниям по обеспечению безопасности. Потенциальная радиационная опасность таких материалов для окружающей среды и населения обусловили разработку и практическую реализацию мероприятий, направленных на повышение безопасности региональных объектов хранения облученного топлива и подготовку к его вывозу за пределы региона на переработку в соответствии с государственной стратегией использования замкнутого ядерного топливного цикла.

Однако до сих пор остается неопределенность в отношении утилизации ОЯТ из реакторов атомных ледоколов, которое содержит топливную композицию на основе уран-циркониевого сплава. Указанная топливная композиция выпадает из реализованных на сегодня технологических процессов переработки ОЯТ на ПО «Маяк». По этой причине современная транспортно-технологическая схема обращения с таким видом топлива предусматривает продленное хранение его в регионе. Для решения этой задачи в 2006 г. на территории ФГУП «Атомфлот» в г. Мурманске было открыто береговое хранилище для долговременного сухого контейнерного хранения уран-циркониевого ОЯТ атомных ледоколов (см. рис. 1), которое к 2007 г. в количестве 14 активных зон находилось на борту плавучей технической базы "Лотта".



Рис. 1. Береговое хранилище ОЯТ на ФГУП "Атомфлот" [1]

В соответствии с проектом в береговом хранилище может быть размещено 52 металлобетонных контейнера типа ТУК-120 (50 основных и 2 резервных). Контейнер ТУК-120 спроектирован в ОАО "Конструкторское бюро специального машиностроения" на базе конструкции контейнера ТУК-108/1, предназначенного для хранения и транспортировки топлива ВМФ. Одна из особенностей контейнера ТУК-120 состоит в том, что в каждом из них будет храниться по 70 тепловыделяющих сборок, размещаемых в чехлах в два яруса [1]. Предполагается, что за время хранения уран-циркониевого топлива (до 2057 г.) должно быть принято решение об его переработке или захоронении [2].

Если переработка такого ОЯТ будет признана нецелесообразной, то можно предполагать, что будет принято решение о пролонгированном хранении уран-циркониевого ОЯТ после установленного срока (50 лет). В этом случае потребуются поиск путей решения проблемы обеспечения безопасности хранения ОЯТ, учитывающих истечение сроков службы берегового хранилища. Для решения этой задачи Горным институтом Кольского научного центра РАН было разработано и обосновано концептуальное предложение о долговременном хранении неперабатываемого ОЯТ в подземном хранилище, размещенном в геологических формациях региона [3,4].

Научное обоснование предложенной концепции потребовало, в частности, выполнения прогнозных оценок теплового режима хранилища ОЯТ, как одного из основных факторов, определяющих безопасные условия хранения облученного топлива. По оценкам, выполненным специалистами Горного института на основе расчетов изотопного состава уран-циркониевого топлива [3], было определено, что суммарная мощность остаточного энерговыделения (МОЭ) такого ОЯТ к 2010 г. составляло примерно 22 кВт, а наиболее энергонапряженные контейнеры могут характеризоваться величиной МОЭ более 800 кВт.

Расчетные исследования теплового режима подземного хранилища ОЯТ проводились на основе численного решения дифференциального уравнения нестационарной теплопроводности для одиночного контейнера в трехмерной постановке. Конструктивные особенности контейнера для хранения ОЯТ (см. рис. 2), определяющие сложный характер процесса тепло-

Рис. 2. Схематический вид металлобетонного контейнера для ОЯТ судовых ЯЭУ:

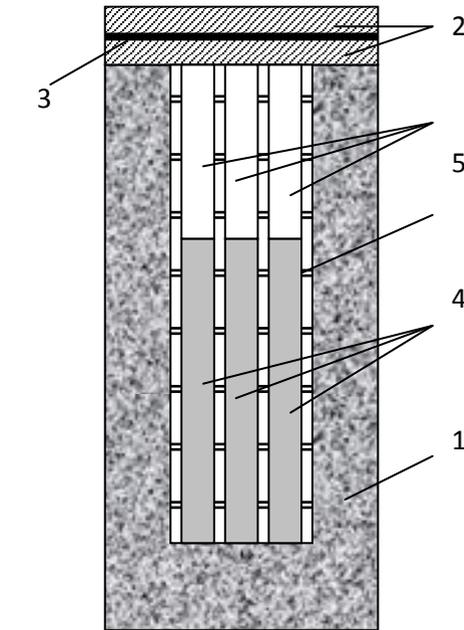


Рис. 2. Схематический вид металлобетонного контейнера для ОЯТ судовых ЯЭУ:
 1 – зона чехлов, содержащая топливную часть ОТВС; 2 – стальные крышки;
 3 - прокладка; 4 – стальные диафрагмы;
 5 – зона чехлов без топливной части ОТВС; 6 – корпус контейнера

передачи, обусловили необходимость разработки ряда методических подходов для решения поставленной тепловой задачи.

Так, для оценки физических условий модели, характеризующих теплофизические свойства среды во внутренней полости контейнера, применен методический подход, основанный на замене реальных гетерогенных структур в контейнере (отработавшие тепловыделяющие сборки (ОТВС), чехлы для ОТВС, опорные и другие конструкции) гомогенными зонами, эффективные теплофизические свойства которых определяются на основе учета анизотропии свойств гетерогенных зон и разделения общего процесса теплопередачи на элементарные явления (теплопроводность, конвекция, тепловое излучение), результат совместного действия которых приписывается эффективной теплопроводности.

Для оценки параметров граничного теплообмена на свободных поверхностях контейнера предложена приближенная методика, которая базируется на использовании эмпирических закономерностей конвективного и лучистого теплообмена между поверхностями одиночного контейнера и окружающей его средой (воздух, горный массив, контейнеры).

На верхней поверхности контейнера (крышка контейнера) устанавливается граничное условие второго рода, соответствующее теплоотдаче при естественной конвекции в большом объеме и теплообмену излучением между крышкой контейнера и контуром выработки в свободном пространстве подземного модуля. Для оценки конвективной составляющей теплообмена используется критериальное соотношение, определяющее взаимосвязь критерия Нуссельт и числа Релея. Расчет коэффициента теплоотдачи лучеиспусканием выполняется на основе оценки значения углового коэффициента, который определяется как совокупная величина для системы тел, состоящей из элементарной площадки (крышка контейнера), с одной стороны, и сводом выработки и боковыми поверхностями выработки в свободном пространстве подземного модуля, с другой стороны.

На боковой поверхности контейнера рассматривается граничное условие второго рода, характеризующее смешанный теплообмен излучением поверхности контейнера с "видимой" поверхностью контура подземной выработки и конвективный теплообмен с воздухом в канале, образованном соседними контейнерами. Для расчета лучистой составляющей теплообмена используется модель ячейки хранилища, состоящей из центрального (рассматриваемого) контейнера и окружающих его соседних (периферийных) контейнеров. Геометрические параметры просветов между контейнерами определяют пространственное распределение излучения боковой поверхности центрального контейнера по

направлению к поверхности свода выработки, который в модельном представлении рассматривается как горизонтальная пластина. Использование указанных модельных представлений позволяет определить радиационно-геометрические характеристики системы тел, участвующих в процессе теплообмена, и оценить интенсивность радиационного теплообмена на основе закона Стефана-Больцмана. Для определения параметров конвективного теплообмена на боковой поверхности контейнера рассматривается совместное действие термогравитационной конвекции и вынужденного течения, интенсивность которого зависит от заданной кратности воздухообмена в подземной выработке и шага размещения контейнеров.

Наиболее подробно указанные методические подходы, которые могут быть использованы для расчетных оценок теплового режима хранилища ОЯТ как в подземном, так и в наземном исполнении, рассматриваются в работе [4].

На рис. 3 приведены результаты расчетов, характеризующие динамику изменения максимальной температуры в системе подземного хранилища при различной компоновке контейнеров и условиях эксплуатации, характеризующих эффективность системы вентиляции. В целом, результаты исследований теплового режима хранилища ОЯТ показали, что при десятилетней выдержке ОЯТ безопасный уровень тепловых воздействий на конструктивные элементы хранилища может быть обеспечен только при определенных конструктивно-компоновочных решениях.

При одинаковых конструктивно-компоновочных решениях (компоновка, организация системы вентиляции и др.) прогнозируются аналогичные параметры теплового режима и для наземного хранилищ ОЯТ.

Одним из важных факторов, определяющих безопасные эксплуатационные условия хранения ОЯТ в наземном хранилище, является тепловое состояние фундаментной плиты. В качестве примера на рис. 4 приведены результаты расчетов, иллюстрирующие распределение максимальной температур по высоте модели через 2 года хранения при различных условиях теплообмена на боковой поверхности наиболее энергонапряженного контейнера с ОЯТ. В данном случае интенсивность конвективного теплообмена характеризует работу вентиляционной системы, обеспечивающей однократный часовой воздухообмен в помещении хранилища.

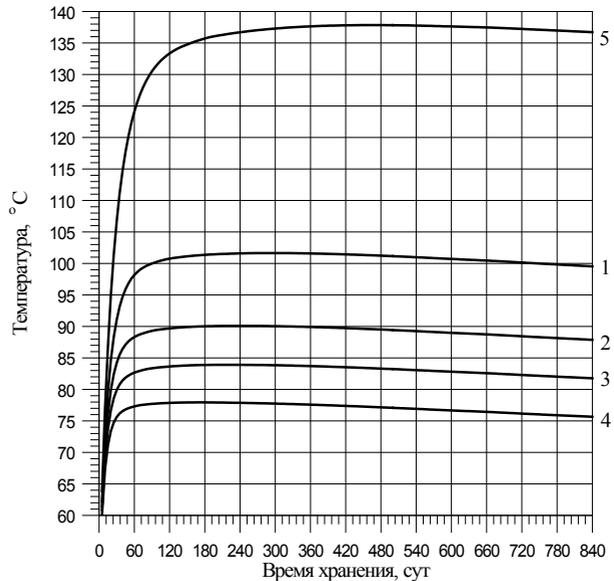


Рис. 3. Динамика изменения максимальной температуры в контейнере с ОЯТ (выдержка 10 лет) при наличии конвекции на боковой поверхности контейнера и различном расстоянии между контейнерами (1 - 0,3 м; 2 - 0,5 м; 3 - 0,7 м; 4 - 1 м) и отсутствии конвекции (5) (расстояние между контейнерами 0,3 м)

Как видно из рис. 4, в зависимости от условий теплообмена поверхностный слой бетонного основания может разогреваться до 80-120 °С, а температурный градиент может составлять примерно 10 град/м. Следует отметить, что тепловой режим фундаментной плиты характеризуется сохранением практически изотермического состояния в течение длительного времени (несколько лет).

При этом, в силу различий контейнеров по величине МОЭ, тепловое состояние фундаментной плиты будет характеризоваться неоднородностью температурного поля. Учитывая, что фундаментная плита постоянно подвергается статической нагрузке более чем 50 контейнеров (каждый весом около 40 т), можно полагать, что тепловые эффекты являются одним из основных факторов, оказывающих влияние на несущую способность этой конструкции.

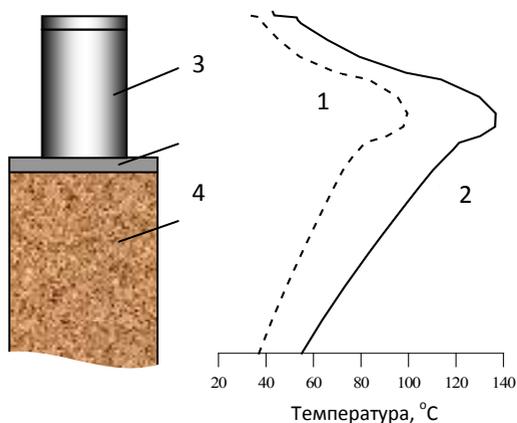


Рис. 4. Распределение максимальной температуры по высоте модели через 2 года хранения ОЯТ (10 лет выдержки) при различных условиях теплообмена на боковой поверхности контейнера:
 1 – смешанный радиационный и конвективный теплообмен;
 2 - при отсутствии конвективного теплообмена;
 3 - контейнер;
 4 – бетонное основание в модуле хранилища;
 5 – горная порода

Литература:

1. Долговременное хранилище отработавшего неперерабатываемого ядерного топлива контейнерного типа на ФГУП «Атомфлот» в

г. Мурманске. - URL: www.a-submarine.ru/News/Main/ViewPrintVersion?id=19626&idChannel=418.

2. **Саркисов, А. А.** Представление основных результатов Стратегического мастер-плана утилизации выведенного из эксплуатации атомного флота и реабилитации радиационно-опасных объектов обслуживающей инфраструктуры на Северо-западе России: Доклад на 21-м совещании Контактной Экспертной Группы МАГАТЭ по международным проектам в области радиоактивных отходов в Российской Федерации. Брюгге (Бельгия), 5-7 сентября 2007 года. – URL: www.iaea.org/OurWork/ST/NE/NEFW/CEG/ceg_reports.html.

3. **Мельников Н. Н., Конохин В. П., Наумов В. А.,** Амосов П.В, Гусак С.А., Наумов А.В., Катков Ю.Р. Отработавшее ядерное топливо судовых энергетических установок на европейском севере России. В 2-х частях. – Апатиты: КНЦ РАН, 2003. - 166 с., 209 с.

4. **Мельников Н. Н., Конохин В. П., Наумов В. А.,** Амосов П.В., Гусак С.А., Наумов А.В., Орлов А.О., Смирнов Ю.Г., Караваева Е.В., Новожилова Н.В., Климин С.Г. Научные и инженерные аспекты безопасного хранения и захоронения радиационно опасных материалов на европейском Севере России. – Апатиты: КНЦ РАН, 2010. - 305 с.

ТЕСТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРИГОДНОСТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТРУДА. ПРЕЛИМИНАРИИ

Пантелеев В. П. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ИСиПМ, VladimirPanteleev@yandex.ru)

Here is discussed a testing method for professional fitness of specialists and working groups directly by results of their labor. Tool of the P values here applies for multinomial indicators.

В данной работе речь идет о тестировании на профессиональную пригодность специалистов и рабочих групп непосредственно по результатам их труда. Готовых тестов эта работа не предлагает, а раскрывает лишь метод тестирования и выделяет начальный отправной материал на пути создания соответствующего теста. Что требуется от теста при серьезном к нему отношении – это, чтобы он работал, чтобы его оценки были надежны, предметны, применимы в кадровой политике, в административном управлении, в судебной экспертизе, в решениях социальных проблем. Имеющиеся тесты большей частью базируются на вопросах и задачах, поэтому помимо прочего в них выражена еще и мера подготовки испытуемого к предстоящему тестированию. Таковы тесты типа IQ

(intelligence quotient) и тесты для проверки знаний абитуриентов, студентов, выпускников. В данной работе речь идет о тесте иной направленности, который не требует подготовки материалов тестирования, составления вопросов и задач, а базируется на преобразовании текущей информации, которая уже имеется. Для оперативного применения он, конечно же, как и другие тесты, должен сопровождаться компьютерной программой. В качестве инструмента такого теста мы избираем Р-значение – вероятность, что при условии H_0 выбранная статистика T будет не меньше своего эмпирического значения в выборке. Вероятность Р-значения – это мера возможного совмещения (конъюнкции) гипотезы H_0 с фактическим значением статистики T в выборке. Статистические решения принято обосновывать среди прочего еще и уровнем значимости. Так называют вероятность ошибочно отвергнуть основное условие H_0 в случае, когда оно верно. Уровень значимости определяется малым числом $\alpha > 0$, таким, что события с вероятностью, не превосходящей α , применительно к исследуемой задаче расцениваются как практически невозможные. Когда Р-значение мало, меньше выбранного уровня значимости, такое совмещение практически невозможно и основная гипотеза H_0 отвергается, отступает перед фактом её значения в выборке. Когда Р-значение велико, больше уровня значимости, гипотеза H_0 принимается. Это соответствует тому, попадает ли статистика T в критическую область или не попадает. Преимущество Р-значения в том, что оно позволяет обсуждать вопрос, принять или отвергнуть гипотезу H_0 , при разных уровнях значимости. Понятие Р-значения (P value) вводилось и систематически использовалось для непрерывных распределений Стьюдента и Фишера. Оно задействовано в t-тестах Стьюдента, в компьютерных программах регрессии и дисперсионного анализа. Имеются указания на нераскрытые данные о вычислениях Р-значений для дискретных распределений в оценках игроков и команд рейтинговыми агентствами. В данной работе Р-значение вычисляются для полиномиального распределения. Чтобы общие слова в последующем изложении не зависали в характерной для них неопределенности, мы сопровождаем их контекстом конкретных задач.

Задача 1. Четыре хирурга работают в сходных условиях. За последние 2 года двое из них, оказывая помощь, не допустили осложнений, еще один допустил одну ошибку, а четвертый допустил: а) 3; б) 4; в) 5; д) 6 ошибок. Не вызывает ли повышенное число ошибок 4-го хирурга сомнений в его профессиональной пригодности? Оправданы ли эти сомнения?

Ответ: соответствующие Р-значения равны: а) $13/4^3 \approx 0,2$; б) $1/16 = 0,06..$; в) $19/4^5 \approx 0,019$; д) $22/4^6 = 0,005....$ При уровне значимо-

сти 0,05 в вариантах а – б ответ отрицательный, а в вариантах с – d положительный.

Решение. В этой задаче две стороны отношений. С одной стороны ответственность перед обществом за возможное причинение ему вреда неудачливым хирургом. С другой стороны, обоснованны ли претензии к хирургу ввиду повышенного числа его ошибок? Поскольку никто не застрахован от ошибок, хирург, как и всякий другой специалист, имеет право на ошибку. Даже если б весь коллектив сплошь состоял из высокопрофессиональных хирургов, у кого-то из них по чистой случайности вполне могло оказаться более высокое число осложнений, чем у других. Поэтому число ошибок большее, чем у других, само по себе не повод к сомнению в профессионализме. Нужна надежная оценка, является ли более высокое число осложнений у одного из хирургов чисто случайным или оно не случайно.

Приступая к такой оценке, выясним сначала возможности чисто случайных завышений числа ошибок, допускаемых кем-либо из хирургов. Для этого делаем исходное или начальное предположение, обозначим его H_0 , что все хирурги имеют одинаковые способности. Такое предположение или условие H_0 в статистике обычно называют основной (или нулевой) гипотезой. Согласно варианту а данной задачи хирурги совершили всего 4 ошибки, при этом у каждой конкретной ошибки есть свой автор – один из 4-х хирургов. Обозначим p_1, p_2, p_3, p_4 вероятности, что автором конкретной отдельно взятой ошибки является соответственно 1-й, 2-й, 3-й, 4-й хирург. При начальном условии H_0 , когда все хирурги с равным искусством выполняют свою работу, вероятности p_1, p_2, p_3, p_4 равны между собой и, так как всего хирургов 4, эти вероятности равны $1/4$. Иными словами, гипотеза H_0 предполагает $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = 1/4$. Для подсчета вероятности конкретного распределение (k_1, k_2, k_3, k_4) числа совершенных ошибок 1-ым, 2-ым, 3-м и 4-м хирургом применяется полиномиальная формула

$$P_n(k_1, k_2, \dots, k_m) = \frac{n!}{k_1! k_2! \dots k_m!} p_1^{k_1} p_2^{k_2} \dots p_m^{k_m}.$$

Здесь $n = k_1 + k_2 + \dots + k_m$ – общее число ошибок, совершенных всеми хирургами. Для варианта а решаемой задачи $n = 4$. Числа ошибок, совершенных 1-м, 2-м, 3-м, 4-м хирургами, равны соответственно $k_1 = 0, k_2 = 0, k_3 = 1, k_4 = 3$. Они составляют последовательность $(0, 0, 1, 3)$, вероятность которой при условии H_0 определяется полиномиальной формулой $P_4(0, 0, 1, 3) = (4!/3!)/4^4 = 1/4^3$. Завышение числа ошибок кем-либо из хирургов до 3-х или выше примем в качестве события А. Слова "выше 3-х" в варианте а данной задачи означают 4 ошибки, которые по хирургам могут распределиться по-разному, виде любой из последова-

тельностью $(0, 0, 0, 4)$, $(0, 0, 4, 0)$, $(0, 4, 0, 0)$, $(4, 0, 0, 0)$. Вероятность каждой из этих 4-х последовательностей такая же, как у первой $P_4(0, 0, 0, 4) = 1/4^4$. Вычислив вероятности конкретных последовательностей $P_4(0, 0, 1, 3) = 1/4^3$ и $P_4(0, 0, 0, 4) = 1/4^4$, учтем также различные перестановки этих последовательностей. Имеется 12 разных последовательностей, которые можно составить из чисел 0, 0, 1, 3 и сверх того 4 разные последовательности, составляемые из чисел 0, 0, 0, 4. Поэтому в условиях H_0 вероятность завышения числа ошибок кем-либо из хирургов до 3-х или выше равна $P(A) = 12P_4(0, 0, 1, 3) + 4P_4(0, 0, 0, 4) = 12 \cdot 1/4^3 + 4 \cdot 1/4^4 = 13/4^3 = 0,20$. Эта вероятность определяет меру чистой случайности. Видим, что она не настолько мала, чтобы не могла реализоваться. Поэтому она не позволяет винить 4-го хирурга в непрофессионализме. В то же время при уровне значимости 0,21 гипотеза H_0 должна быть отвергнута, и в этом смысле 4-ый хирург все же менее искусен, чем остальные. Его работа содержит повышенный риск возможных послеоперационных осложнений. Поэтому при прочих равных условиях, если кому-то из первых трех хирургов в предстоящих операциях понадобится профессиональный ассистент, то заведующий отделением хирургии мог бы предложить в качестве такового 4-го хирурга, предоставляя тому возможность заимствовать опыт более успешного коллеги. Если же бригаде хирургов предстоит пройти профилактический осмотр их собственного состояния, то первым на такой осмотр имело бы смысл отправить 4-го хирурга с особым вниманием к тем сторонам его здоровья, что могут сказываться на чистоте проводимых им операций, острота зрения, тремор пальцев и т. п.

Рассмотрим теперь решение задачи в варианте b. Здесь $n = 5$ – общее число ошибок, совершенных хирургами, а число ошибок, совершенных 1-м, 2-м, 3-м, 4-м хирургом в отдельности, равно соответственно 0, 0, 1, 4. Вероятность $P_5(0, 0, 1, 4) = (5!/4!)/4^5 = 5/4^5$. Имеется 12 разных последовательностей, какие можно составить из чисел 0, 0, 1, 4. Завышение числа ошибок кем-либо из хирургов до 4-х или выше, в данном случае до 5, примем в качестве события В. Вероятность, что ошибки хирургов составят конкретную последовательность 0, 0, 0, 5, равна $P_5(0, 0, 0, 5) = (5!/5!)/4^5 = 1/4^5$. Вероятность $P(B) = 12P_5(0, 0, 1, 4) + 4P_5(0, 0, 0, 5) = 12 \cdot 5/4^5 + 4 \cdot 1/4^5 = 16/4^4 = 1/16 = 0,0625$. Такова в варианте b при условии H_0 мера чистой случайности, что кто-либо из хирургов завьсит число ошибок до 4-х или выше. Эта вероятность мала настолько, что событию с такой вероятностью трудно реализоваться. При уровнях значимости 0,1 и 0,07, оно практически невозможно, но согласно условию варианта b оно реализовалось последовательностью 0, 0, 1, 4. Этот факт реализации противоречит условию H_0 , которое не более, чем

предположение. Когда гипотеза H_0 противоречит факту, она отступает перед фактом, отвергается. Значит, вероятности p_1, p_2, p_3, p_4 не равны между собой, $p_4 > 1/4$ и профессионализм четвертого хирурга ставится под сомнение. Оберегая пациентов от возможных послеоперационных осложнений, руководству клиники надлежало бы временно удерживать 4-го хирурга от самостоятельного проведения операций, например, направить на стажировку или допускать к операциям лишь под контролем более успешных коллег, пока не будет выявлены и устранены конкретные причины осложнений, которые преследуют его пациентов. Досье о причинах временного удержания 4-го хирурга от самостоятельного проведения операций, видимо, должно передаваться в Минздрав, в защиту будущих его пациентов на случай, если он сменит место работы. Наличие такого досье не есть бесповоротное препятствие для неудачно выполнявшего свою работу хирурга, а всего лишь знак на его профессиональном пути, требующий исправления. Факт исправления могут признать лишь опытные хирурги, когда, наблюдая за работой своего коллеги, вынесут решение, что отмеченные ранее сомнения в его профессионализме снимаются.

Для тех, кого уровень значимости 0,07 не допускает сомнений в профессиональной пригодности, в исследуемой задаче есть еще варианты с и d, решаемые по аналогии, и где признание профессиональной непригодности выносится уже в более радикальной форме, с уровнем значимости 0,02 и 0,005 соответственно.

В нашей задаче выбранная статистика – это уровень завышения числа ошибок, совершенных 4-м хирургом, а Р-значения – это вычисленные вероятности $P(A) = 0,20$ в варианте а и $P(B) = 0,06$ в варианте b. Заметив, что Р-значение $P(A)$ больше уровней значимости, выбираемых обычно в промежутке $(0, 1/10)$, мы приняли гипотезу H_0 , в то время Р-значение $P(B) = 0,06$ в варианте b послужило основанием отвергнуть гипотезу H_0 при уровне значимости 0,07. Меж тем, Р-значение не обязательно связывать с уровнем значимости, можно оценивать его непосредственно само по себе. Оценивая Р-значение $P(A) = 0,20$ в варианте а, мы признали его большим и остались при условии H_0 , не отвергли его. Отнесли завышенное число ошибок, совершенных 4-м хирургом, к чистой случайности. В варианте b, наоборот, признали Р-значение $P(B) = 0,06$ малым и отвергли гипотезу H_0 о чистой случайности завышенного числа ошибок, совершенных 4-м хирургом. При этом всегда исходят из того факта, что события, имеющие малую вероятность, не вторгаются в нашу жизнь иначе, как в форме непредвиденного рока, увечья и возможной гибели наших близких в д.т.п. или авиаинциденте, от удара молнии, при обрушении здания. Вне этого рока мы уверенно переходим

лицу, живем в высотных домах, летаем на авиалайнерах, перемещаемся другими видами транспорта, хотя и есть вероятность пострадать от опасностей, связанных с каждым из этих обстоятельств. Почему же мы уверены в добрых исходах? Потому, что все вышеперечисленные неперичисленности имеют малую вероятность.

Описанный выше метод оценки профессиональной пригодности может применяться не только к отдельным персонам, но и к коллективам.

Задача 2. Три бригады проводников по очереди обслуживали скорый поезд. За летний период 1-ой, 2-ой и 3-ей бригадой рабочий режим нарушался соответственно: а) 1, 8 и 2 раза; б) 4, 6 и 2 раза. Случайно ли, что 2-ая бригада оказалась хуже других, и нет ли оснований уменьшить ей премию?

Решение. Примем обозначения, сходные с теми, что были ранее, p_1 , p_2 , p_3 – вероятности, что очередное нарушение рабочего режима совершит соответственно 1-я, 2-я, 3-я бригада. При начальном условии H_0 , что все бригады равно ответственны, эти вероятности равны между собой и равны $1/3$: $p_1 = p_2 = p_3 = 1/3$. Оценим случайно или не случайно то, что вторая бригада в варианте а зависила число нарушений до 8, а в варианте б до 6. Завышение числа нарушений какой-то из бригад до 8 или выше в варианте а примем как событие А, а такое же завышение какой-то из бригад до 6 или выше в варианте б определим как событие В. Используя полиномиальную формулу, вычислим при условии H_0 вероятности этих событий. $P(A) = 6P_{11}(1, 8, 2) + 6P_{11}(0, 8, 3) + 6P_{11}(0, 9, 2) + 3P_{11}(1, 9, 1) + 6P_{11}(0, 10, 1) + 3P_{11}(0, 11, 0) = 0,026..$ и $P(B) = 6P_{12}(4, 6, 2) + 6P_{12}(5, 6, 1) + 3P_{12}(6, 6, 0) + 3P_{12}(3, 6, 3) + 6P_{12}(0, 7, 5) + 6P_{12}(1, 7, 4) + 6P_{12}(2, 7, 3) + 6P_{12}(0, 8, 4) + 6P_{12}(1, 8, 3) + 3P_{12}(2, 8, 2) + 6P_{12}(0, 9, 3) + 6P_{12}(1, 9, 2) + 6P_{12}(0, 10, 2) + 3P_{12}(1, 10, 1) + 3P_{12}(0, 12, 0) \approx 0,53$. Вероятности $P(A) \approx 0,0265$ и $P(B) \approx 0,53$ – это Р-значения для вариантов а и б. В варианте а эта вероятность столь мала, что говорит о практической невозможности соответствующего события. Тот факт, что в варианте а отрыв второй бригады по числу нарушений все же произошел, склоняет признать, что вторая бригада работала менее ответственно, чем остальные, вероятность p_2 на самом деле больше $1/3$, $p_2 > 1/3$, чего нельзя признать в варианте б. Ответ: Р-значения: а) $P(A) \approx 0,026$ и б) $P(B) \approx 0,53$. В варианте а при уровне значимости 0,03 есть основание уменьшить премию, тогда как в варианте б основания нет.

Изложенный здесь метод допускает зеркальное отражение путем замены ошибок достижениями. Иными словами, вместо учета ошибок можно вести учет достижений. Кроме того, не обязательно решать вопрос об отрыве одного лица (или коллектива) по выбранному критерию от остальных, случаен ли отрыв или не случаен. Можно решать вопрос

об отрыве какой-либо части группы от её остальной части. Примером тому следующая задача.

Задача 3. За внедрение инновационных достижений выделяется грант лучшим из 5 клиник города. За последние 2 года 1-я, 2-я, 3-я, 4-я, 5-я клиники внедрили соответственно 1, 0, 0, 4, 3 заметных инновационных достижений. Кому и как следует вручить этот грант?

В этой задаче явно лидируют 3-я и 4-я клиники, при этом наибольшее число достижений у 4-й клиники. Возникает вопрос, отдать ли грант 4-ой клинике, как бесспорному лидеру по числу достижений, или разделить его между 3-й и 4-ой клиникой, поскольку 3-я не сильно отстает от 4-ой.

Разрешая этот вопрос, выясним, насколько значимым является отрыв 3-й клиники от остальных, произошло ли это в силу чистой случайности или нет. Для этого вычислим Р-значение этого отрыва, выбрав в качестве критерия (статистики) максимум T числа инноваций, внедренных какой-либо из клиник. Событие, что критерий T равен 4 или больше, обозначим A . Примем начальное предположение H_0 : $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = p_5 = 1/5$, что все из 5 клиник с равным усердием и талантом работали над внедрением инноваций. Здесь p_i выражает вероятность, что при условии H_0 какое-либо конкретное отдельно взятое инновационное достижение внедрено i -й клиникой. Р-значение отрыва 4-й клиники от остальных при условии H_0 выражается вероятностью $P(A) = 60P_8(0, 0, 1, 4, 3) + 5P_8(1, 1, 1, 4, 1) + 60P_8(0, 1, 1, 4, 2) + 30P_8(0, 0, 2, 4, 2) + 10P_8(0, 0, 0, 4, 4) + 20P_8(0, 1, 1, 5, 1) + 60P_8(0, 0, 2, 5, 1) + 20P_8(0, 0, 3, 5, 0) + 30P_8(0, 1, 1, 6, 0) + 20P_8(0, 0, 2, 6, 0) + 20P_8(0, 0, 1, 7, 0) + 5P_8(0, 0, 0, 8, 0) = 0,47$. Событию A с таким Р-значением легко реализоваться, оно больше любого приемлемого уровня значимости. Поэтому 4-я клиника оторвалась от остальных лишь в силу чистой случайности. Грант выделяется за высокие достижения по внедрению инноваций, чего 4-я клиника, взятая в единственном числе отдельно от всех остальных, не обнаружила, поэтому вручить грант лишь ей одной было бы несправедливо.

Рассмотрим теперь совместное лидерство двух клиник 4-й и 5-й. Выясним, насколько значимым является их отрыв от остальных клиник. Событие, что какие-либо две клиники внедрили не менее 3-х одна из них и не менее 4-х инноваций другая, обозначим B . Тогда вероятность $P(B) = 60P_8(1, 0, 0, 4, 3) + 10P_8(0, 0, 0, 4, 4) + 20P_8(0, 0, 0, 5, 3) \approx 0,0477$. Таково Р-значение и выраженная им вероятность, что отрыв 4-ой и 5-ой клиник от остальных по числу внедренных инноваций произошел чисто случайно. Как следствие начального условия H_0 , эта вероятность слишком мала, чтобы при уровне значимости 0,05 реализовалось распределение $(1, 0, 0, 4, 3)$ чисел инноваций, внедренных клиниками. Факт реали-

зации этого распределения противоречит гипотезе H_0 и гипотезу отклоняют. Отрыв 4-й и 5-й клиник по числу внедренных инноваций от остальных клиник при уровне значимости 0,05 нельзя объяснить чистой случайностью. Вероятности p_4 и p_5 в действительности больше $1/5$ и выражают более высокие успехи 4-й и 5-й клиник по внедрению инноваций. Поэтому эти две клиники заслужили право получить и разделить между собою выделенный грант.

О ПРОБЛЕМАХ ВНЕДРЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС МГТУ

Скрябин А. В., Бычкова С. М. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ВМи-ПОЭВМ ЭВМ, takius@bk.ru)

In the article the problems of computer technology elements adoption in the educational process of Murmansk state technical university are defined and the solutions are suggested.

1. Введение

В настоящее время всё больше растет интерес к вопросам информатизации образования, что предъявляет новые требования к технологиям обучения и формам представления образовательной информации. Современные мультимедийные программные средства обладают большими возможностями в отображении информации, которые значительно отличаются от привычных и оказывают непосредственное влияние на мотивацию обучаемых, скорость восприятия материала, утомляемость и, таким образом, на эффективность учебного процесса в целом [1]. Компьютерные технологии способствуют раскрытию, сохранению и развитию личностных качеств обучаемых, и процесс обучения будет эффективен только в том случае, если у обучаемых сформулировать правильное представление о месте и роли данных технологий в учебном процессе [2].

Целью данной работы было выявить способы повышения эффективности использования компьютерных технологий в учебном процессе Мурманского государственного технического университета (МГТУ).

Для достижения поставленной цели были решены следующие **задачи**:

- 1) проанализированы планы внедрения в учебный процесс МГТУ элементов компьютерных технологий обучения за последние три года [3-5];
- 2) выделены и классифицированы основные элементы компьютерных технологий обучения;

3) выявлены проблемы внедрения компьютерных технологий в учебный процесс.

2. Классификация основных элементов компьютерных технологий, внедряемых в учебный процесс МГТУ

На основе анализа планов внедрения среди элементов компьютерных технологий обучения выделены следующие три группы:

- 1) учебное оборудование;
- 2) электронные учебно-методические материалы (ЭУММ);
- 3) программные средства.

Учебное оборудование в данной работе подробно не рассматривалось, основное внимание было уделено программным средствам и ЭУММ.

В МГТУ наименования основных видов ЭУММ базируются на межгосударственном стандарте 7.60-2003 «СИБИД. Издания. Основные виды. Термины и определения». В соответствии с этим стандартом среди ЭУММ, приведенных в планах внедрения, были выделены следующие типы электронных учебных изданий:

1) электронный практикум (ЭП) – учебное издание, содержащее практические задания и упражнения, способствующие усвоению пройденного материала;

2) электронное учебное пособие (ЭУП) – учебное издание, дополняющее или частично (полностью) заменяющее учебник, официально утвержденное в качестве данного вида издания;

3) электронный учебник (ЭУ) – учебное издание, содержащее систематическое изложение учебной дисциплины (ее раздела, части), соответствующее учебной программе, и официально утвержденное в качестве данного вида издания.

Кроме приведенных в стандарте видов, нами были выделены также:

1) электронные тесты (ЭТ) – тесты, хранимые, обрабатываемые и предъявляемые тестируемому с помощью компьютерной и телекоммуникационной техники. Электронными не являются тесты, подразумевающие заполнение тестируемыми «бумажных» бланков и их последующую компьютерную обработку [6].

2) электронные демонстрационные материалы (ЭДМ) – учебные материалы, в которых основные теоретические и практические сведения по дисциплине представлены с помощью технологий визуализации (например, мультимедийные электронные презентации) [7, С. 103];

3) электронные методические указания (ЭМУ) – нормативный документ, определяющий объем, содержание и порядок самостоятельного изучения учебной дисциплины [8];

4) электронные конспекты лекций (ЭКЛ) – это электронные документы, включающие в себя теорию дисциплины и обучающие мате-

риалы, с помощью которых теоретические факты лекций связываются, контролируется их усвоение, выстраиваются траектории обучения [9].

При этом в соответствии с «Инструкцией по созданию методических электронных изданий в МГТУ» под электронным изданием понимается документ **на машиночитаемом носителе**, для использования которого необходимы средства вычислительной техники, предназначенный для распространения в неизменном виде и имеющий выходные сведения.

Среди программных средств были выделены следующие виды:

1) система контроля знаний (СКЗ) – программное средство, организующее процесс педагогического тестового контроля [6];

2) система организации учебного процесса (СОУП) – программное средство управления различными аспектами учебной деятельности;

3) учебное интерактивное приложение (УИП) – программное средство, позволяющее обучаемому приобрести практические навыки по дисциплине.

На рисунке 1 представлена классификация элементов компьютерных технологий, внедренных в учебный процесс МГТУ за последние три года:

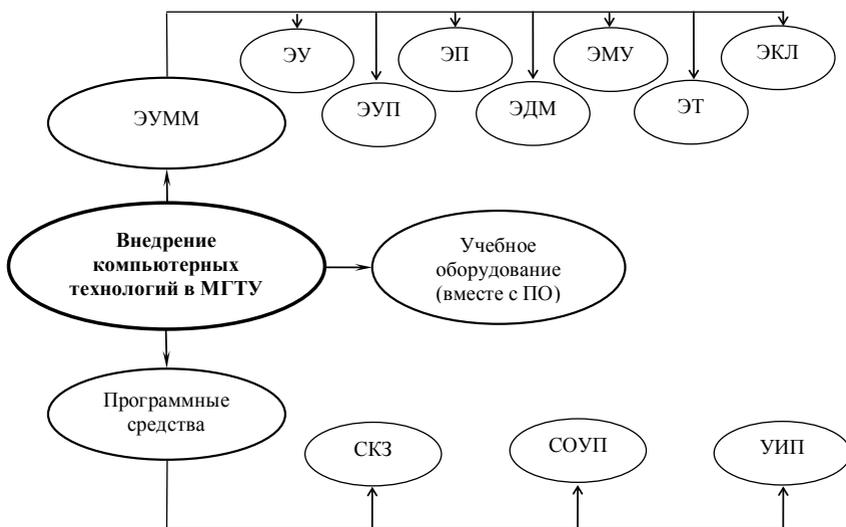


Рис. 1. Элементы компьютерных технологий, внедренные в учебный процесс МГТУ

3. Проблемы внедрения компьютерных технологий в учебный процесс МГТУ

В соответствии с определением, данным Институтом информатизации образования (ИИО), электронное издание учебного назначения – это учебное средство, реализующее возможности средств информационных и коммуникационных технологий и ориентированное на достижение следующих целей: предоставление учебной информации с привлечением средств **технологии мультимедиа**; осуществление **обратной связи с пользователем** при интерактивном взаимодействии; **контроль результатов обучения** и продвижения в учении [6].

Можно отметить, что данное Институтом информатизации образования определение существенно отличается от определения электронного учебного издания, принятого в МГТУ. В соответствии с «Инструкцией по созданию методических электронных изданий в МГТУ» главной особенностью электронного издания является его хранение на машиночитаемом носителе. ИИО предъявляет более высокие требования к электронному учебному изданию, в соответствии с которыми оно не может быть воспроизведено на печатном носителе без потери своих свойств.

Согласно схеме на рисунке 1 в МГТУ внедряется 7 различных элементов компьютерных технологий, которые относятся к ЭУММ. В таблице 1 представлено количество внедренных за последние три года элементов.

Уч. год	ЭУММ						
	ЭКЛ	ЭУ	ЭУП	ЭП	ЭДМ	ЭТ	ЭМУ
2008/2009	0	1	6	0	10	3	11
2009/2010	0	2	2	5	21	14	5
2010/2011	1	2	6	17	14	10	4

Таблица 1. Количество элементов ЭУММ, внедренных в учебный процесс МГТУ

Из таблицы 1 видно, что в МГТУ ведется активная работа по внедрению различных элементов ЭУММ в учебный процесс. При этом, возможно, на каждой кафедре МГТУ сформировались свои определенные подходы для создания ЭУММ. В этих условиях актуальным является приведение их перечня и содержания в соответствие с современными требованиями [7, С. 65], что предполагает наличие соответствующей технической, программной и нормативной базы. Из таблицы 2, отражающей количество различных видов программных средств, внедрен-

ных за последние три года, следует, что в настоящее время в МГТУ отсутствуют программные средства для разработки ЭУММ.

Уч. год	Программные средства		
	СКЗ	СОУП	ЭИП
2008/2009	10	1	17
2009/2010	3	2	20
2010/2011	3	1	22

Таблица 2. Количество программных средств, внедренных в учебный процесс МГТУ

4. Заключение

Таким образом, нами выделены две основные проблемы внедрения компьютерных технологий в учебный процесс МГТУ:

1. В МГТУ и Институте информатизации образования используются различные определения понятия «электронное издание». Формулировка, принятая в МГТУ, не учитывает методические особенности электронного учебного издания.

2. В МГТУ отсутствуют программные средства поддержки процесса создания ЭУММ.

Представляется возможным решить указанные проблемы следующим образом:

1. Повысить требования к электронному учебному изданию МГТУ, возможно, на основе определения, предложенного ИИО.

2. Организовать лабораторию по разработке программных средств создания различных элементов ЭУММ на базе кафедры ВМ и ПО ЭВМ МГТУ.

Заметим, что предложенное решение о создании лаборатории является уместным в виду того, что в МГТУ активно внедряются элементы ЭУММ различных видов (см. таблицу 1). В связи с этим возникает необходимость разработки отдельных программных модулей для создания соответствующих элементов ЭУММ, которые удовлетворяют существующим стандартам и учитывают высокие требования к электронному учебному изданию.

Литература:

1. **Аминов И. Б.** Использование технологии гипермедиа в учебном процессе, Материалы XVII Международной конференции «Применение новых технологий в образовании», 28-29 июня 2006 г. – Троицк: изд-во «Тривант», 2006. – с.77.

2. **Демьянко С. В., Сташевич О. Н.** Учебно-познавательные возможности информационных технологий в профессиональной деятельности будущих юристов, Тезисы докладов Российской школы кон-

ференции «Математика, информатика, их приложения и роль в образовании», 14-18 декабря 2009 г., Москва. – М.: РУДН, 2009. – с.214.

3. План внедрения в учебный процесс элементов компьютерных технологий обучения на 2008/2009 учебный год, утвержден проректором по учебной работе МГТУ С.Ю. Дубровиным 22.09.2008 г.

4. План внедрения в учебный процесс элементов компьютерных технологий обучения на 2009/2010 учебный год, утвержден проректором по учебной работе МГТУ С.Ю. Дубровиным 12.01.2010 г.

5. План внедрения в учебный процесс элементов компьютерных технологий обучения на 2010/2011 учебный год, утвержден проректором по учебной работе МГТУ С.Ю. Дубровиным 29.12.2010 г.

6. Толковый словарь терминов понятийного аппарата информатизации образования. – М.: ИИО РАО, 2009. – 96 с.

7. **Белов В. С., Бруттан Ю. В.** Повышение эффективности чтения лекций за счет использования современных мультимедийных технологий, Материалы XIII Международной научно-методической конференции «Высокие интеллектуальные технологии и инновации в образовательно-научной деятельности». Том 1. 16-17 февраля 2006 г., Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2006. – с.404.

8. Методические рекомендации по разработке методических указаний к самостоятельной работе студентов (курсантов) МГТУ (Стандарт организации), утвержден Ученым советом ФГОУ ВПО «МГТУ», протокол № 8 от «27» апреля 2007 г.

9. **Кацуба В. С., Лазарева И. М.** Методика проектирования электронных конспектов лекций, Международная научная конференция «Образование, наука и экономика в ВУЗах. Интеграция в международное образовательное пространство», г. Плоцк, Польша, 2008. – с.737.

Фундаментальные
проблемы геологии
Кольского полуост-
рова и шельфа
Баренцева моря

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ Ti-Zr РОССЫПЕЙ В ПОЗДНЕРИФЕЙСКО-ВЕНДСКОЕ ВРЕМЯ В ПРЕДЕЛАХ П-ВА СРЕДНЕГО (КОЛЬСКИЙ РЕГИОН)

Чикирёв И.В.^{1,2}, Сушков А.В.¹, Басалаев А.А.² (1 – кафедра геологии и полезных ископаемых АФ МГТУ; 2 – Геологический институт КНЦ РАН; e-mail: chikiryeviv@afmgtu.apatity.ru)

The paleogeographic conditions (type of the climate, depth of the basin, sources of the ablation) and geochemical characteristics (intensity of the weathering in the ablation regions, differentiation of the material in the sedimentation basin) promoting the formation of Ti-Zr placers in Upper Riphean Zemlepakhtinskaya Fm are discussed in the paper:

It is concluded that the whole Upper Proterozoic section of the Sredny Peninsula is promising on findings of Ti-Zr concentrates.

Объектом настоящего исследования являются осадочные отложения кильдинской серии верхнего рифея и волоковой серии верхнего рифея-венда(?), распространенные в пределах п-ва Среднего.

Предыдущими работами среди отложений землепахтинской свиты кильдинской серии было выявлено несколько уровней с россыпной Ti-Zr минерализацией. Среднее содержание Ti в различных литотипах пород изменялось от 0,60% до 1,89%. В отдельных случаях, в породах с рутил-ильменит-лейкоксен-цирконовой минерализацией отмечались содержания Ti до 41%, а содержание Zr достигало 3% (Негруца и др., 1994).

Цель предлагаемого исследования заключается в восстановлении условий концентрации Ti-Zr россыпей при накоплении отложений землепахтинской свиты и оценке возможности формирования Ti-Zr россыпей в пределах остальной части разреза верхнепротерозойских отложений п-ва Среднего.

Реконструкция палеогеографических условий. В позднерифейское-вендское(?) время в пределах Кольского региона существовало несколько типов бассейнов (Митрофанов и др., 1997) (рис.1).

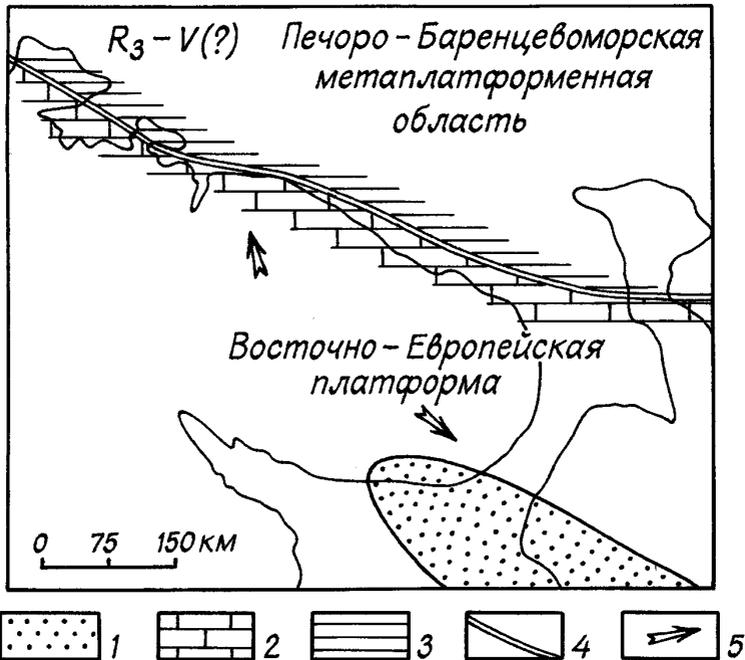


Рис. 1. Палеогеографическая схема Кольского региона для позднерифейско-вендского (?) этапа развития

- 1 – отложения рифтогенного бассейна;
- 2 – отложения перикратонного бассейна;
- 3 – отложения пассивной окраины;
- 4 – граница Восточно-Европейской платформы;
- 5 – направление сноса обломочного материала.

Накопление осадочных пород кильдинской и волоковой серий осуществлялось в зоне перикратонного опускания северо-восточного края Восточно-Европейской платформы в подводно-дельтовых обстановках, о чем свидетельствуют их литологический состав и структурно-текстурные признаки.

В разрезе отложений комплекса п-ва Среднего на нескольких уровнях установлены три фациальные ассоциации, которые характерны для дельт: ассоциация дельтовой равнины, ассоциации фронта дельты и ассоциации отмирания дельты.

Среди пород преобладают хорошо- и среднесортированные псаммиты аркозового, олигомиктового и кварцевого состава. Подчиненную роль играют гравелиты, глинистые алевролиты и пелиты. Карбонатные породы, представленные доломитами, встречаются лишь среди отложений палвинской и каруярвинской свит.

В породах верхнепротерозойского разреза отмечается однопавленная косая слоистость потокового типа, сменяющаяся разнонаправленной. Азимут наклона косослоистых серий указывает, что основной снос обломочного материала при накоплении рассматриваемых отложений происходил в основном с юга, т.е. с Кольского п-ва.

По данным Н.А. Шило (2002), в качестве коренных источников Ti-Zr россыпей, как правило, выступают разной основности магматические или метаморфические комплексы нередко с рассеянной рудной минерализацией. Главными типами россыпеобразующих рудных формаций титана являются породы с пониженным содержанием кремнекислоты, которые в плутонических фациях представлены габбро-габбропироксенитовыми сериями, а в эффузивных – базальтоидами. Коренные источники циркониевых минералов, напротив, представлены узкой группой весьма специфических пород, которые выделяются резко повышенной щелочностью (щелочные граниты, щелочные базальтоиды и т.д.).

Следует отметить, что все вышеперечисленные разновидности пород достаточно широко распространены в пределах Кольского п-ва. Партнерство в россыпях титан-циркониевых минералов – это уникальное и вместе с тем закономерное явление; два элемента (Ti и Zr) с резко различной магматической минералообразующей историей в ходе экзогенной переработки эндогенных источников объединяются в единую ассоциацию. (Шило, 2002)

Восстанавливать палеоклиматические условия возможно по количественным соотношениям Al_2O_3/TiO_2 в глинистой фракции (Акульшина, 1976). Анализ соотношения Al_2O_3/TiO_2 в пелитах верхнепротерозойских отложений п-ва Среднего показывает, что в течение накопления отложений кильдинской и волоковой серий господствовал гумидный тип климата (табл. 1). Незначительная аридизация климата устанавливается лишь в периоды накопления отложений палвинской и каруярвинской свит.

Геохимические характеристики областей седиментации и сноса. Геохимические данные верхнепротерозойских отложений п-ва Среднего также позволяют охарактеризовать интенсивность процессов выветривания в областях сноса и дифференциацию вещества в бассейне седиментации. Наиболее полно эту характеристику дают параметры, предложенные А.А. Предовским (1980) и Е.П. Акульшиной (1976).

По параметрам интенсивности выветривания, дифференциации и зрелости терригенных пород отложения кильдинской и волоковой серий характеризуются достаточно высокими значениями (табл. 2).

Таблица 1.

Характеристика климатических условий в течение накопления отложений кильдинской и волоковой серий

Свиты	Отношение Al_2O_3/TiO_2 в пелитах	
	Климаты	
	Гумидный (< 20)	Семиаридный (20-30)
Волоковая серия:		
Пуманская	19	
Куяканская	16	
Кильдинская серия:		
Каруярвинская		22
Землепахтинская	15	
Поропеллонская	15	
Палвинская		21
Пряярвинская	18	

Таблица 2.

Параметры интенсивности выветривания, дифференциации и зрелости терригенных пород п-ва Среднего

Свиты	Интенсивность выветривания, w	Интенсивность дифференциации, d	Степень зрелости глинистого вещества	
			Al_2O_3/Na_2O	K_2O/Na_2O
Волоковая серия:				
Пуманская	70	2.7	8.0	2.0
Куяканская	55	2.0	9.0	2.3
Кильдинская серия:				
Каруярвинская	120	3.0	100	33
	75	1.7	15	3.2
Землепахтинская	55	1.6	11	2.5
Поропеллонская	80	2.8	15	3.4

Палвинская	70	1.5	11	2.8
Пярярвинская				

Выводы

1. Реконструкция палеогеографических данных показала, что формирование отложений кильдинской (и в частности отложений землепахтинской свиты с Ti-Zr минерализацией) и волоковой серий происходило в перикратонном бассейне в подводно-дельтовой обстановке. Приведенный вывод согласуется с данными Н.А. Шило (2002) о том, что большинство титан-циркониевых россыпей образуется в литоральной зоне и отчасти на мористом шельфе.

2. В пределах Кольского региона, служившего основным поставщиком обломочного материала в позднепротерозойский бассейн п-ва Среднего, широко распространены породы, являющиеся потенциальными источниками как циркона (щелочные граниты и др.), так и титана (габбро, пироксениты и др.).

2. Гумидный климат, господствовавший в течение накопления отложений кильдинской и волоковой серий, являлся благоприятным фактором для накопления Ti-Zr концентраций.

3. Геохимические данные показывают, что позднерифейско-вендское время на севере Кольского полуострова характеризовалось интенсивностью процессов выветривания в областях сноса и дифференциацией вещества в бассейне седиментации, что несомненно могло способствовать накоплению россыпных концентраций.

4. Таким образом, учитывая гумидный тип климата и мелководные обстановки накопления (дельтовые условия), благоприятные геохимические характеристики областей сноса и бассейнов седиментации в позднерифейско-вендское(?), можно сделать вывод о возможности обнаружения Ti-Zr россыпей не только в пределах отложений землепахтинской свиты, но и остальной части верхнепротерозойского разреза п-ва Среднего.

Литература:

1. **Акульшина Е. П.** Методика определения условий выветривания, осадконакопления и постседиментационных преобразований по глинистым минералам // Глинистые минералы как показатели условий литогенеза, Тр. ИГиГ СО АН СССР, Вып. 223, Новосибирск: Наука, 1976, – с. 9-37.

2. **Митрофанов Ф. П., Негруца В. З., Чикирёв И. В.** История развития Кольского региона в позднем докембри / Рифей Северной Евразии. Екатеринбург, УрО РАН, 1997, – с. 207-212.
3. **Негруца В. З., Басалаев А. А., Чикирёв И. В.** Баренцево-морский фосфоритовый бассейн, Апатиты 1994, – 114 с.
4. **Предовский А. А.** Реконструкция условий седиментогенеза и вулканизма раннего докембри, Л.: Наука, 1980, – 152 с.
5. **Шило Н. А.** Учение о россыпях: Теория россыпеобразующих рудных формаций и россыпей. Владивосток: Дальнаука, 2002, – 576 с.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ НЕФТИ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ И ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПРОВИНЦИЙ

Козлов Н. Е.^{1,2}, Сорохтин Н. О.^{1,2}, Мартынов Е. В.^{1,2} (¹-Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН, ²- Апатитский филиал МГТУ, кафедра геологии и полезных ископаемых, kozlovne@afmgtu.apatity.ru)

Comparison of the contents of some elements in the oil reservoirs of the Volga-Urals, Western Siberia and the Dnieper-Donetsk provinces indicates to enrichment of the various components oil of the front and rear parts of the collision zones. This confirms the assumption that the metallogenic specialization of oil is determined by the complexes, through which it migrates and can be used for regional metallogenic prognosis.

В 70-х годах прошлого столетия было показано существование исключительно мощного механизма генерации углеводородов из органического вещества, затагиваемого вместе с океаническими осадками в зоны поддвига плит [7]. При этом наибольшие скопления нефти и газа способны возникать в предгорных прогибах, образующихся в тех случаях, когда островные дуги и окраины андийского типа надвигались на пассивные окраины континентов атлантического типа с их мощными осадочными толщами, накопившимися на этих окраинах за время существования океана (рис. 1).

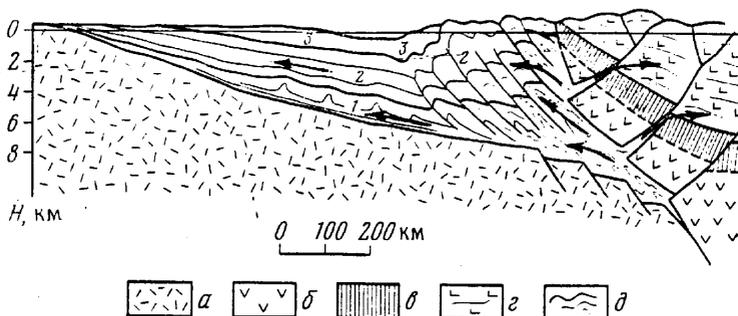


Рис. 1. Схематический разрез зоны надвига островной дуги на пассивную окраину континентальной платформы [по 8]: а – докембрийский фундамент континентальной платформы; б – фундамент островной дуги; в – породы океанической коры; г – осадочно-вулканогенная толща островной дуги; д – смятые осадки предгорного прогиба; 1–3 – осадочные горизонты разного возраста; стрелками показаны пути миграции углеводородов из зоны поддвига плит

В геологической истории Земли такие события происходили довольно часто. Таким путем образовались месторождения углеводородов Персидского залива, в предгорьях Аппалачей, Северо-Американских Кордильер, в большей части Альпийско-Гималайского подвижного пояса и во многих других предгорных поясах мира. На Урале процесс столкновения островных дуг с древними континентальными окраинами полностью закончился в интервале времени от 350 до 250 млн лет назад. При этом Уральская островная дуга была надвинута на пассивную окраину Восточно-Европейской платформы и сформировала одноименную орогенную структуру. Образование нефти и газа в таких областях происходит не только благодаря мобилизации содержащихся в сминаемых осадочных толщах бывшей континентальной окраины рассеянной нефти и газа, но и за счет поступления углеводородов из зон поддвига плит. По-видимому, именно благодаря сложению этих двух механизмов обогащения краевых прогибов углеводородами делает их уникальными накопителями (рис. 1). Реализация данного механизма позволяет части углеводородов, совместно с флюидом мигрировать во фронтальную зону аллохтона, а части - в тыловую, автохтонную.

Исходя из этого, можно предположить, что большая часть месторождений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции были сформированы за счет миграции углеводородов из под уральской складчатой системы во фронтальную зону складчатости, где они смешивались с углеводородами осадочного чехла. Аналогично этому происходила ми-

грация нефти и газа в тыловую зону складчатости, а их смешение с распределенными углеводородами в осадочном чехле Западной Сибири, привели к возникновению уникальной Западно-Сибирской нефтегазозонной провинции. В этой связи необходимо отметить, что пространственная неоднородность распределения нефти и газа в толще осадочных пород обуславливается тем, что вблизи от складчатой системы должны преобладать углеводороды, генетически связанные с происходящими в зоне субдукции процессами, а с удалением от нее внутриплитного типа. Миграция углеводородов из области высоких давлений и температур в области тектонической тени осуществляется совместно с флюидопотоками в континентальной коре. Следовательно, такие углеводороды неизбежно будут обогащаться теми же элементами и соединениями, которыми обогащен флюид структурно-вещественных комплексов фронтальной и тыловой частей зоны коллизии, что могло быть зафиксировано в геохимической специализации нефтяных залежей.

Правомерность данного предположения была исследована на примере нефтяных месторождений Волго-Уральской (фронтальная зона) и Западно-Сибирской (тыловая зона) провинций. При сопоставлении использовались данные о составе смолисто-асфальтеновых компонентов нефти, что, по мнению [3], является наиболее объективным. Поскольку мы располагали лишь данными о вариациях содержаний тех или иных компонентов и средних для групп, в качестве информативных были выбраны только те компоненты содержания которых наиболее контрастно отличаются друг от друга двух нефтегазозонных провинциях (Волго-Уральской и Западно-Сибирской). Был использован следующий принцип отбора: если среднее содержание компонента в одной из провинций лежит вне интервала вариаций этого же компонента в другой провинции, то их содержания контрастно отличаются друг от друга (табл.1). Как это отчетливо видно, нефть Волго-Уральской и Западно-Сибирской провинций контрастно различаются по ассоциациям элементов. Так, первые обогащены U, V, Au, Mo, платиноидами, Ni, Cu, Co, Fe, Hg, Bi, Ti, Ga, Nb, Cd, Re, в то время как для последних более характерны Mn, Zn, Pb, Ba.

В этой связи интересно сопоставить данные о концентрации некоторых малых элементов в нефти исследованных нефтегазозонных провинций с металлогенической специализацией краевых комплексов крупных структур. Согласно схемы металлогенической зональности островных дуг, предложенной А.Митчеллом и М.Гарсоном [6], к фронтальным частям островодужных систем тяготеет обычно Hg, часто Ni, также Fe и Cu медноколчеданных месторождений Кипрского типа (подчеркнем, что подобные месторождения описаны на Урале). Это же можно предположить для Ti, сходного по своим геохимическим особенностям с

Fe, а также Co, чье поведение должно быть близким к поведению Cu и Ni. В направлении тыла островодужной системы концентрируются Zn-Cu руды типа Бесси и Zn-Cu-Pb месторождения типа Куроко.

Эти закономерности хорошо коррелируются с данными о металлогенической зональности в пределах различных конвергентных зон Казахстана [4]. Так, для фронтальных частей (энсиматические островные дуги, фронтальные и центральные зоны, пассивные окраины) здесь характерны (при значительных вариация вариантов, что, без сомнения, нельзя сбрасывать со счетов), в том числе, следующие ассоциации элементов : Au-Mo-Pt-Cu, Au-Cu-Ni, Mo-Cu, Au-Cu, Cu-Ag-Au, U-Mo-V. Для более тыловых структур (энсалические островные дуги, центральные и тыловые зоны, внутриконтинентальные бассейны) можно выделить такие ассоциации, как Pb-Zn-Mn-Fe, Ba-Pb-Zn, Pb-Zn., Pb-Cu-Zn. Подобные закономерности описаны и для Камчатской, Японской и Зондской островных дуг, где в общей своей массе рудная минерализация Cu, Fe, Mn, иногда Ag и Au тяготеют к внешним их зонам, тогда как Cu-Pb-Zn чаще фиксируются в тыловых частях [1].

Таблица 1

Содержание элементов (ppm) в смолисто-асфальтеновых компонентах Волго-Уральской и Западно-Сибирской нефтегазоносных провинций [по 2,3,5]

Элементы	Волго-Уральская (фронт)		Западно-Сибирская (тыл)	
	Хср	разброс значений	Хср	разброс значений
U	16*	4 - 48	4.2	2 – 6.5
V	227600	78800 - 506000	26190	5450 - 71370-
Au	98.4	50 - 160	7.1	3 - 8
Ag	322	90 - 650	65	26 - 112
Mo	1600	340 - 42000	58	12 - 162
ЭПГ	64.4	нет данных	7.8	нет данных
Ni	72016	6400 - 120000	23328	3000 – 67140
Cu	31283	19200 - 43500	15180	5300 – 35750
Co	207	120 - 420	101	30 – 196
Fe	109582	54000 - 220000	54276	20150 – 101610
Hg	2300	130 - 11850	84.4	50 - 145
Ti	5243	2200 - 7540	3545	2040 – 8490

Bi	133	45 - 380	29	16 - 67
Ga	157.4	80 - 22	14.4	7 - 23
Nb	13.5	4.5 - 30	8.3	1 - 26
Cd	180	60 - 250	46.5	26 - 71
Re	51.9	7 - 164	3.1	0.4 - 6.9
Mn	1728	1130 - 3270	2965	740 - 8570
Zn	49720	15400 - 79500	72282	25320 - 143650
Pb	2009	700 - 7040	16530	9300 - 21680
Ba	2084	1050 - 3270	4423	2900 - 6700

* Выделены значения содержания элементов, существенно преобладающие в нефти одной из провинций

Сравнение поведения перечисленных выше элементов в нефти Волго-Уральской и Западно-Сибирской провинций с закономерностями, характерными для фронтальных и тыловых частей конвергентных зон, показывает их существенное сходство (табл.1). В рамках схемы пути миграции углеводородов в островодужных системах [8] такое сходство подтверждает наше предположение, что своей металлогенической специализацией нефть обязана тем комплексам, через которые она мигрирует.

Данная закономерность проявляется и при сопоставлении информации о содержании рудных элементов в смолисто-асфальтеновых компонентах нефтегазоносных провинций, занимающих примерно сходное, в данном случае тыловое положение в краевых системах (табл.2).

Таблица 2

Содержание элементов (ppm) в смолисто-асфальтеновых компонентах Днепровско-Донецкой и Западно-Сибирской нефтегазоносных провинций [по 2,3,5].

Элементы	Днепровско-Донецкая (тыл)		Западно-Сибирская (тыл)	
	Хср	Разброс значений	Хср	разброс значений
U	3.0	0.7 - 8.1	4.2	2 - 6.5
V	28370	1650 - 117000	26190	5450 - 71370
Mo	45.6	10 130	58	12 - 162
ЭПГ	7.1	нет данных	7.8	нет данных
Ba	4147	1780 - 9060	4423	2900 - 6700
Cd	46.0	22 - 104	46.5	26 - 71
Re	4.5	0.9 - 9.4	3.1	0.4 - 6.9
Cu	6105	1730 - 16600	15180	5300 - 35750
Co	87	14 - 160	101	30 - 196

Ni	19027	470 - 67900	23328	3000 – 67140
Bi	17.1	6 - 50	29.0	16 – 67
Mn	955	430 - 1750	2965	740 - 8570
Zn	16183	3500 - 32390	72282	25320 – 43650
Pb	1130	208 - 3510	16530	9300 - 21680
Au	нет данных	1.5 - 8600	7.1	3 - 8
Ag	17000	400 - 150000	65	26 - 112
Hg	24700	9000 - 200000	84.4	50 - 145
Fe	150480	17600 - 58000	54276	20150 – 01610
Ti	9724	600 - 43000	3545	2040 – 8490
Ga	26.3	3 - 48	14.4	7 - 23

*Выделены значения содержания элементов, существенно преобладающие в нефти одной из провинций

Поскольку концентрация тех или иных рудных элементов в определенной части приграничных систем связана со многими случайными факторами, при таком сопоставлении важным представляется не то, больше или меньше содержание тех или иных элементов в сравниваемых объектах, а то, что ассоциации рудных элементов формируют концентрации в строгом соответствии со своими геохимическими особенностями. Полученные данные хорошо корреспондируются с выводом [5] о тесной связи геохимических особенностей нефти с характером геодинамического развития и эволюции литосферы нефтегазоносных районов. Это, в свою очередь, позволяет полагать, что сам факт обогащения нефти теми или иными рудными компонентами не определяет ее абиогенный (или биогенный) генезис.

Изложенное имеет еще один важный аспект. Так, наличие повышенных концентраций ассоциаций тех или иных элементов в нефти, с учетом геодинамических реконструкций нефтегазоносного региона позволяют давать независимый региональный прогноз металлогенической специализации отдельных слагающих его геологических структур.

Литература:

1. **Гатинский Ю. Г., Рундквист Д. В., Владова Г. Л., Мирлин Е. Г., Миронов Ю. В., Рожкова В. В. Соловьев А. А.** Зоны субдукции: действующие силы, геодинамические типы, сейсмичность и металлогения. // Вестник ОГГГН РАН, № 2(12), т.1, 2000, <http://www.scgis.ru/russian/cp1251/hdgggms/2-2000/subduction.htm#begin>
2. **Готгих Р. П., Писоцкий Б. И., Журавлев Д. З.** Геохимические особенности нефти различных регионов и возможный источник металлов в ней // ДАН, 2008, Т.422, №1, С.88-92.

3. **Калинин Е. П.** Геохимическая специфика нефти и ее природа (обзор)// Вестник, январь 2009 г., №1, С.6-12.
4. **Мазуров А. К.** Геодинамические обстановки формирования металлогенических комплексов Казахстана. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук, ТПУ, Томск, 2003, 43 с.
5. **Маракушев А. А., Писоцкий Б. И., Панях Н. А., Готтих Р. П.** Геохимическая специфика нефти и происхождение ее месторождений// ДАН, 2004, Т.398, №6, С.795-799
6. **Митчелл А., Гарсон М.** Глобальная тектоническая позиция минеральных месторождений: Пер. с англ.1984. М.: Мир, 1984, 496 с.
7. **Сорохтин О. Г.** Проблемы происхождения нефти в зонах поддвига плит. В кн.: Океанология, Геофизика океана т. 2, Геодинамика. М., Наука. 1979. С. 377–383.
8. **Сорохтин О. Г., Чилингар Дж. В. Сорохтин Н. О.** Теория развития Земли (происхождение, эволюция и трагическое будущее). М.-Ижевск. Изд-во “Институт компьютерных исследований”. 2010. 751 с.

О НЕОБХОДИМОСТИ И ВОЗМОЖНОСТИ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕЙ КЛАССИФИКАЦИИ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ МАГМАТИТОВ

Предовский А. А.^{1,2}, **Чикирёв И. В.**^{1,2} (1 – кафедра геологии и полезных ископаемых АФ МГТУ; 2 – Геологический институт КНЦ РАН; e-mail: chikiryeviv@afmgtu.apatity.ru)

The problem of improvement of aluminasilicate magmatites classification is regarded in the paper based on compiled and authors' data. The study is done with consideration for present views of natural systems of magmatic rock-forming processes and of magmatic genetic types. The specific approaches are proposed, which must provide the development of knowledge on magmatic systems of theoretical and applied importance.

Совершенствование существующей общей классификации алюмосиликатных магматитов – это задача важная для дальнейшего прогресса не только самой петрологии магматитов, но и для решения ряда проблем общей и исторической геологии, формационного анализа, геологического картирования, прогноза и поисков месторождений полезных ископаемых.

В настоящее время общепринятой является схема деления алюмосиликатных магматитов (далее обозначаемых как АМ) по хими-

ческому составу на двойной диаграмме $\text{SiO}_2 - (\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ в массовых процентах, которая воспроизводится в множестве публикаций в нашей стране и за рубежом. Такой подход в принципе оправдан и с него следует начать дальнейшее развитие классификации АМ, т.к. рассмотрение фундаментальных проблем магматизма в истории Земли наиболее эффективным будет именно на уровне содержания и соотношения атомов элементов (прямо или в форме оксидов), а не на уровне минералов и минералов, т.е. на геохимическом уровне, а не в аспекте систем кристаллизации и плавления. Это подчеркивалось, например, в работах А. Ф. Белоусова (1974, 1979).

Однако, решение поставленной задачи целесообразно начать с некоторого усовершенствования основополагающей диаграммы кремнезем – сумма главных щелочей, что рассматривалось в ряде публикаций одного из авторов настоящего сообщения (Предовский, 1977, 1980). Это усовершенствование вызывается некоторой двусмысленностью прямого содержания SiO_2 , которое в свое время привело к дискуссии о положении в общей систематике клинопироксенита (с содержанием SiO_2 около 50 % мас.). Эта порода по существу является ультраосновой, а по содержанию кремнезема близка к основным АМ. Да и сейчас классификационная принадлежность пироксенитов определяется неоднозначно. Кроме того, само разделение магматитов на классы, а точнее сказать – названия этих классов (кислые, средние, основные, ультраосновные) отражает наследие эпохи «химической петрографии», когда главнейшим фактором магматизма считалось взаимодействие кислотности – щелочности магматических расплавов и процессов. В то же время уже В.Ричардсон и Г. Снисби, опубликовавшие в 1922 году диаграмму распределения магматитов по SiO_2 , подчеркнули двувершинный, а не классический одновершинный характер распределения. В 1952 году к этому вопросу вернулся С.П. Соловьёв, который на более обширном материале воспроизвел два этих максимума кривой распределения на уровне 52,5% и 73% SiO_2 . По своему существу рассматриваемый вопрос относится к проблеме количества родоначальных магм, которая горячо обсуждалась в первой половине XX века и в дискуссии по которой Н. Боуэн (1934), сторонник единой основной родоначальной магмы, и Ф.Ю. Левинсон-Лессинг (1933), сторонник по крайней мере двух родоначальных магм – основной и кислой, играли первые роли. В настоящее время ясно, что спор шел на самом деле не о родоначальных магмах, а о главных источниках вещества для магмообразования. И таких источников два – кора и мантия Земли. В связи с этим на первое место выходит вопрос не о кислотности–щелочности, а о меланократовости плавящихся субстратов и типов магм. Первым, кто ближе всех подошел к этому

представлению был С. Шэнд (Shand, 1927, 1947). Этот автор в качестве одного из ведущих параметров классификации АМ предложил применять «цветной индекс», получивший название «индекса Шэнда», который использовался в ряде тогдашних классификаций магматитов, в том числе широко известной классификации П. Ниггли. «Цветной индекс» был определен как соотношение меланократовых и лейкократовых минералов в прозрачных шлифах магматитов. Теперь он может быть заменен более точно определяемым показателем меланократовости, вычисляемым по содержанию химических компонентов магматитов по следующей формуле (Предовский, 1977): $Fm = (FeO + Fe_2O_3 + MgO) / SiO_2$ в молекулярных количествах или массовых процентах. Приведенным показателем меланократовости и предлагается заменить прямое содержание SiO_2 в базовой диаграмме классификации АМ.

В практике исследований северо-восточной части Балтийского щита в период после 1980 года (Вулканизм и седиментогенез ..., 1987, Предовский, 2005, 2008) использовался и оправдал себя преобразованный вариант базовой классификации АМ в виде сдвоенной Т-образной диаграммы меланократовость – сумма главных щелочей – содержание глинозема ($Fm - Alk - A$). Общей осью в ней является показатель меланократовости, так что параллельно используются два поля: меланократовость – сумма главных щелочей и меланократовость – содержание глинозема. Строение и применение диаграммы можно видеть в названных выше публикациях. Существенной чертой упомянутой преобразованной диаграммы общей классификации АМ является выделение класса магматитов, промежуточного между базитовыми и гипербазитовыми АМ. Этот класс предложено называть пикритовым. АМ данного класса меланократовости объединяют различные типы пироксенитов и их вулканогенных аналогов. Хорошим примером проявления пикритового магматизма в Кольском регионе является пикритовая вулканоплутоническая ассоциация раннего протерозоя Печенги, в которой принимают участие как дифференцированные габбро-верлитовые никеленосные интрузивы продуктивной толщи, так и эволюционирующие во времени пикритовые вулканы печенгского супракрустального комплекса. Те и другие комагматичны и имеют близкий общий химический состав (Предовский и др., 1971, Hanski, Smol'kin, 1995). В последней из названных работ авторы применяют к рассматриваемой вулканоплутонической ассоциации наименование «ферропикритовой», что поддерживает наше предложение о выделении самостоятельного класса АМ-пикритового.

Таковы наиболее существенные коррективы к диаграмме общей базовой классификации АМ. Но ими не ограничиваются мероприятия,

направленные на дальнейшее развитие общей классификации АМ. Причины этого кратко рассматриваются далее.

Наиболее важная причина, требующая дальнейшего совершенствования классификации АМ – это необходимость введения в научный обиход понятия о системах магматического породообразования, и связанного с ним понятия о генотипах АМ.

Как и любая природная система, породообразующая магматическая система состоит из элементов, взаимодействие которых обеспечивает ее работу и появление продукта – магматических горных пород. Условием работы такой системы является наличие источника энергии, как правило, внешнего, достаточная устойчивость системы и влияние некоторых иных факторов.

Главными элементами и этапами работы магматической породообразующей системы являются следующие: 1 – наличие тектонически обусловленных путей вертикальной миграции глубинных теплоносителей и сопровождающих веществ и поступление теплоносителей в область зарождения очага плавления в коре или мантии Земли; 2 – плавление корового или мантийного субстрата (мобилизация); 3 – пути транспорта мобилизованного материала (расплава); 4 – накопление магматического расплава во внутрикоровых камерах или на земной поверхности, где происходит консолидация расплава, т.е. превращение его в магматическую породу; 5 – проявление последующих процессов изменения, связанных с воздействием флюидов, породивших расплав или флюидов и растворов, имеющих иное происхождение.

Многообразие рождающихся АМ определяется многообразием плавящихся субстратов, режимами и полнотой плавления, составом и эволюцией состава и состояния флюидов-теплоносителей и сопровождающих веществ, полнотой, скоростью и длительностью плавления, степенью открытости системы, возможным влиянием окружающих пород в зонах консолидации и т.д. В связи с вышесказанным ясно, что родоначальных магм много, что показано работами академиков Д.С. Белянкина и М.А. Усова. Родоначальных магм столько, сколько существует плавящихся субстратов (количество которых во времени растет), вариантов условий плавления и составов теплоносителей, вызывающих плавление.

Заметим, что до настоящего времени главное внимание при решении задач классификации АМ уделялось этапам консолидации родоначальных расплавов при сильном идеологическом давлении сторонников исключительной важности явлений магматической дифференциации, т.е. прямых последователей Н. Боуэна, а не Ф.Ю. Левинсона-Лессинга. В то же время, как следует из вышесказанного, наи-

более важными этапами работы магматических породообразующих систем являются начальные, во время которых в области будущих очагов плавления поступают глубинные флюиды-теплоносители и сопровождающие вещества и реализуется процесс рождения родоначального расплава будущих АМ.

Ясно, что задача изучения ранних этапов работы магматических породообразующих систем весьма и весьма сложна. Но без ее решения невозможен прогресс в теории магматизма. И представляется что начальный шаг к решению этой задачи – применение представление о генотипах АМ.

Генотип магматита – это совокупность существенных признаков его химического и минерального состава, строения и геологического положения, которая наиболее полно отражает специфику работы породившей его породообразующей магматической системы.

В геологической и петрологической литературе существует достаточно поводов для такой формулировки понятия о генотипе магматита, в нашем случае о генотипе АМ. Сходные соображения отражены в таких понятиях, как «магматические серии», «серийные типы магматитов», «родственные группы магматитов». Подчеркнем, что генотип обязывает четко формулировать понятие о магматической породообразующей системе и тем самым готовить решение обратной задачи: по специфике генотипа приблизиться к пониманию важнейшего в магматизме вопроса о сущности ранних этапов работы систем магматического породообразования. В настоящий момент это задача высокой трудности, но ее необходимо решать.

Для приближения решения названной задачи в состав химических компонентов генотипа должны включаться не только главные породообразующие, но и малые, редкие и рассеянные элементы и информативные изотопные характеристики. Все это определяет корректность отнесения породы и родоначальной магмы к данному генотипу.

В качестве пробного варианта выделения генотипов АМ могут быть приведены семь генотипов базальтов, выделяемых нами предварительно, как попытка реализации предлагаемого подхода к проблеме. Рассматриваемые генотипы, примеры химического состава которых на уровне петрогенных компонентов приведены в таблице 1, а некоторые сведения о малых и редких компонентах и возможная интерпретация генотипов в плане распознавания особенностей работы систем магматического породообразования на ранних этапах их формирования – в таблице 2.

Предлагаемые генотипы базальтов строятся в два главных тренда: от нормальных базитов до магнезиальных и от нормальных базитов

к субщелочным и щелочным. К первому тренду тяготеют глинозemi-стые базальты, а ко второму – железистые.

Сопоставление генотипов АМ и конкретных примеров пород может производиться на общих базовых диаграммах, наподобие sdвоенной классификационной диаграмме меланократовость – сумма главных щелочей – содержание глинозема, упоминавшейся выше, а также на специальных диаграммах, построенных на принципе сравнения всех пород и генотипов с единым эталоном, наилучшим из которых представляется нормальный базальт трапповых формаций. В последнем случае базовой диаграммой сравнения может быть горизонтальная линия, на которую наносятся позиции петрогенных, малых и редких компонентов эталона. Их содержания в эталоне принимаются за нулевые, а вверх и вниз откладываются содержания тех же компонентов в генотипах изучаемых пород, соответственно превышающие (вверх) или пониженные (вниз) относительно эталонных. Подобные диаграммы используются для сравнительного анализа содержания редкоземельных элементов в АМ.

Таблица 1

Примеры химического состава генотипов базальтов (базитов) в масс. %

Ком- понен- ты	1- 1	1- 2	1- 3	2	3	4- 1	4- 2	5	6- 1	6- 2	7- 1	7- 2
SiO ₂	49,6 1	49,1 4	47,5 9	49,2 8	48,50	46,20	46,90	50,0	52,75	53,85	47,75	48,6
TiO ₂	1,43	1,17	1,65	2,83	2,45	1,61	1,22	0,71	0,54	0,36	1,51	0,93
Al ₂ O ₃	16,1	15,6 4	14,6 1	13,0 2	17,0	18,08	16,33	16,23	5,28	10,68	19,05	18,71
Fe ₂ O ₃	2,94	2,64	4,0	2,92	5,21	5,97	4,22	3,17	0,97	0,75	5,04	2,08
FeO	6,78	6,66	9,01	10,9 5	6,60	3,45	4,14	7,96	8,65	7,51	4,20	5,70
MnO	0,19	0,16	0,22	0,23	0,16	0,22	0,11	0,23	0,27	0,17	0,10	0,14
MgO	7,34	8,22	7,17	6,29	4,38	2,30	5,03	7,48	15,44	15,11	4,96	6,90
CaO	11	11	10	10	6,210,	10,	9,7	11,	12,	8,1	11,	12,

	,3 2	,8 4	,7 6	,0 7	1	47	2	98	79	2	18	54
Na ₂ O	2, 76	2, 40	2, 19	3, 29	4,9 0	9,6 3	2,7 5	1,8 1	1,1 1	1,1 1	2,8 9	2,2 8
K ₂ O	0, 22	0, 20	0, 33	0, 25	2,3 0	2,2 6	7,5 8	0,3 3	0,0 8	0,3 0	0,5 7	0,2 2
P ₂ O ₅	0, 14	0, 14	0, 15	0, 25	0,7 6	0,4 5	0,5 0	0,1 0	–	0,1 2	0,2 5	0,1 4

Обозначение составов генотипов: 1-1 – нормальный (океанический); 1-2 – нормальный (СОХ); 1-3 – нормальный (траппы); 2.- железистый; 3 – субщелочной (трахибазальт); 4-1 – щелочной (нефеленит); 4-2 – щелочной (лейцитит); 5 – толеитовый; 6-1 – магнезиальный (коматитовый); 6-2 – магнезиальный (бонинит); 7-1 – глиноземистый; 7-2 – глиноземистый («лейкобазальт») океанический. (Из разных источников).

Таблица 2

Примеры генотипов базальтов, их петрохимических особенностей и возможная интерпретация в плане специфики ранних этапов работы магматических систем

Генотип	Примеры и особенности	Возможная интерпретация по плавлению
1. Магнезиальный	Базиты коматитовых, марианит-бонинитовых ассоциаций. Повышены – MgO, SiO ₂ ; понижены – FeO, Fe ₂ O ₃ , TiO ₂ , щелочи, P ₂ O ₅ , редкие тяжелые литофилы.	Интенсивное плавление при воздействии мощных теплоносителей восстановленного ряда, по-видимому, без длительной подготовки
2. Толеитовый	Базиты толеитовых серий, близкие к нормальным, но кварцнормативные	Возможна близость по режиму плавления к магнезиальному тренду, но с меньшей интенсивностью
3. Нормальный	Обычные базиты трапповых ассоциаций и срединно-океанических хребтов	Обычный режим плавления, близкий к астеносферному, вероятно достаточная полнота плавления в квазизакрытых системах

4. Глиноземистый	Базиты глиноземистых ассоциаций, присутствуют и в магнезиальных базитовых ассоциациях	Неясно, что более влияет: плавление при высокой роли водного флюида или особенности плавления субстрата (анортозитовые ассоциации сиалической протокры)
5. Железистый	Железистые базиты, например, исландиты с повышенным FeO, TiO ₂ и пониженным MgO и SiO ₂	Возможна близость по режиму плавления к субщелочному тренду
6. Субщелочной	Трахибазальты, муджиериты. Повышенные щелочи, TiO ₂ , P ₂ O ₅ , редкие тяжелые литофилы. Пониженные – MgO, SiO ₂ . Щелочи – в шпатах и слюдах.	Длительно развивающиеся плавление в активизированных областях с тенденцией к воздыманию. Постепенное изменение состава флюидов-теплоносителей с нарастающей во времени ролью сопровождающих щелочей. Типичный режим открытых систем с изменением состава возникающего расплава от генотипа 6 к генотипу 7.
7. Щелочной	Базиты и базитоиды щелочных ассоциаций, характерны фоиды, щелочные метасиликаты. Резко повышены щелочи, TiO ₂ , P ₂ O ₅ , редкие литофилы – Zr, Ta, Nb, Th, U, Cs, Rb, Li. Понижены – SiO ₂ , MgO.	

Будущая полная базовая классификация природных АМ по убеждению авторов должна строиться с обязательным учетом существования генотипов АМ, перечень которых должен быть уточнен и специально изучен. Классификация АМ вероятнее всего будет представлена не одной диаграммой, а серией диаграмм, отражающих существование и взаимоотношения природных генотипов АМ. Возможно и сами генотипы в порядке иерархической подчиненности будут разделены на подтипы, что увеличит чувствительность классификации и ее эффективность не только в теоретическом (взаимосвязь магматизма и геотектоники), но

и в прикладном аспекте (прогноз и поиск месторождений рудного и нерудного сырья).

В заключении отметим, что проблема рудоносности АМ и влияния на это магматических систем породообразования это отдельный и непростой аспект магматизма. Прямой, вернее, прямолинейной связи между магматизмом и рудообразованием, по-видимому, не существует. Поэтому такой термин как «рудно-магматические системы» является некорректным. Это просто издержки антропоцентризма, т.к. у природы нет задачи создания месторождений полезных ископаемых для человека. Процессы оруденения, связанного с магматитами, не являются следствием работы оптимально развивающихся магматических систем. Это закономерные отклонения, определяемые взаимодействием ряда природных систем и их изучение и приложение на практике – самостоятельный и отдельный аспект металлогении. Изучение магматических систем и генотипов имеет отношение только к одному вопросу металлогении: могут ли те или иные генотипы АМ быть источниками рудного вещества и какого в определенных условиях эндогенеза.

Литература:

1. **Белоусов А. Ф.** Об основаниях петрохимической классификации эффузивных пород // Геология и геофизика, 1974, №3.
2. **Белоусов А. Ф.** Системный анализ в науках о Земле // Геология и геофизика, 1979, №9.
3. **Боуэн Н. Л.** Эволюция изверженных пород. М.-Л., ГОНТИ, 1934.
4. Вулканизм и седиментогенез докембрия северо-востока Балтийского щита. Л., Наука, 1987.
5. **Левинсон-Лессинг Ф.Ю.** Петрография. Л.-М., Государственное горно-геолого-нефтяное издательство, 1933.
6. **Предовский А. А.** Петрогеохимическая систематика вулканических горных пород // Палеовулканизм и его продукты. Петрозаводск, Карельский филиал АН СССР, 1977.
7. **Предовский А. А.** Реконструкция условий седиментогенеза и вулканизма раннего докембрия. Л., Наука, 1980.
8. **Предовский А. А.** Память горных пород Земли // Горная порода: опыты постижения. Апатиты, КНЦ РАН, 2005.
9. **Предовский А. А.** Процедура геолого-геохимической реконструкции первичной природы регионально метаморфизованных горных пород. Мурманск, МГТУ, 2008.
10. **Предовский А. А., Жангуров А. А., Федотов Ж. А.** Эволюция состава базит-гипербазитовых пород и ее роль в формировании

медно-никелевого оруденения Печенги // Проблемы магматизма Балтийского щита. Л., Наука, 1971.

11. **Hanski E. J., Smol'kin V. F.** Iron and LREE-enriched mantle source for Early Proterozoic intraplate magmatism as exemplified by the Pechenga ferropicrites Kola Peninsula, Russia // *Litos*, 1995, N 34.

12. **Shand S. J. Eruptive rocks.** L-N. J., 1927, 3-nd ed., 1947.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БАЗАЛЬТОВ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ РАЗРЕЗА РАННЕПРОТЕРОЗОЙСКОГО ИМАНДРА-ВАРЗУГСКОГО КОМПЛЕКСА (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

Скуфьин П. К., Елизаров Д. В. (*г. Анапиты, Геологический институт КНЦ РАН, Анапиты. E-mail: skuf@geoksc.apatity.ru*)

The isotope geochronologic Rb-Sr and Sm-Nd data and Rb-Sr isochron for the Early Proterozoic basalts of the Ilmozero and Panarechka suites of the Imandra-Varzuga structure are given. The age of the Rb-Sr isochron is 1726 ± 38 Ma and this age is conformed with the age of the Svecofennian tectono-magmatic cycle.

Один из крупнейших разломов северо-восточной части Балтийского щита, Печенгско-Варзугский разлом-линеамент, диагонально пересекает с юго-востока на северо-запад всю территорию Кольского полуострова и далее протягивается в Норвегию. В пределах зоны влияния этого разлома сформировался крупный Полмак-Печенгско-Варзугский зеленокаменный пояс (ПВП), который в виде прерывистой мегаструктуры следует в северо-западном направлении через Кольский полуостров и Норвегию, достигая в длину почти 1000 км, при ширине, колеблющейся в пределах 5-50 км. ПВП представляет собой цепь отдельных автономных структур-фрагментов, крупнейшие из которых: Имандра-Варзугская, Печенгская, а также (в пределах Норвегии и С. Финляндии) структуры Пасвик и Полмак. Это карельская сложнопостроенная и прошедшая длительную и многоэтапную историю становления структура, заложенная на гетерогенном архейском фундаменте и развивавшаяся на протяжении почти миллиарда лет в интервале 2500-1700 млн. лет (Балашов, 1996). Она включает в себя вулcano-тектонические мульдообразные, грабенообразные и приразломные впадины, разделяющие их поднятия и зоны тектоно-магматической активизации архейского фундамента. В пределах Кольского геоблока ПВП является крупнейшей рудоконтролирующей мегаструктурой, обусловившей формирование медно-никелевых месторождений Печенги и Мончегорска, богатого платино-палладиевого оруденения Панского массива, многочисленных

месторождений и рудопроявлений титановых, хромовых и редкометалльных руд, а также руд благородных металлов. Ведущие геологи, изучавшие становление и развитие Печенгско-Варзугского пояса, считали, что ключом к познанию металлогенической специфики ПВП является магматизм, который был индикатором рудогенерирующих процессов на протяжении всех этапов становления ПВП – от заложения этой структуры, через начальные, зрелые и заключительные стадии ее развития. Изучение вулканизма и интрузивного магматизма всегда было главной задачей специалистов, изучавших отдельные фрагменты зеленокаменного пояса, и прежде всего Печенгскую и Имандра-Варзугскую структуры. И если геохимические особенности вулканизма и магматизма Печенгской структуры детальнейшим образом исследовались на протяжении многих десятков лет, в том числе тонкими изотопными U-Pb, Rb-Sr и Sm-Nd методами, то двадцатикилометровый по мощности разрез Имандра-Варзугской структуры (ИВС) был изучен крайне фрагментарно и неравномерно, лишь с позиций его петрохимических характеристик.

В последние годы нами были проведены тематические изотопно-геохимические исследования вулканогенных пород верхней части разреза имандра-варзугского комплекса, прежде всего вулканитов ильмозерской и панареченской свит. Вулканиты ильмозерской свиты, формирующие андезибазальт-андезитовую формацию, распространены в центральной части ИВС и закартированы в полосе протяженностью около 50 км. Они представлены однородными покровами андезибазальтов, реже андезитов, с признаками субаэральных условий излияния. В основании разреза свиты установлен горизонт подщелоченных Mg-базальтов. Вулканиты панареченской свиты участвуют в формировании крупной Панареченской вулcano-тектонической структуры, располагаясь в приподошвенной части ее разреза. Ядерная часть Панареченской вулканоструктуры, для которой установлены перспективные проявления благороднометалльного и редкоземельного оруденения, сложена риолитовыми палеоигнимбритами самингской свиты, венчающими разрез имандра-варзугского комплекса. По периметру этой структуры зафиксирован кольцевой циркумструктурный разлом с отвесным падением, в зоне которого внедрились многочисленные линзовидные и серповидные дайки трахиандезитового и андезидацитового состава.

Таблица 1.

Средние составы и нормы CIPW вулканитов ильмозерской и панареченской свит

	1	2	3	4	5
	n=1	n=14	n=11	n=4	n=2
SiO ₂	50.14	54.72	49.57	46.55	48.56
TiO ₂	0.66	0.87	1.10	1.12	0.48
Al ₂ O ₃	9.30	13.79	13.69	15.51	20.86
Fe ₂ O ₃	1.98	2.08	3.92	5.02	2.28
FeO	9.51	7.36	9.91	6.36	4.94
MnO	0.20	0.15	0.21	0.18	0.12
MgO	12.47	5.62	5.89	7.97	2.82
CaO	9.69	8.01	8.28	10.08	9.26
Na ₂ O	1.73	3.23	2.45	2.19	3.69
K ₂ O	0.92	1.30	0.67	0.39	1.36
P ₂ O ₅	0.14	0.12	0.19	0.10	0.08
CO ₂	0.28	0.22	1.05	0.95	2.54
S	0.03	0.04	0.07	0.05	0.02
Сумма	96.45	97.51	97.00	96.47	97.01
Q	-	5.53	5.48	1.65	0.48
Or	5.43	7.67	3.95	2.30	8.03
Ab	14.62	27.30	20.71	18.51	31.19
An	14.89	19.29	24.37	31.33	29.59
Hу	30.80	17.15	24.40	21.10	13.56
Di	22.21	14.94	7.25	9.57	-
Ol	3.20	-	-	-	-
Cc	0.64	0.50	2.39	2.16	5.69
Ap	0.33	0.28	0.45	0.24	0.19
Plm	1.26	1.66	2.09	2.13	0.91
Mt	2.88	3.02	5.70	7.29	3.31
Als	-	-	-	-	3.93

Примечание. Вулканиты Имандра-Варзугская структуры (1-5). Ильмозерская свита (1-2): 1 – Mg-базальт, 2 – андезитобазальт. Панареченская свита (3-5): 3 - базальт толеитовый, 4 - долерит, 5 - глиноземистый базальт.

На периферии структуры породы имеют центриклинальное концентрическое залегание с углами падения 25-45°. В ядерной части палеокальдеры падения более пологие, местами до субгоризонтальных. Толща базальтов панареченской свиты имеет мощность около 400 м и отличается однородным строением, характеризующимся чередованием покровов мелко- и среднезернистых базальтов, а также пластовых тел

габбро-долеритов мощностью до 5-10 м. В табл. 1 (кол. 3-5) приведены средние химические составы базальтов панареченской свиты.

Для исследования тонких изотопных геохимических характеристик базальтов исследуемых свит была изучена выборка образцов базальтов ильмозерской свиты (№№ образцов: С-07/9, С-07/10, С-07/30, С-07/31 и С-07/32, а также выборка образцов базальтов панареченской свиты (№№ образцов – С-07/12, С-07/12а, С-07/13, С-07/14 и С-07/15). Для базальтов этих свит нами установлены отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, а также $\varepsilon\text{Sr}(T)$ (Табл. 2). Методика Rb-Sr измерений приведена в работе (Баянова, 2004). Как известно, повышенное первичное отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в магматических породах подразумевает, что порода образована из корового материала или была контаминирована материалом коры. Это в значительной степени относится к образцам базальтов ильмозерской свиты: $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_0 = 0,704-0,706$ и в меньшей степени – к базальтам панареченской свиты, где для единичных образцов зафиксированы «мантийные» характеристики: 0,698; 0,702; 0,703.

Таблица 2

Изотопные Rb-Sr данные для образцов базальтов ильмозерской (№№ 1-5) и панареченской (№№ 6-10) свит

№ п.п.	номера проб	порода	содержание, ppm		$\text{Rb}^{87}/\text{Sr}^8$ ₆	$\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$	T, млн. лет	$(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_0$	$\varepsilon\text{Sr}(T)$
			Rb	Sr					
1	с-07/9	базальт	21,01	420,3	0,14476 1	0,71031±8	2100	0,70593	56,88
2	с-07/10	базальт	12,16	104,4	0,33741 2	0,71663±8	2100	0,70642	63,84
3	с-07/30	базальт	43,02	269,5	0,46242 7	0,71841±1 0	2100	0,70441	35,29
4	с-07/31	базальт	34,67	264,2	0,38015 6	0,71573±1 1	2100	0,70422	32,58
5	с-07/32	базальт	49,05	238,8	0,59544 1	0,72157±6	2100	0,70355	22,95
6	с-07/12	базальт	49,62	156,1	0,92260 1	0,73018±9	1950	0,70428	30,72
7	с-07/12а	базальт	30,21	178,2	0,49133 8	0,71702±1 0	1950	0,70322	15,75
8	с-07/13	базальт	40,74	215,1	0,54936 0	0,72176±1 4	1950	0,70634	60,06
9	с-07/14	базальт	37,63	142,7	0,76432 6	0,72428±1 4	1950	0,70282	9,98
10	с-07/15	базальт	78,77	92,1	2,49450 2	0,76831±1 0	1950	0,69827	- 54,79

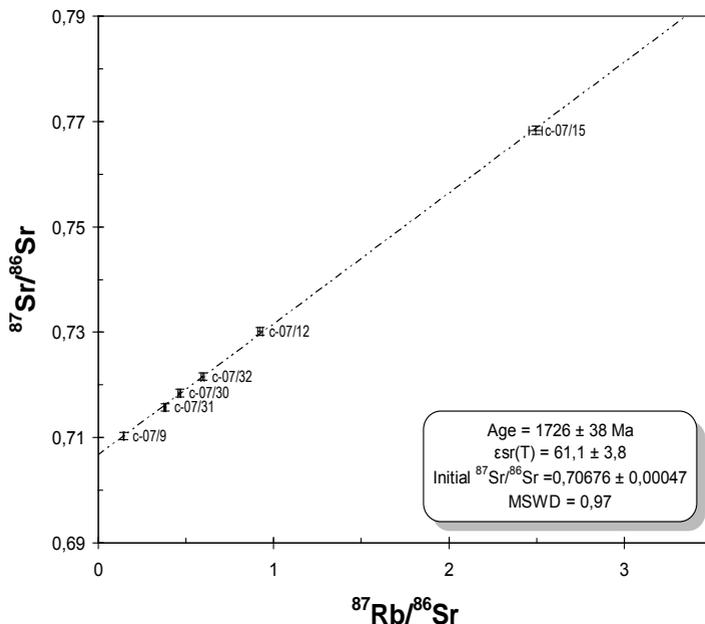


Рис. 1. Rb-Sr-изохрона для образцов базальтов ильмозерской и панареченской свит.

Результаты изотопно-геохронологических исследований базальтов ильмозерской и панареченской свит Rb-Sr методом изображены на соответствующей диаграмме (Рис. 1). Полученные данные свидетельствуют о том, что закрытие этой изотопной системы осуществилось практически одновременно для вулканитов двух разновозрастных свит – ильмозерской и панареченской. Возраст этого термального события – 1726 ± 38 млн. лет, что значительно моложе возраста панареченской и тем более ильмозерской свит. Вероятнее всего, термальное событие с возрастом 1726 млн. лет связано с одной из стадий эволюции свекофеннского тектоно-магматического цикла.

Таблица 3

Изотопные Sm-Nd данные для образцов базальтов ильмозерской (№№ 1-5) и панареченской (№№ 6-10) свит

Проведенные нами изотопные Sm-Nd измерения по образцам базальтов ильмозерской и панареченской свит (табл. 3) указывают на сложные и неоднозначные условия формирования этих вулканитов. Детальная методика Sm-Nd измерений приведена в работе Т.Б. Баяновой

(2004). Андезибазальты и базальты ильмозерской свиты (возраст 2100 млн. лет, $\epsilon\text{Nd}_{(T)} = -4,48, -4,18, -3,07, -2,28, -0,63$) имеют характеристики обогащенной мантии. Модельный возраст $T_{(DM)}$ для этих пород варьирует в пределах 2556-2872 млн. лет. В то же время более молодые базальты панареченской свиты, за небольшим исключением, имеют характеристики деплетированной мантии (возраст 1950 млн. лет, $\epsilon\text{Nd}_{(T)} = -2,05, +4.87, +2.03, +4.97, +1.65$). Модельный возраст $T_{(DM)}$ для этих пород варьирует в пределах 2131-2673 млн. лет. Причины значительных вариаций значений первичного отношения $\epsilon\text{Nd}_{(T)}$ для панареченских вулканитов неоднозначны. Они могли быть обусловлены генерацией расплавов с различных глубин одного и того же мантийного источника, но могли быть обусловлены и особенностями эволюции самого источника.

Литература

1. Балашов Ю.А. Геохронология раннепротерозойских пород Печенгско-Варзугской структуры Кольского полуострова // Петрология, 1996, т. 4, N 1, С. 3-25.
2. Баянова Т.Б. Возраст реперных геологических комплексов Кольского региона и длительность процессов магматизма. СПб.: Наука, 2004, 174 с

№ п.п.	номера проб	порода	содержание, ppm		изотопные отношения		T, млн. лет	INd(T)	εNd (T)	T (DM)
			Sm	Nd	147Sm/ 144Nd	143Nd/ 144Nd				
1	с-07/9	базальт	5,37	28,5	0,11363	0,511261±13	2100	0,50969	-4,48	2864
2	с-07/10	базальт	3,42	17,6	0,11761	0,511331±11	2100	0,509705	-4,18	2872
3	с-07/30	базальт	3,71	19,4	0,11575	0,511362±4	2100	0,509761	-3,07	2770
4	с-07/31	базальт	3,57	18,8	0,1148	0,511389±11	2100	0,509801	-2,28	2703
5	с-07/32	базальт	4,01	21,9	0,11067	0,511416±6	2100	0,509886	-0,63	2556
6	с-07-12	базальт	5,944	31,747	0,113163	0,511461±7	1950	0,510009	-2,05	2551
7	с-07-12а	базальт	3,179	11,053	0,173851	0,512593±7	1950	0,510362	4,87	2131
8	с-07-13	базальт	2,413	8,408	0,173503	0,512444±18	1950	0,510217	2,03	2673
9	с-07-14	базальт	1,947	6,305	0,186597	0,512762±5	1950	0,510367	4,97	2187
10	с-07-15	базальт	6,506	37,204	0,105698	0,511554±15	1950	0,510197	1,65	2246

Геофизические процессы в Арктике

К ВОПРОСУ ОБ УСТАНОВЛЕНИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИОННОГО СОСТАВА В ПЛАЗМОСФЕРЕ

Мартыненко О. В., Ботова М. Г. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра физики, *Marttinen@yandex.ru, BotovaMaria@yandex.ru*)

Abstract. The influence of ambipolar field-aligned diffusion on formation of 3D spatial structure of the Earth's ionosphere and plasmasphere has been studying. The results have been received by means of the modified global numerical Upper Atmosphere Model (UAM).

1. Введение

Представленная работа является продолжением нашего исследования особенностей процессов диффузионного заполнения плазмосферы и формирования ее трехмерной структуры. В предыдущих работах [2] мы с помощью глобальной модели верхней атмосферы Земли UAM [3,4] воспроизвели образование плазмосферы от "пустого" начального состояния в полностью симметричной постановке задачи: для совпадающих магнитной и географической осей Земли, учитывая из всех процессов переноса только амбиполярную диффузию. Было показано, что основную суть этого процесса-первоначальное заполнение верхней части магнитных силовых трубок ионосферными ионами O^+ и последующая замена их через реакцию зарядообмена ионами H^+ . При этом происходило резкое вытеснение O^+ из верхней части тех трубок, где накапливалось сколько-нибудь заметное количество H^+ . Целью настоящей работы является объяснение этого явления на уровне математических формул.

2. Математическое описание стационарного вертикального распределения ионов в многокомпонентной плазме

Решение в гидродинамическом приближении задачи о стационарном распределении плотности ионов квазинейтральной многокомпонентной плазмы в поле силы тяжести в неподвижной атмосфере не сложно и хорошо известно [1]. Тем не менее, воспроизведем его здесь, чтобы в дальнейшем обсудить его физический смысл.

Задача эта формулируется следующим образом. Пусть плазма состоит из нескольких сортов ионов, отличающихся массами, и электронов. На элементарный объем каждой компоненты действуют сила тяжести и градиент парциального давления соответствующего газа, а также внутреннее поляризационное электрическое поле, вызванное смещением электронов относительно ионов. В стационарном состоянии все эти силы уравновешены. Получим следующую систему уравнений движе-

ния вдоль координаты s (для верхней ионосферы Земли – вдоль силовой линии магнитного поля):

$$\begin{aligned} \left\{ \begin{aligned} 0 &= -d(n_j k T_j) / ds - m_j n_j f_s + n_j e \cdot E_s \\ 0 &= -d(n_e k T_e) / ds - n_e e E_s \end{aligned} \right. & \begin{aligned} & - \text{для каждого } j\text{-го сорта ионов;} \\ & - \text{для электронов;} \\ & - \text{условие квазинейтральности.} \end{aligned} \\ n_e &= \sum_j e_j n_j \end{aligned}$$

Здесь m_j , e_j , n_j – соответственно, масса, заряд и концентрация ионов j -го сорта, n_e – концентрация электронов, e – заряд электрона, T_i и T_e – ионная и электронная температуры, E_s – проекция на ось s электрического поля поляризации, k – постоянная Больцмана, а в f_s объединены проекции на ось s гравитационного, центробежного и кориолисова ускорений. Мы пренебрегли термодиффузией и массой электронов.

Будем далее считать все ионы однозарядными положительными, что вполне оправдано для верхней ионосферы и плазмосферы, где только и имеет смысл понятие диффузионного равновесия (ниже активно идут химические реакции, и времена жизни ионов слишком малы, чтобы они успели пространственно перераспределиться к равновесному состоянию). Выразим электрическое поле E_s из (2) и подставим в (1):

$$n_j dT_j / ds + T_j dn_j / ds + n_j dT_e / ds + (n_j / n_e) T_e dn_e / ds = -m_j n_j f_s / k$$

Суммируя уравнения (4) для всех сортов ионов, получаем выражение для распределения электронной плотности (она же – суммарная плотность ионов):

$$dn_e / n_e = -dT_p / T_p - ds \cdot (m^+ f_s) / (kT_p)$$

Здесь введены обозначения:

$$\begin{aligned} T_p &= T_i + T_e && - \text{плазменная температура;} \\ m^+ &= (\sum_j m_j n_j) / (\sum_j n_j) && - \text{средняя масса ионов.} \end{aligned}$$

Подставив (5) в (4), можно найти выражение для стационарного распределения плотности j -го сорта ионов:

$$dn_j / n_j = -dT_p / T_p - ds \cdot (m_j f_s) / (kT_i) + ds \cdot (T_e / T_i) (m^+ f_s) / (kT_p)$$

Итак, мы получили решение поставленной задачи в виде выражений (5) и (6). Разберем теперь их физическую сущность.

3. Физическая интерпретация полученных формул

Сначала взглянем на первые слагаемые $\partial T_p / T_p$. Если оставить в правой части только их, отбросив все остальное, то оставшееся равенство легко преобразуется к виду $nT = \text{const}$, или еще более привычному: $V/T = \text{const}$ – закону Гей-Люссака. То есть этот член просто описывает

изобарическое расширение газа при изменении температуры. Единственная особенность – в выражения (5) и (6) входит не отдельная температура ионов или электронов, а их сумма плазменная температура. Смысл этого в том, что объем, занимаемый плазмой, будет меняться по закону Гей-Люссака при изменении любой из этих температур. Это легко понять, рассматривая плазму как смесь двух отдельных идеальных газов – ионного и электронного. Электрическое отталкивание между частицами каждого из этих газов скомпенсировано наличием другого. В результате каждый из этих газов по отдельности должен подчиняться газовым законам, но при этом он заставит и другой газ перераспределиться так, чтобы сохранилась квазинейтральность.

Выражение (5) совпадает с хорошо известной барометрической формулой Больцмана, описывающей стационарное распределение концентрации n_e частиц газа с молекулярной массой m^+ и температурой T_p . В курсе общей физики оно выводится из равновесия силы тяжести (в наших обозначениях – $n_e m^+ f_g$), и градиента давления ($n_e k T_p$). Зависимость решения от координаты s имеет экспоненциальный вид, причем коэффициент в показателе экспоненты, характеризующий ее наклон в данной точке, обычно записывается как $1/H$, где $H = k T_p / m^+ f_g$ называется шкалой высот. Хорошо известен факт, что шкала высот для ионизированных атомов намного больше, чем для тех же атомов в нейтральном состоянии, потому, что ион диффундирует к равновесному состоянию не в одиночку, а в связке с намного более легким электроном. Часто это упрощенно объясняют как уменьшение "эффективной массы" диффундирующего иона до среднеарифметической с электроном, т.е. практически вдвое. Но внимательный взгляд на вывод формулы (5) показывает, что на самом деле объяснение состоит в том, что на связанную пару "ион-электрон" (с массой, равной сумме их масс, т.е. не вдвое меньше, а чуть больше массы иона) действует сумма градиентов давлений ионного и электронного газа. То есть даже упрощенно говорить следует не об уменьшении массы, а об увеличении давления – замене в формуле Больцмана

$$nkT \rightarrow n_e k T_e + n_i k T_i = n_e k (T_i + T_e).$$

Результат совпадет с заменой массы частицы на $m_i/2$ только при равенстве T_i и T_e , но в общем случае такое упрощенное описание оказывается неверно.

Таким образом, повторимся, правильное "объяснение на пальцах" для формулы (5) должно быть следующим: на "связанную частицу" с массой, равной сумме масс исходных частиц пары, действует выталкивающая сила, равная сумме градиентов давлений, то есть равная градиенту давления газа с концентрацией, равной концентрации "связанных

пар" (т.е. концентрации любой из компонент пары), но с температурой, равной СУММЕ температур компонент этих пар – плазменной температуре T_p .

Теперь разберемся с формулой (6). Первые два слагаемых в ее правой части дают то же барометрическое распределение, но не для "связанных пар ион-электрон", а для отдельно ионов, словно бы никакое электрическое поле на них не действует: ни со стороны электронов, ни даже отталкивание от других таких же ионов. Объяснить это можно только тем, что электрическое поле полностью уничтожено чем-то, что спрятано в третьем слагаемом. Таким образом, третье слагаемое описывает взаимодействие с легкими электронами, которое осуществляют вместе ионы всех имеющихся сортов (потому в него входят m^+ – средняя масса ионов и T_p – плазменная температура, учитывающая совместное давление электронного и ионного газов), распределяясь так, чтобы полностью уничтожить электрическое поле. А уже после этого ионы описываемого сорта пытаются перераспределиться так, словно они вообще не имеют электрического заряда, что описывается вторым слагаемым.

Разумеется, если описываемый сорт ионов является единственным (или хотя бы составляет подавляющее большинство), то этим ионам приходится брать на себя основную работу по компенсации электрического поля, и перераспределиться "словно нет заряда" им не удастся. Математически это выражено превращением (6) в (5) при $m_j = m^+$.

Смысл же последнего слагаемого в (6) можно наглядно понять, если рассмотреть упрощенный случай, когда $T_i = T_e = \text{const}$. Тогда выражение (6) преобразуется к

$$dn_j/n_j = -ds / (kT_i) \cdot (m_j f_s - m^+ f_s / 2)$$

Первое слагаемое в последних скобках – проекция на s суммы сил тяжести, кориолисовой и центробежной. Значит, второе слагаемое тоже описывает какую-то силу, но противоположно направленную. Что это может быть за сила? Она тоже пропорциональна f – нашему "эквиваленту" гравитационного ускорения g , т.е. по смыслу это вес. В качестве массы в нее входит средняя масса иона m^+ . Двойка в знаменателе означает, что учитываются как ионный, так и электронный газ. Таким образом, это вес "среднестатистической ион-электронной пары", уничтожившей электрическое поле в данной точке пространства. А первое слагаемое – вес того реального иона, который находится в этой точке вместо абстрактного "среднестатистического иона". То есть третье слагаемое, по сути своей, – вес "фоновой плазмы", вытесненной данным ионом, а описываемая им сила в классической гидростатике известна

как сила Архимеда: выталкивающая сила, направленная против g и равная весу "фоновой жидкости", вытесненной рассматриваемым телом.

4. Применение полученной интерпретации к процессу заполнения плазмосферы

Теперь смысл всех слагаемых в формулах (5) и (6) ясен, и можно описать на интуитивно понятном языке взаимодействие описываемых ими сил.

Сразу становится понятен процесс быстрого вытеснения O^+ из верхней части трубок, как только в них появляется H^+ . Это обычное гравитационное разделение тяжелой и легкой жидкостей, такое же, как у воды и масла. Перемешанное их состояние, как известно из бытового опыта, долго существовать не может. Поэтому, как только где-то в заполненной O^+ трубке появляется ион H^+ , он сразу же всплывает под действием архимедовой силы к вершине трубки. И наоборот, ионы O^+ быстро тонут из заполненной H^+ части трубок. В результате появляется резкая граница между "кислородной" и "водородной" частями трубок, которая по мере накопления H^+ смещается вниз.

В узкой приграничной области, где средняя масса "фоновой плазмы" меняется, соответственно меняется и архимедова сила. Поэтому здесь заканчивается "всплытие" ионов H^+ и "утопление" O^+ , и дальше они распределяются уже по другому закону – словно другой компоненты нет вообще. Так образуется резкая граница и излом на высотном профиле концентраций.

На самом деле оба сорта ионов сосуществуют и за пределами переходной области – все-таки это не жидкости, а газы, стремящиеся заполнить все пространство. Но за ее пределами $n(O^+)$ резко убывает вверх – экспоненциально со шкалой высот, равной

$$(m_O - m_H / 2) \cdot f_s / (kT_i) = (16 - 1 / 2) \cdot m_{a.e.} \cdot f_s / (kT_i) = 0.97 \cdot H_O,$$

где через $m_{a.e.}$ обозначена атомная единица массы, а через H_O – шкала высот для атомарного кислорода при температуре T_i , то есть скорость убывания плотности O^+ с высотой практически равна скорости, с которой убывал бы нейтральный атомарный кислород.

Еще интереснее ведет себя $n(H^+)$. Он также экспоненциально убывает по мере удаления от переходной области, но его шкала высот равна

$$(m_H - m_O / 2) \cdot f_s / (kT_i) = (1 - 16 / 2) \cdot m_{a.e.} \cdot f_s / (kT_i) = -0.88 \cdot H_{O^+},$$

то есть скорость его убывания соответствует не массе самого водорода, а почти массе преобладающего иона O^+ . Знак "минус" показывает, что направление экспоненциального убывания концентрации – вниз, а не вверх, как обычно.

Впрочем, такое его поведение вполне понятно из проведенного нами выше анализа – ведь градиент парциального давления ионов H^+ здесь должен уравнивать не силу тяжести, направленную вниз и

пропорциональную массе самих H^+ , а архимедову силу, направленную вверх и равную весу вытесненных "фоновых пар $O^+ - \text{электрон}$ " (точнее – разность архимедовой силы и веса самих H^+ , откуда и появляется коэффициент 0.88).

Интересно отметить, что в смеси обычных незаряженных идеальных газов никакая архимедова сила не выталкивает легкий газ вверх – каждая компонента смеси распределяется в соответствии с собственной барометрикой, не обращая внимания на наличие или отсутствие других. Правда, вывод формулы распределения Больцмана в курсе общей физики обычно начинается с условия равновесия силы тяжести и архимедовой силы, она же – разность давлений на верхнюю и нижнюю грани рассматриваемого элементарного объема. Но так как на самом деле объем этот ничем не ограничен, и молекулы свободно пересекают его границу, а не отражаются на ней (создавая при этом силу давления), более точным было бы использование при выводе условия нулевого потока частиц через любую горизонтальную площадку. Преимущества такого подхода – взаимная независимость парциальных распределений каждой газовой компоненты получится при этом автоматически, а в классическом выводе остается совершенно непонятным, почему газ одного сорта не оказывает никакого давления на условную границу "выделенного объема" газа другого сорта.

В жидкости же дело обстоит совершенно противоположным образом: тяжелая жидкость выталкивает легкую наверх. Такое отличие объясняется различием "плотности упаковки" молекул жидкости и газа: частицам газа достаточно места в объеме, чтобы "не мешать друг другу", а в жидкости молекулы "упакованы" плотно, и число "свободных мест" равно числу молекул. Чтобы перейти в другое место, частица жидкости, должна сначала вытолкнуть другую частицу, которая занимает это место.

Многокомпонентная плазма в этом отношении ведет себя подобно жидкости, несмотря на то, что расстояние между частицами в ней соответствует состоянию сильно разреженного газа. Чтобы ион мог перейти на другое "место", он должен сначала вытолкнуть оттуда другой ион. Роль "свободных мест" при этом играют электроны: их число ограничено и равно числу ионов. Тяжелые ионы связывают все электроны в нижней части диапазона высот, и легким ионам там "не остается места".

Все это можно видеть на представленных ниже рисунках.

5. Результаты моделирования

Для демонстрации особенностей поведения ионного состава плазмы, описываемого полученными формулами, мы разработали простую компьютерную модель. Плазма в диапазоне высот от 400 до 2000

км рассматривалась как смесь нескольких ионных компонент разных масс, каждая из которых распределена в соответствии с формулой (6). На нижней границе для каждой компоненты подбирались такие концентрации, чтобы обеспечить заданный процентный состав смеси (по количеству частиц во всем объеме). Результаты моделирования представлены на рисунках.

Рис. 1 и 2 демонстрируют процесс резкого вытеснения ионов O^+ из верхних частей трубок при появлении H^+ , обнаруженный в нашем предыдущем моделировании [2]. Видно, что даже небольшая (доли процента) добавка H^+ резко (на порядки) уменьшает концентрацию O^+ вверху. Этот процесс очень чувствителен к температуре: высота перехода от кислородной к водородной плазме при повышении температуры значительно увеличивается, особенно при малых добавках H^+ . Все это объясняет появление "рогов" повышенной $n(O^+)$ во внешней части плазмосферы: более короткие трубки обладают и меньшим объемом (поэтому H^+ в них некуда уйти, и его доля на тех же высотах растет быстрее), и меньшей T_i , и обе эти особенности ведут к опусканию границы " $O^+ - H^+$ " (рис. 2).

У полученных формул есть еще одна любопытная особенность. В правую часть (6) входят слагаемые разных знаков, поэтому при некоторых условиях концентрация ионов j -го сорта может оказаться постоянной по высоте (для случая (7), при $m_j = m^+/2$). Но, в соответствии с (5), общая концентрация ионов при этом все равно будет уменьшаться, т.е. доля более легких, чем "средний ион", ионов j -го сорта – расти, и, следовательно, средняя масса m^+ также будет уменьшаться. Значит, быть постоянной на заметном интервале высот (не рассматриваем случай максимума легких ионов, где условие выполняется в единственной точке) может только концентрация малой добавки, чтобы ее присутствие было пренебрежимо малым и не меняло среднюю массу. В реальной земной верхней атмосфере такая ситуация нигде не реализуется: среди основных присутствующих там ионов нет различающихся по массе в 2 раза, тем не менее, в иллюстративных целях мы промоделировали и этот случай (рис. 3), взяв для большего интереса трехионную смесь с условными массами ионов 10, 20 и 40. Для каждой легкой компоненты на графике можно видеть диапазон высот, где ее "плаваемость" оказывается нулевой, и ее концентрация в этом диапазоне постоянна.

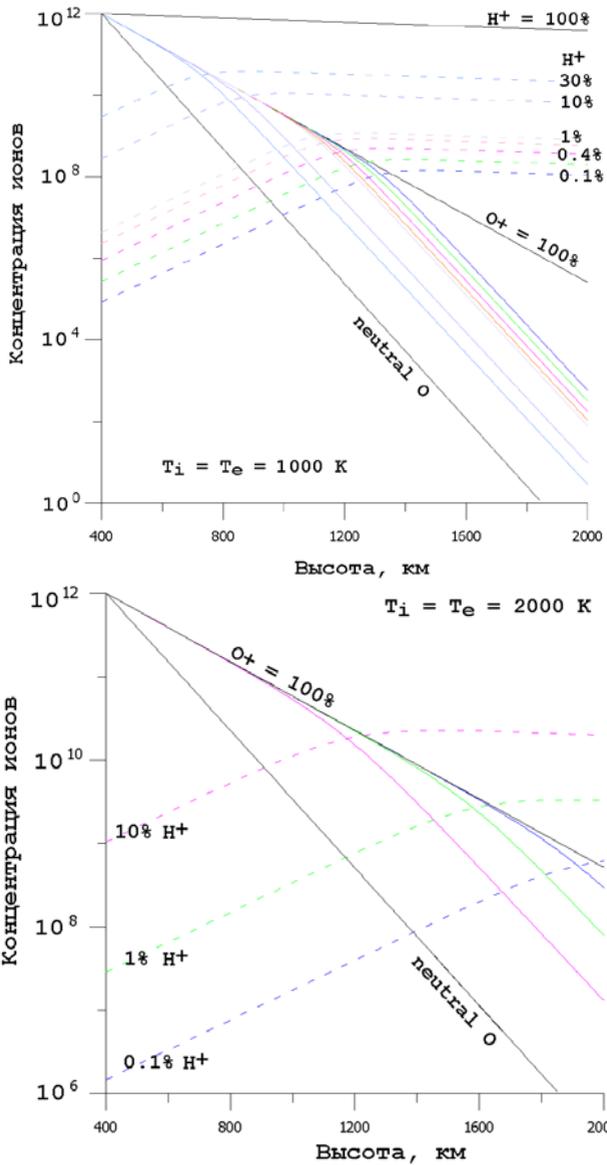


Рис. 1. Зависимость концентрации ионов смеси O^+ и H^+ от высоты при различном процентном составе смеси и разных температурах.

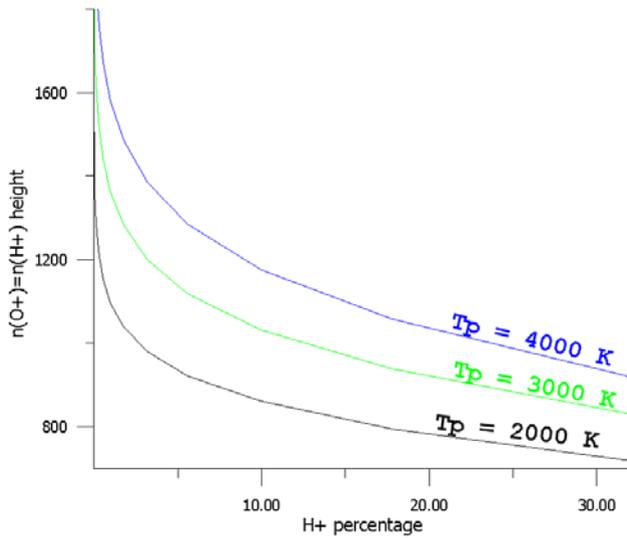


Рис. 2. Зависимость высоты перехода от "кислородной" к "водородной" плазме от процентного состава смеси при разных T_p .

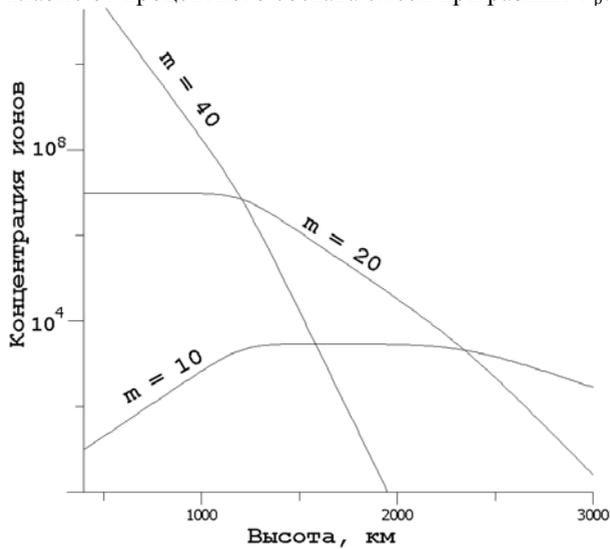


Рис. 3. Профили ионной плотности с концентрацией малой легкой добавки, постоянной в некотором диапазоне высот

6. Выводы

Таким образом, многокомпонентная плазма в поле тяжести ведет себя одновременно и как газ, и как жидкость. Рассматриваемая в целом, она, подобно газу, стремится заполнить весь доступный объем и подчиняется распределению Больцмана (с массой частицы, равной средней массе иона в данной точке пространства). Но отдельные ее компоненты ведут себя как жидкости с разными плотностями: легкие ионы вытесняются тяжелыми из нижних слоев. Это вытеснение объясняется тем, что, в отличие от идеального газа и подобно жидкости, количество "доступных мест" для ионов в любой области пространства ограничено числом электронов в этой области, а электроны распределены по барометрической формуле. В результате образуется четкое распределение сортов ионов по высоте с узкой переходной областью и экспоненциальным убыванием "чужих" частиц за ее пределами.

Литература:

1. **Кринберг И.А., Тащилин А.В.** Ионосфера и плазмосфера, Москва, Наука, 1984, 190 с.
2. **Мартыненко О.В., Ботова М.Г.** Исследование процессов формирования пространственной структуры ионосферы и плазмосферы // Наука и образование – 2009 [Электронный ресурс]: материалы межд. науч.-техн. конф. (г. Мурманск, 1-9 апреля 2009). - Мурманск: МГТУ, 2009. - с. 236-245 - [НТЦ "Информрегистр" № 0320900170 (CD-ROM)].
3. **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.
4. **Namgaladze, A.A., O.V. Martynenko, M.A. Volkov, A.N. Namgaladze, R.Yu. Yurik.** High-latitude version of the global numerical model of the Earth's upper atmosphere. *Proceedings of the MSTU*. v.1, No.2, pp.23-84, 1998b.
5. **Сайт модели UAM.** <http://uam.mstu.edu.ru>

ОСОБЕННОСТИ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ЗАПАДНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АРКТИКИ

Баранов С. В., Виноградов А. Н. (*г. Апатиты, Кольский филиал Геофизической службы РАН, bars.vl@gmail.com, vino@admks.apatity.ru*)

Abstract: The paper considers earthquakes in seismic zones of West and central Arctic which have essential non-double couple component. Coefficient

Lode-Nadai was used for the specification of measure of non-double component part. It was shown that in the investigated seismic zones except Mon Ridge affect of non double couple earthquakes is significantly less than double couple ones. Thus the common opinion that the seismicity of West and central Arctic is primarily controlled with spreading movements of oceanic bottom has to be changed. It is proposed that seismicity of the area depends on shearing dislocations.

Введение. Согласно традиционным представлениям, причиной землетрясений являются сдвиговые смещения, возникающие под действием тангенциальных напряжений накопленных в результате тектонических деформаций. Такие смещения возникают, если накопленные сдвиговые напряжения по величине превосходят силу трения на разрыве. Эквивалентной системой сил для подвижки по разрыву является пара сил в виде двойного диполя (double couple).

Увеличение плотности и чувствительности сейсмических сетей, введение в практику рутинной обработки данных сейсмологического мониторинга методов расчета механизма очага позволило установить, что механизмы очагов землетрясений в районах с вулканической или геотермальной активностью содержат компоненту, характеризующую изменение объема взрывного или импловзивного типа [Angus, Foulger, 1998]. Такие механизмы соответствуют как сдвиговым подвижкам, так и раскрытию трещин, возникающим по причине растяжения в очаговой области. Последним могут содействовать высокое давление и наличие высокотемпературных флюидов. Если очаг сейсмического события имеет компоненту, соответствующую раскрытию (сжатию) трещины под действием растягивающих (сжимающих) напряжения, то его механизм уже не может быть описан только парой сил в виде двойного диполя. Тензор сейсмического момента такого землетрясения будет содержать, помимо пары сил, линейный векторный диполь [Lay, Wallace, 1995]. Настоящая работа посвящена выявлению землетрясений в центральной и западной Арктике (область от 7° З.Д. до 120° В.Д. и от 72° до 90° С.Ш.), в которых несдвиговая компонента имеет существенное влияние.

Основная масса ощутимых землетрясений западной и центральной Арктики проявляется в узкой полосе, вытянутой вдоль Срединного Северо-Атлантического хребта от спредингового центра Моллой вдоль хребтов Книповича и Мона (рис. 1). Срединно-Атлантический сейсмический пояс в районе хребта Книповича значительно расширяется, что можно рассматривать как свидетельство современной активизации спрединга в этой зоне молодого океанообразования. Центральные области Баренцевоморско-Карской шельфовой плиты практически асейс-

мичны (рис. 1). Исключением является западная окраина Баренцево-морского шельфа, охватывающая также континентальный склон и Свальбардское поднятие, морфологически проявленное в виде архипелага Шпицберген. Здесь в районе пролива Стур-фиорд зафиксировано поле сейсмичности, которую трудно увязать с закартированными в этом районе дизъюнктивными структурами на дне моря и суше островов. В районе пролива Стур-фиорд 21.02.2008 г. произошло сильнейшее за всю историю инструментальных наблюдений на баренцево-морском шельфе землетрясение с магнитудой $M_w = 6.1$. Это событие нарушило флюидодинамическое равновесие в толще морского дна и индуцировало афтершоковый процесс, продолжающийся до настоящего времени [Баранов, 2010; Баранов, Виноградов, 2010].

Методика исследований. Для характеристики очага землетрясения использовался тензор сейсмического момента, M , связанный с полем смещений следующим соотношением [Аки, Ричардс, 1983]:

$$u_n = M_{pq} * G_{pr,q}, \quad (1)$$

где u_n ($n = 1, 2, 3$) – компонента поля смещений; $G_{pr,q}$ – производная функции Грина, которая дает p -ю компоненту смещения, вызванного действием единичной силы в q -м направлении; $*$ – свертка. Тензор сейсмического момента является симметричным и имеет 6 независимых компонент, характеризующих деформации в очаговой зоне. Определить тип деформации (сдвиг, растяжению или сжатие) можно с помощью коэффициента Лодэ-Надаи:

$$LN = 3V_2 / (V_1 - V_3), \quad (2)$$

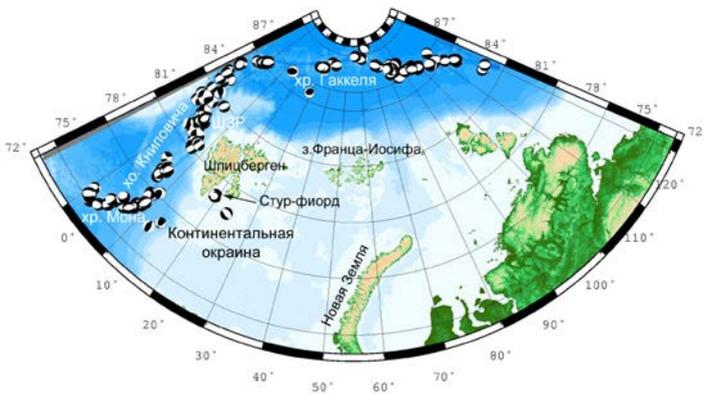


Рис. 1. Сейсмогенные зоны и механизмы очагов ощутимых землетрясений, зарегистрированных в исследуемом районе за период с 1977 по 2010 г. по данным каталога СМТ.

где $V_1 \geq V_2 \geq V_3$ – собственные числа тензора М. Данный коэффициент позволяет оценить вид деформации: при $-0.3 < LN < 0.3$ преобладает деформация в виде сдвига, при $LN > 0.3$ (< -0.3) – деформация сжатия (растяжения). Использование коэффициента Лоде-Надаи в сейсмологической практике было предложено С.Л. Юнгой [Юнга, 1979].

В качестве меры клада землетрясений, в механизмах очагов которых присутствует несдвиговая составляющая, в сейсмичность сейсмогенной зоны был использовано отношение их суммарного скалярного сейсмический момента к суммарному моменту всех землетрясений. Скалярный сейсмический момент $M_0 = \mu Su$, где μ – модуль сдвига горных пород (Па); S – площадь разрыва (m^2); u – смещение по разлому (м). M_0 может быть определен из тензора сейсмического момента и имеет смысл работы ($H \times m$) совершенной при перемещении блоков среды вдоль разлома.

В исследовании использован каталог СМТ, содержащий значения сейсмических моментов и тензоры сейсмического момента. Из каталога была сделана выборка соответствующая району исследований (область от 7^0 З.Д. до 120^0 В.Д. и от 72^0 до 90^0 С.Ш.) за период 1977 по 2010 гг. – 161 землетрясение (рис. 1).

Результаты. На рис. 2 приведены землетрясения центральной и западной Арктики с учетом значений критерия Лоде-Надаи (2). Процент землетрясений с несдвиговой составляющей и их вклад в сейсмичность сейсмогенных зон исследуемого района приведен в табл. 1. Можно констатировать, что во всем исследуемом районе 25.5% землетрясений имеют несдвиговую составляющую, вклад таких событий в суммарный сейсмический момент составляет всего 9.4%. Наименьшее количество землетрясений с несдвиговыми составляющими наблюдается на континентальной окраине (20%). Т.е. в этой области в механизме очагов землетрясений доминируют сдвиговые подвижки.

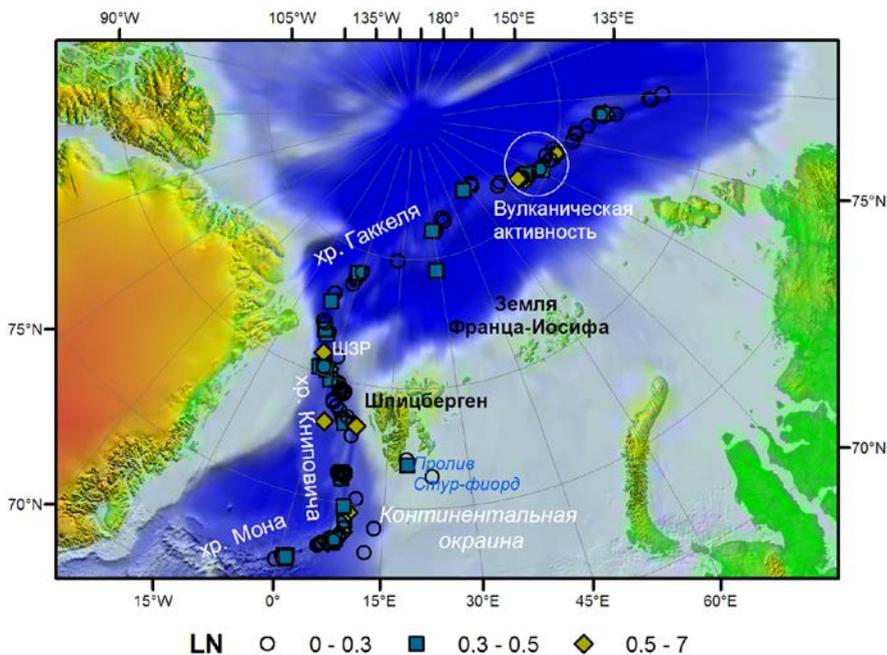


Рис. 2. Распределение землетрясений в исследуемом районе в зависимости от абсолютных значений коэффициента Лодэ-Надаи, $|LN|$, за 1976-2010 гг.

Согласно общепринятым представлениям, в районах хребтов Мона, Книповича и Гаккеля (рис. 1) происходит ультрамедленное расширение морского дна (спрединг), которое сопровождается проявлениями вулканизма. В частности в районе хребта Гаккеля в 1999 г. наблюдалась вулканическое извержение, зафиксированное сонарами американской подводной лодки Hawkbill [Tolstoy et al., 2001]. Извержение сопровождалось роем из 252 землетрясений с магнитудами m_b от 3 до 5.5. Тензоры сейсмических моментов для 21 из этих землетрясений содержатся в каталоге исследований (суммарный момент равен $299.3 \cdot 10^{23}$ дин-см), для 7 из них $0.3 < |LN| < 0.62$ (суммарный момент равен $71.1 \cdot 10^{23}$ дин-см). Т.е. на эти 7 событий с несдвиговой составляющей приходится 23.8% сейсмического момента, что значительно превышает аналогичное значение для всех событий с хребта Гаккеля (табл. 1). Тем не менее, более 76% очагов всех землетрясений на хребте Гаккеля обусловлены сдвиговыми подвижками по действию тангенциальных напряжений. Кроме того, на хребте Гаккеля на сдвиговые землетря-

сения приходится более 90% суммарного сейсмического момента. Чуть больший процент несдвиговых землетрясений наблюдается на хребте Книповича и в Шпицбергенской зоне разломов (ШЗР).

Таблица 1. Процент землетрясений с несдвиговой оставляющей и их вклад в суммарный сейсмический момент в сейсмогенных зонах исследуемого района за период с 1977 по 2011 гг. (1 – общее количество землетрясений; 2 – процент землетрясений с $|LN| > 0.3$; 3 – суммарный сейсмический момент (10^{23} дин на см); 4 – процент сейсмического момента, который приходится на землетрясения с $|LN| > 0.3$).

Сейсмогенная зона	1	2 (%)	3 (дин- см)	4 (%)
Континентальная окраина	5	20	189.87	1.62
Хребет Гаккеля	69	23.19	1034.27	9.98
Хребет Книповича + ШЗР	58	25.86	3137.87	5.25
Хребет Мона	29	31.03	352.35	48.55
Весь район	161	25.47	4714.37	9.38

В отличие от участков Срединного Северо-Атлантического хребта на континентальной окраине регистрируется значительно меньше ощутимых землетрясений. Значительная часть землетрясений (4 из 5) и суммарного сейсмического момента (более 98.3%) континентальной окраины обусловлена сдвиговыми подвижками под действием тангенциальных напряжений (табл. 1), что согласуется с общими представлениями о сейсмичности.

Таким образом, хребет Мона является зоной с наиболее активными деформациями, вызванными действием растягивающих напряжений, что обусловлено спредингом океанического дна. На хребтах Книповича и Гаккеля сдвиговые деформации преобладают над деформациями сжатия (растяжения). Логично предположить, что традиционные представления о раздвиговых движениях земной коры в этих районах и их влиянии на сейсмичность центральной и западной Арктики следует изменить, дополнив их доминирующими сдвиговыми смещениями. Есть основание полагать, что сейсмичность центральной и западной Арктики в значительной степени контролируется сдвиговыми дислокациями в сейсмогенных зонах.

Литература

1. Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология. – М.: Мир, 1983. – 880с.

2. **Баранов С. В.** Афтершоковый процесс землетрясения 21.02.2008 г. в проливе Стур-фьорд, архипелаг Шпицберген. // Материалы Пятой Международной сейсмологической школы "Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных", Владикавказ, 4 – 8 октября 2010 года. С. 29-33.
3. **Баранов С. В., Виноградов А. Н.** Возможные причины аномальной сейсмической активности в проливе Стур-фиорд (архипелаг Шпицберген) в 2008–2009 годах // Вестник СПбГУ. 2010. Сер. 7. Вып. 4. С. 23-31.
4. **Юнга С. Л.** О механизме деформирования сейсмоактивного объема земной коры // Изв. АН СССР. Физика Земли . 1979. № 10. С. 7 – 25.
5. **Lay, T., Wallace, T. C.** Modern global seismology. San Diego: Academic Press, 1995. P. 521.
6. **Tolstoy M., Bohnenstiehl D. R., Edwards M. H. Kurras G J.** Seismic character of volcanic activity at the ultraslow-spreading Gakkel Ridge // Geology. 2001; V. 29; №. 12. P. 1139–1142

ОБЪЕДИНЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ОАО «АПАТИТ» И КОЛЬСКОГО ФИЛИАЛА ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ РАН

Аккурагов М. В.¹, **Асминг В. Э.**², **Виноградов Ю. А.**², **Корчак П. А.**¹ (¹Центр геофизического мониторинга ОАО "Апатит", ²Кольский филиал геофизической службы РАН г. Апатиты, AsmingVE@mail.ru, PKorchak@phosagro.ru)

"Apatit" joint stock company carries out a continuous seismic monitoring of Kirovsk and Rasvumchorr mining areas (Khibiny mountain massif) by their local seismic networks. Kola Branch of Geophysical Survey of RAS monitors the seismicity of the whole European Arctic. In 2010 these two systems of seismic monitoring have been associated. A software has been developed for joint data processing and seismic events location. The united system is in operation since 01/10/2011.

Центр геофизического мониторинга (ЦГМ) ОАО "Апатит" производит непрерывный мониторинг сейсмической активности в районах горных выработок Объединенного Кировского рудника и рудника Расвумчорр (Хибинский горный массив) при помощи сейсмосетей, охватывающих территории этих рудников. Эти автоматизированные системы контроля сейсмичности массива (АСКСМ) способны лоцировать геодинамические явления в самих рудниках с точностью в несколько

десятков метров, однако, в силу особенностей применяемых алгоритмов локации, не способны лоцировать сейсмические события, произошедшие за пределами горных выработок.

Кольский филиал Геофизической службы Российской академии наук (КФ ГС РАН) более 50-ти лет изучает сейсмический режим в Евро-Арктическом регионе. Точность локации сейсмических событий не столь значительна как в ЦГМ, а вот площадь территории, на которой фиксируются природные и техногенные сейсмические события, большая. Поэтому в 2010 г. В КФ ГС РАН совместно с ЦГМ была выполнена работа по объединению сейсмических сетей КФ ГС РАН и ЦГМ.

В КФ ГС РАН было разработано оригинальное программное обеспечение, решающее следующие задачи :

- передачу автоматических бюллетеней и волновых форм из КФ ГС РАН в ЦГМ ОАО "Апатит";
- конвертацию данных ЦГМ из внутренних форматов в сейсмологический формат CSS 3.0;
- объединение данных и совместную локацию сейсмических событий;
- ведение базы данных результатов.

Была выработана эффективная скоростная модель для локации событий в Хибинском массиве и локальная магнитудная шкала.

Система эксплуатируется в ЦГМ ОАО "Апатит" с 01.10.2010г.

Регистрация сейсмических событий с вероятностью не ниже 0.8 обеспечивается в энергетическом диапазоне $1.0E+07 - 1.0E+14$ Дж.

За период работы системы с 1.10.2010 по 24.1.2011 г. было зарегистрировано 472 сейсмических события, из них 433 – взрывы.

Идентифицированы как динамические проявления горного давления 39 событий, из них: 20 - с магнитудой от 0 до 1; 17 - от 1 до 2; 2 - с магнитудой >2 .

Самое мощное сейсмическое событие (техногенное землетрясение) с магнитудой 3.2 зарегистрировано 21.10.10г.

ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ КРИОЛИТОСФЕРЫ АРКТИКИ ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Виноградов Ю. А.¹, Виноградов А. Н.^{1,2}, Кровотынец В. А.³ (1 – г.Апатиты, Кольский филиал учреждения Геофизической службы РАН, *vin@krsc.ru*, 2 – г.Апатиты, Апатитский филиал МГТУ, *vino@admksk.apatity.ru*, 3 – г.Москва, Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии *ma*», *krovotynctev@planet.iitp.ru*).

At October 2010, in the north of Novaya Zemlya archipelago strong seismic event occurred. Analysis of the records are not allowed to assume the tectonic nature of its origin. On satellite images made by before and after the event the presence of a large iceberg in the investigated area was showed. The author proves the possibility of monitoring cryolithosphere in Arctic by geophysical methods and provides suggestions for optimal configuration of the monitoring network.

11 октября 2010 года в 22:40:00.0 GMT в точке с координатами 76.222° С.Ш и 63.883° В.Д. на западном побережье Северного острова Новой Земли сетью сейсмических станций Кольского филиала Геофизической службы РАН (КФ ГС РАН) было зарегистрировано сильное сейсмическое событие, имеющее магнитуду $M_L=4$. На рисунке 1 приведен результат локации этого события, выполненный по 5 сейсмическим станциям. Оценка глубины очага, обеспечивающая минимум невязки времени, по станциям региональной сети составила 0 км..

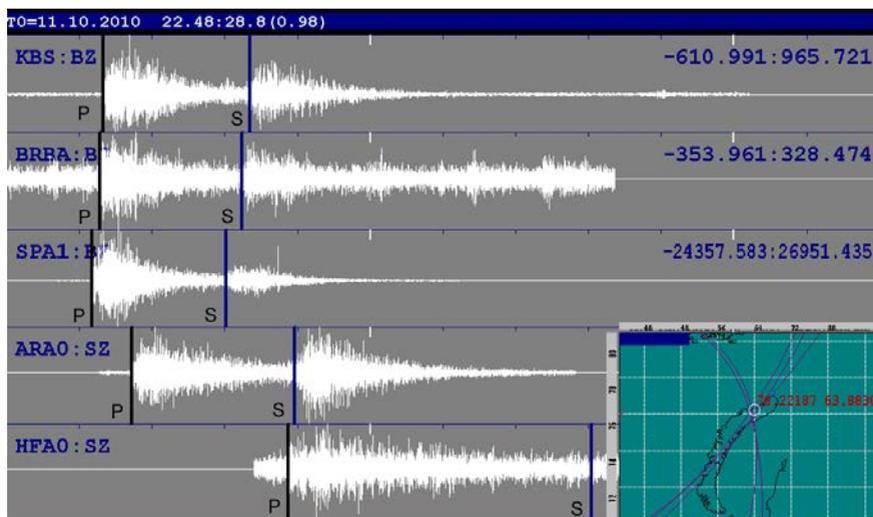


Рис. 1. Определение координат эпицентра сейсмического события 11.10.2010 в 22:40:00.0 GMT по данным региональной сейсмической сети KBS, BRBA, SPI, ARCESS и HFS (показаны вертикальные каналы).

Совпадение эпицентра с краевой частью мощного ледникового покрова с выводными «языками» ледников Анучина, Визе и Карбасникова на западном берегу Северного острова Новой Земли в сочетании с

«нулевой» глубиной очага позволило высказать предположение, что событие относится к типу «льдотрясений» и связано с отколом края ледника, сопровождавшегося ударом отколовшегося блока о дно. События такого типа на ледниках в Гренландии подробно описаны в работах Necht J и . Husebye E.S [1,2].

Для проверки этой гипотезы по нашему запросу в НПЦ «Планета» Росгидромета был проведен анализ ледовой обстановки у побережья Северного острова Новой Земли по космическим снимкам с метеоспутника ENVISAT. Работы выполнены под руководством зав. сектором мониторинга Арктики к.г.н. В.А.Кровотынцевым при содействии зам. директора НПЦ к.т.н. О.Е.Милехина. На отобранных ими двух космических снимках (рис. 2) хорошо видно, что накануне сейсмического события – 10 октября – прибрежная акватория была свободна ото льда, тогда как 13 октября на траверсе ледника Визе на удалении порядка 10 км от берега в море дрейфовала группа айсбергов, наибольший из которых достигал в плане 0,8х4 км. Высота айсберга не определяется по снимку, но с учетом мощности ледового покрова ее можно оценить ориентировочно в 100 м. При таких линейных размерах масса айсберга оценивается в 300 миллионов тонн – в 120 раз крупнее встречавшихся ранее айсбергов в Баренцевом море (наиболее крупный из выявленных ранее ВНИИОкеангеологии айсбергов имел линейные размеры 0,2х0,4 км и массу 3,7 млн. тонн).



Рис. 2. Космоснимки от 10 и 13 октября 2010 г.

Зарегистрированное событие может сильно поколебать традиционные «успокоительные» оценки об имеющейся айсберговой опасности в зоне возможных нефтегазовых промыслов в Арктике.

Приведенный пример дистанционного мониторинга высокоширотной акватории подтверждает правомерность предположения, что в Западном секторе Арктики сейсмологическими методами, в принципе, можно фиксировать место и время возникновения крупных айсбергов, дрейф которых в центральную часть акватории будет представлять угрозу судоходству и морским промыслам. Очевидно, что эффективность мониторинга опасных явлений в краевых зонах ледовых шапок будет повышена при комплексировании сейсмологических и инфразвуковых методов контроля динамических процессов в криосфере. Определенным преимуществом сейсмоинфразвуковой сети мониторинга перед космической и высотной фотосъемкой является работоспособность системы при любом состоянии облачного покрова и в период полярной ночи, когда другие средства визуального контроля Арктики «слепнут».

С учетом возможных масштабов динамических процессов в криолиосфере Арктики разработана концепция дистанционного мониторинга процессов разрушения ледниковых покровов на арктических островах и контроля образования крупных айсбергов, представляющих потенциальную опасность для морских промыслов в Баренцевоморской нефтегазовой провинции. Обоснована идея формирования по обрамлению морского бассейна сети сейсмоинфразвуковых групп, способных надежно лоцировать ледотрясения при подвижках пульсирующих ледников. Полученные результаты показали, что масштабы айсбергообразования в Баренцевом море явно недооценены из-за недостатка прямых экспедиционных наблюдений.

Литература:

1. Hecht J. Glacial earthquakes rock Greenland ice sheet. – Science, 2006, v. 311, pps 1756, 1747, 1751.
2. Husebye E.S., Gjestal M., Bungum H., Eldholm O. The seismicity of Norwegian and Greenland seas and adjacent continental shelf areas. — Tectonophysics, 1975, v.25, p.55 – 70.

ОПУСТОШЕНИЕ МАГНИТНОЙ СИЛОВОЙ ТРУБКИ И ОХЛАЖДЕНИЕ ИОНОВ НАД ДУГОЙ ПОЛЯРНОГО СИЯНИЯ

Волков М. А. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра физики, e-mail: volkovma@mstu.edu.ru*)

The role of the hot magnetospheric particles (protons) in the formation of the electric fields and the field-aligned currents from the ionosphere to the magnetosphere have been studied. It has been shown that the gradient drift of the hot particles in these cases leads to the depletion of the magnetic flux tubes and increasing of the magnetic field in them. These phenomena occur above the auroral arcs and "inverted V" precipitations.

В работе рассматривается такое явление, как диполяризации магнитных силовых линий в хвосте магнитосферы. На рис.1 показаны изменения некоторых параметров магнитосферной плазмы и магнитного поля по наблюдениям с одного из спутников системы THEMIS во время этого события в хвосте магнитосферы. Начало диполяризации отмечается увеличением энергии плазмы (ионов) $T_{\text{орт}}$, уменьшением концентрации заряженных частиц density, возрастанием магнитного поля и B_z компоненты магнитного поля. Координаты спутника в момент регистрации этого явления даны в единицах радиуса Земли re . Ось X направлена к

Солнцу, ось Z к полюсу. В работе [Волков 2010] усиление магнитного поля и уменьшение давления объясняется высыпанием заряженных частиц в ионосферу. Высыпания приводят к охлаждению магнитной силовой трубки, усилению магнитного поля и уменьшению давления. Высыпаются из магнитной силовой трубки в основном электроны, поток энергии которых значительно больше ионного. В то же время давление в плазменном слое создается практически горячими ионами, энергия которых почти на порядок больше энергии электронов. Энергия высыпавшихся электронов над дугами сияний достигает 10 кэВ, это

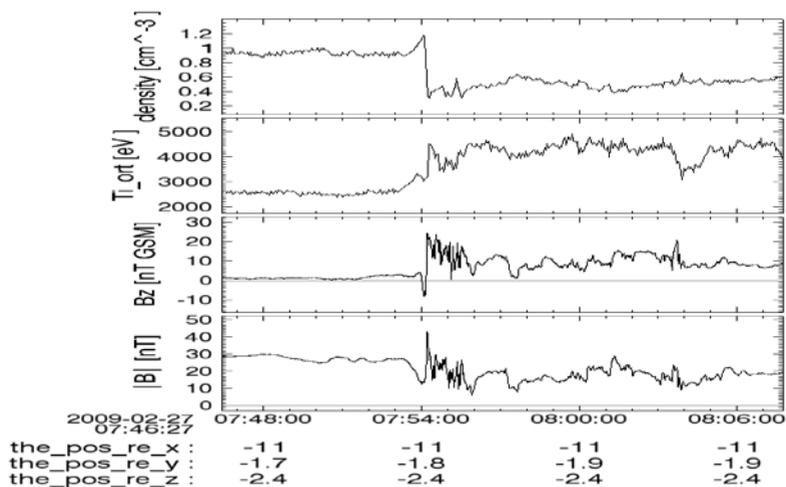


рис.1

значительно больше средней энергии электронов в плазменном слое и сравнимо со средней энергией протонов. Должен существовать механизм, приводящий к передаче энергии от горячих ионов плазменного слоя к электронам. Такая передача энергии может происходить над дугами полярных сияний. Над дугами полярных сияний наиболее вероятным механизмом ускорения электронов является возникновение продольного электрического поля. Над дугой сияния кроме продольной компоненты электрического поля, направленной вдоль магнитного поля, имеется и поперечная компонента поля. На рис.2 показано возможное распределение электрического потенциала и токов над дугой сияния. Токи в ионосфере $I_{и}$ текут по направлению электрического поля, а в магнитосфере $I_{м}$ против электрического поля. Магнитосферный ток

переносится горячими ионами, холодные электроны движутся вдоль линий равного электрического потенциала. Электрическое поле E совершает отрицательную работу над магнитосферными ионами и магнитная силовая трубка над дугой сияния охлаждается. Рассмотрим более подробно этот механизм. Будем считать, что продольный ток, вытекающий из ионосферы, переносится электронами. В магнитной силовой трубке с током над дугой сияния всюду должно выполняться условие зарядовой нейтральности или точнее квазинейтральности, т.е. концентрация электронов приблизительно равна концентрации ионов $n_e \approx n_i$. В этом случае высыпавшиеся электроны должны замешаться другими электронами, или из трубки должны уходить ионы. Из ионосферы вдоль магнитных силовых линий электроны не могут попасть в силовую магнитную трубку, мешает продольное электрическое поле, поперек магнитных силовых линий холодные магнитосферные электроны движутся вместе с трубкой со скоростью

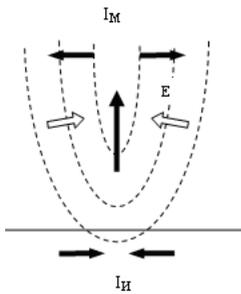


Рис.2

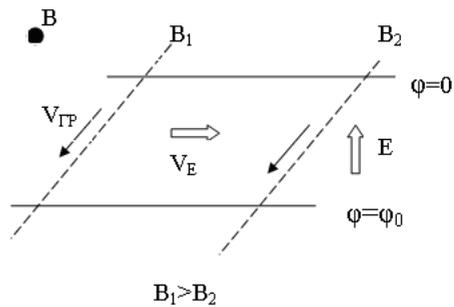


Рис.3

электрической конвекции. Таким образом, условие квазинейтральности может обеспечиваться только уходом горячих магнитосферных ионов из магнитной силовой трубки, или потоком ионов из ионосферы. Над дугами потоки электронов вниз, в ионосферу значительно превосходят потоки ионов вверх, поэтому отток ионов из трубки идет поперек магнитных силовых линий. Движение ионов поперек магнитной силовой трубки происходит со скоростью градиентного или диамагнитного дрейфа. Когда горячие ионы покидают магнитную силовую трубку, в трубке возникает отрицательный заряд, концентрация заряда ничтожно мала в сравнении с концентрацией заряженных частиц, условие квазинейтральности выполнено, но достаточно для возникновения сильного электрического поля. Так как заряд отрицательный, $div \vec{E} < 0$, линии

напряженности электрического поля направлены внутрь области, занятой зарядом рис.2. Если продольные токи невелики, магнитосферные электроны свободно высыпаются в ионосферу без помощи продольного электрического поля, которое будет равно нулю из-за свободного движения зарядов вдоль магнитной силовой линии в случае малых токов. В дугах сияний токи достигают значения 10^{-5} А/м², чтобы переносить такой ток требуется заметная часть магнитосферных электронов. Большинство магнитосферных электронов имеют зеркальные точки отражения, лежащие значительно выше ионосферы. Энергия высыпающегося электрона должна быть не меньше значения μB_i , где μ -магнитный момент электрона, B_i -индукция магнитного поля в ионосфере. В магнитосфере поперечная энергия электронов μB_m , где B_m - индукция магнитного поля в экваториальной плоскости магнитосферы. В дипольном магнитном поле отношение $B_i / B_m \approx L^3$, где L - параметр Мак-Илвейна, при $L=10$ отношение равно 1000. Значительное увеличение энергии электрона может быть обеспечено продольным электрическим полем. Разность потенциалов между ионосферой и магнитосферой должна достигать 10 кВ, чтобы объяснить наблюдаемые энергии высыпающихся электронов над дугами полярных сияний. Энергия высыпающихся электронов поступает от горячих магнитосферных ионов, уход которых из магнитной силовой трубки приводит к появлению электрического поля, ускоряющего электроны. Ионы в магнитосфере совершают электрический V_E и градиентный дрейф V_{gr} рис.3, если эти дрейфы направлены не вдоль одной прямой, электрическое поле E совершает работу над ионами, в нашем случае отрицательную. На рис.3 направление тока в магнитосфере совпадает с градиентным дрейфом ионов, направленным вдоль изолиний магнитного поля ($B_1=const$ и $B_2=const$). Пусть магнитное поле направлено к нам на рис.3, тогда электрический дрейф ионов направлен вправо. Ионы дрейфуют под действием электрического поля в область меньшего магнитного поля. Поскольку магнитный момент ионов сохраняется, их энергия будет уменьшаться. Оценим возможное значение разности потенциалов в такой структуре электрического поля. Для простоты будем считать, что все магнитосферные ионы имеют магнитный момент μ . Полная энергия иона равна:

$$E_i = \frac{mv_{\parallel}^2}{2} + \mu B + e\varphi, (1)$$

где μB -поперечная энергия иона, φ -потенциал электрического поля. В (1) пренебреженно слагаемыми, содержащие квадраты дрейфовых скоростей из-за их малости. Пусть индукция внутри трубки, в центре дуги равна B_1 , потенциал $\varphi_1 = -\varphi_0$, вне дуги B_2 , $\varphi_2 = 0$. Полная энергия иона (1) сохраняется в любой точке траектории частицы. Считая

$V_1 > V_2$, минимальное значение этой энергии равно μV_2 , при меньших значениях не выполняется условие сохранения магнитного момента. В этом случае при $V=V_2$ точки отражения лежат вдалеке от экваториальной плоскости, а продольные скорости малы, т.к. в силу второго адиабатического инварианта $I=v_{\parallel}l$, где v_{\parallel} -среднее значение скорости, l -длина магнитной силовой линии между точками отражения. Из (1) получим выражение для потенциала φ_0 :

$$\varphi_0 = \mu(B_1 - B_2)/e + \frac{m v_{\parallel}^2}{2e} \quad (2)$$

Принимая $V_1/V_2=3$, $\mu V_1/2=mv_{\parallel}^2/2=2.5\text{кэВ}$, получим значение $\varphi_0 \approx 6\text{кВ}$, достаточно близкое к наблюдаемым величинам.

Оценим изменение концентрации внутри магнитной силовой трубки над дугой сияния в этой простой модели частиц. Считая магнитный момент электронов малым, связь между изменением концентрации и магнитным полем дается следующим выражением:

$$(n_2 - n_1) = \frac{B_1 - B_2}{\mu_0 \mu}, \quad (3)$$

где $n_{1,2}$ -концентрация заряженных частиц внутри и снаружи магнитной силовой трубки, μ_0 - магнитная проницаемость вакуума.

Для ситуации, представленной на рис.1, примем значения $V_1=35\text{нТ}$, $V_2=10\text{нТ}$, $\mu V_1=4.5\text{кэВ}$, уменьшение концентрации по формуле (3) составит $(n_2-n_1)=0.97\text{см}^{-3}$. Наблюдаемое значение изменения концентрации $\approx 0.9\text{см}^{-3}$. Такое совпадение полученного по формуле (3) значения с наблюдаемым в эксперименте можно объяснить тем, что скорость распространения диполяризационного фронта много меньше тепловой скорости ионов и даже альвеновской, а кривизна магнитной силовой линии много больше гирорадиуса иона. Считая время диполяризации равным 5 минутам, можно оценить скорость плазмы на разных расстояниях от

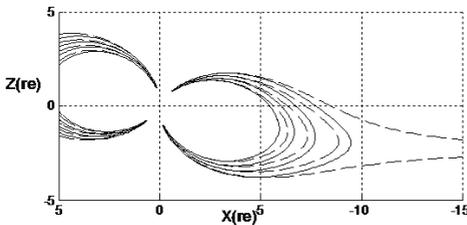


Рис.4

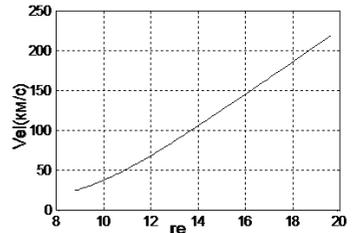


Рис.5

Земли из смещения магнитных силовых линий. На рис.4 показано изменение магнитных силовых линий до и после диполяризации (-- до диполяризации, - после). В расчетах использовалась модель магнитного поля [Tsyganenko 1995]. На рис.5 показано изменение скорости движения магнитных силовых линий и плазмы Vel с расстояния от Земли. Уменьшение скорости плазмы по направлению к Земле во время диполяризации является хорошо установленным экспериментальным фактом.

Таким образом, в магнитной силовой трубке с вытекающим из ионосферы интенсивным током концентрация и давление магнитосферных частиц уменьшается из-за высыпания энергичных электронов. Уменьшение давления приводит к увеличению магнитного поля в силовой трубке, т.к. плазма является диамагнетиком. Увеличение магнитного поля в свою очередь приводит к сжатию магнитной силовой трубки и частиц, находящихся в ней. Давление в трубке изменяется и возникает новая конфигурация распределения давления и магнитного поля в хвосте магнитосферы характерного для явления диполяризации.

Литература:

1. **М. А. Volkov** Effect of precipitation of charged particles on the magnetic field lines depolarization. Proceedings of the 8th International Conference "PROBLEMS OF GEOCOSMOS", Saint-Petersburg, 2010 p.280-282.
2. **Tsyganenko N. A.**, Modeling the Earth's Magnetospheric Magnetic Field Confined Within a Realistic Magnetopause, J.Geophys.Res., 100, 5599-5612, 1995.

ВОЗМУЩЕНИЯ ВЫСОТНО-ШИРОТНЫХ ВАРИАЦИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ, СОЗДАВАЕМЫЕ ДЕЙСТВИЕМ СЕЙСМОГЕННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Золотов О. В., Намгаладзе А .А. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра физики, e-mail: ZolotovO@gmail.com; Namgaladze@yandex.ru*)

The paper presents numerical simulations of the impact of the external electric current of seismic origin on the ionospheric electric field. Disturbances of the height-latitude electron density variations created by this field have been modeled as well.

В работе представлены результаты численного моделирования воздействия вертикального тока сейсмического происхождения на ионосферное электрическое поле и вызываемые им возмущения широтно-

высотных вариаций электронной концентрации. Исследования проводились с помощью глобальной численной модели верхней атмосферы Земли UAM (Upper Atmosphere Model) [Namgaladze et al., 1988, 1991, 1998a, 1998b]. UAM описывает мезосферу, термосферу, ионосферу, плазмасферу и внутреннюю магнитосферу как единую систему посредством численного интегрирования соответствующих нестационарных трехмерных уравнений непрерывности, движения и теплового баланса для нейтрального, ионного и электронного газов совместно с уравнением для электрического потенциала. В отличие от работы [Золотов и др., 2011], моделирование проводилось путем задания не потенциалов на границе аномальных возмущений полного электронного содержания (ПЭС) ионосферы, но сторонних электрических токов в околоэпицентральной области на нижней границе ионосферы для случая землетрясения в Гаити 12 января 2010 г., 21:53:10 UT (16:53:10 LT), M 7.0, (18.443°N, 72.571°W), D 13 км.

В данном исследовании вертикальный ток, текущий между Землей и ионосферой, задавался на высоте 80 км в 9 вытянутых вдоль магнитной параллели ячейках в качестве нижних граничных условий для уравнения электрического потенциала. Величина шага по долготе составляла 5°. Магнитуда, вносимая в каждый узел численной сетки, составляла 4×10^{-8} А/м², что соответствует стороннему току с плотностью величиной 2×10^{-8} А/м² на площадке 200 км × 4000 км (2° вдоль меридиана и 40° вдоль параллели) в постоянном режиме в течение модельных суток.

Генерированный этим электрическим током дополнительный электрический потенциал, зональная и меридиональная компоненты электрического поля, а также порожденные этим полем возмущения в ПЭС представлены на Рис. 1. Рассчитанные с помощью UAM широтно-высотные вариации электронной концентрации для момента времени 08UT 11 января 2010 г. вдоль долгот -20°, 0° и 20° представлены на Рис. 2.

Из Рис. 2 видно, что по сравнению с невозмущенным (т. е. без источника электрического тока) случаем происходит заполнение провала электронной концентрации над геомагнитным экватором, наблюдается формирование неоднородностей. При этом из разреза на долготе -20° хорошо видно расслоение среднеширотного максимума Ne (в летнем полушарии) на широтном ходе с формирование провала на широтах ~30°-40°. На долготе +20° имеет место увеличение значений электронной концентрации на высотах ~300 км. и опустошение трубок на больших высотах. Основные изменения происходили в диапазоне высот ~200 — 600 км. Результаты моделирования могут быть использованы

при поиске ионосферных предвестников землетрясений по данным измерений концентраций заряженных частиц со спутников, летающих на высотах верхней F2-области.

Благодарности. Все представленные в работе карты (распределений параметров) построены с использованием General Mapping Tools [Wessel and Smith, 1998]

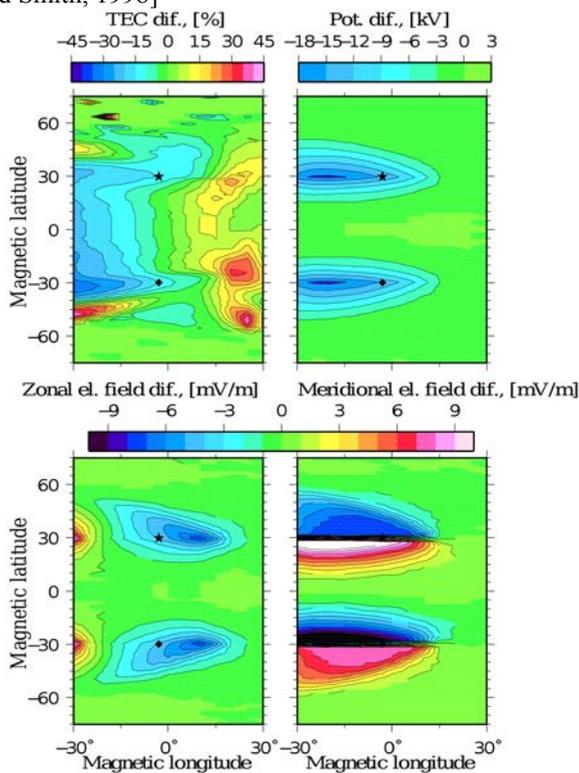


Рис. 1. Региональные карты отклонений от невозмущенных фоновых значений 1) ПЭС (сверху, слева), 2) электрического потенциала (сверху, справа), 3) зонального и 4) меридионального электрических полей для 08UT (03LT) 11 января 2010 г. Звезда — эпицентр землетрясения 12 января 2010 г. Ромб — магнитосопряженная точка.

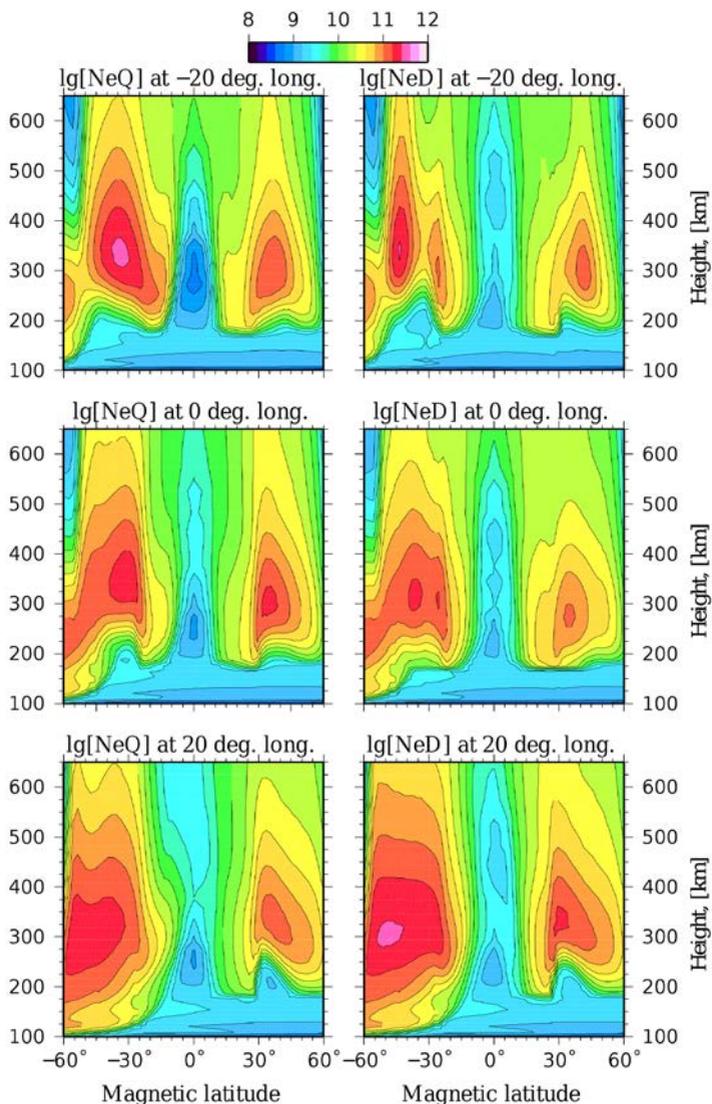


Рис. 2. Широтно-высотные вариации электронной концентрации для 11 января 2010 г., 08UT (03LT), для геомагнитных долготных разрезов: -20° (верхняя строка); 0° (центральная строка); +20° (нижняя строка).

Спокойные вариации представлены в левой колонке, возмущенные сейсмогенным электрическим полем — в правой колонке.

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 Applied Geophysics. V. 127. N.2/3. P. 219-254. 1988. doi:10.1007/BF00879812.
2. **Namgaladze A. A., Korenkov Yu. N., Klimenko V. V., Karpov I. V., Surotkin V. A., Naumova N. M.** Numerical modeling of the thermosphere-ionosphere-protonosphere system // J. Atmos. Terr. Phys. V.53. N.11/12. P. 1113-1124. 1991. doi:10.1016/0021-9169(91)90060-K.
3. **Namgaladze A. A., Martynenko O. V., Namgaladze A. N.** Global model of the upper atmosphere with variable latitudinal integration step // International Journal of Geomagnetism and Aeronomy. V.1. N.1. P. 53-58. 1998a.
4. **Namgaladze A. A., Martynenko O. V., Volkov M. A., Namgaladze A. N., Yurik R. Yu.** High-latitude version of the global numeric model of the Earth's upper atmosphere // Proc. of the MSTU. V.1. N.2. P. 23-84. 1998b. URL: <http://goo.gl/8x9f2>
5. **Wessel P., Smith W.H.F.** New, improved version of Generic Mapping Tools released // EOS trans. V.79. P. 579. 1998.
6. **Золотов О. В., Намгаладзе А. А., Захаренкова И. Е., Мартыненко О. В., Шагимуратов И. И.** Физическая интерпретация и математическое моделирование ионосферных предвестников землетрясений: средние широты // Геомагнетизм и Аэронаука. 2011 (в печати).lg[Ne, м⁻³]

ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Золотов О. В. (*г. Мруманск, МГТУ, кафедра физики, e-mail: ZolotovO@gmail.com*)

The paper presents and summarizes our experience on the usage of the T_EX (namely, pdfT_EX) for the “Science and Educations” proceedings preparation including table of contents and authors' index generation.

Опыт верстки предыдущих конференций выявил следующие проблемы:

1. после некоторого значительного количества страниц в

документе «пропадают», т. е. заменяются на некие «квадратики»

- формулы
- графические объекты («рисунки»)
- встроенные объекты (OLE-объекты)

«Пропасть» они могут послед добавления в основной документ не только на своих — новых — страницах, но и на предшествующих листах, которые уже были вычитаны и проверены.

2. При добавлении статей, присланных и оформленных визуально по правилам, вид и форматирование резко меняется (т.е. происходит «перекрытие» стилей, и то, что выглядело нормально, стало выглядеть соответственно применяемым стилям оформления).

3. При генерации pdf-документа страницы иногда «скачут» и, как следствие, «ползет» нумерация (в оглавлении).

4. В некоторых случаях MS Word просто «вис» или выдавал различные сообщения об ошибках — в том числе о нехватке памяти.

Поиск решения в рамках MS Word не дал удовлетворительного результата. Большинство ответов сводились к следующим: 1) обновить «железо» (RAM, HDD, CPU); 2) использовать составной документ; 3) не использовать Word.

В результате мы остановились на варианте № 3. В качестве платформы был выбран pdf_TE_X. Т. к. многие участники конференции по нашему предположению испытывали бы трудности с подачей материалов в T_EX, была выработана следующая схема:

1. перевести поступившие статьи в формат pdf.
2. «сшивать» pdf-ки в «один томик».
3. При этом формировать средствами pdf_TE_X колониутулы, оглавление и авторский указатель.

Полученный комплект скриптов доступен у на условиях лицензии AGPL v.3 по адресу <http://thebaga.blogspot.com/2010/10/latex.html>

ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДНЕШИРОТНОЙ ЛЕТНЕЙ НОЧНОЙ АНОМАЛИИ F2-ОБЛАСТИ ИОНОСФЕРЫ МЕТОДОМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Князева М. А., Зубова Ю. В., Намгаладзе А. А. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра физики, mariknyazeva@yandex.ru*)

Abstract. Mathematical modeling is used in order to investigate the Weddell Sea Anomaly (WSA) characterized by the inverted diurnal electron density

variation in the midlatitude ionospheric F2-layer in the Southern hemisphere. The WSA and analogous phenomenon in the Northern hemisphere are reproduced by the global numerical Upper Atmosphere Model (UAM). The mechanisms causing anomalies are investigated by different physical processes including/excluding by numerical simulations of F2-layer behavior.

1. Введение

В последние несколько лет пристальное внимание исследователей было привлечено к аномалии суточной вариации электронной концентрации, выявленной ещё в 1960-х годах при анализе ионограмм антарктических станций Холли-Бей [Bellchambers and Piggott, 1958] и Фарадей [Dungey, 1961]. Ионозондами этих станций в летних условиях максимум электронной концентрации на высотах F2-области наблюдался в ночные часы, а минимум – соответственно, в дневное время. Такое необычное поведение F2-области получило название «аномалия моря Уэдделла» (WSA – Weddell Sea Anomaly), вблизи которого были расположены станции. В дальнейшем спутниковые наблюдения подтвердили существование аномалии, однако оказалось, что она проявляется западнее, над морем Беллинсгаузена [Horvath and Essex, 2003]. В настоящее время известно, что наиболее ярко аномалия суточной вариации электронной концентрации F2-области выражена в долготном секторе 255-315°E и на широтах 60-70°S [Lin et al., 2009; Karpachev et al., 2010].

Анализ данных наблюдений полного электронного содержания (ТЕС - Total Electron Content) показал, что в северном полушарии в летних условиях на географических широтах 40-60°N в долготном секторе 120-140°E наблюдается подобная WSA инвертированная суточная вариация электронной концентрации [Lin et al., 2009; Thampi et al., 2009]. В объединении с WSA такие аномальные суточные вариации получили общее название «среднеширотная летняя ночная аномалия» (MSNA – midlatitude summer nighttime anomaly).

Множество работ было посвящено обсуждению возможных причин возникновения аномалии моря Уэдделла. Появление аномалии в разных работах объяснялось ветровым увлечением ионосферной плазмы, действием электрических полей термосферного и магнитосферного происхождения, потоками плазмы из плазмосферы в ионосферу, высыпаниями из магнитосферы энергичных частиц, влиянием геометрии силовых линий геомагнитного поля, несовпадением географической и геомагнитной осей Земли. При этом в подавляющем большинстве работ проводился анализ данных наземных и спутниковых наблюдений с выполнением исключительно качественной оценки влияния тех или иных

факторов на поведение ночной электронной концентрации F2-области на средних широтах в летних условиях.

Настоящая работа имела целью количественно оценить вклад различных процессов в формирование аномалии моря Уэдделла и аналогичной ей аномалии в северном полушарии и тем самым выявить причину их возникновения. Для такой оценки использовалась глобальная численная модель верхней атмосферы Земли UAM (Upper Atmosphere Model) [Namgaladze et al., 1998], результаты которой сопоставлялись с данными эмпирической модели ионосферы IRI-2001 [Bilitza, 2001].

2. Метод исследования

Данное исследование было проведено с использованием метода математического моделирования, который позволяет определять относительную роль всевозможных факторов и физических механизмов в поведении среды, в частности, ионосферы, при различных гелиогеофизических условиях. Расчеты электронной концентрации ионосферной F2-области проводились с использованием глобальной численной модели верхней атмосферы Земли UAM (Upper Atmosphere Model), которая является трехмерной, нестационарной, самосогласованной моделью системы термосфера – ионосфера - плазмосфера Земли. Модель охватывает диапазон высот для диапазона высот от 80 км до 15 радиусов Земли и учитывает несоответствие геомагнитного и географического полюсов Земли.

В самосогласованной модели UAM рассчитываются концентрации основных нейтральных (O_2 , N_2 , O , NO , N , CO_2) и заряженных (XY^+ , O^+ , H^+ и электронов) компонент верхней атмосферы, температуры нейтрального, ионного и электронного газов, скорости движения заряженных и нейтральных частиц путем численного интегрирования системы квазигидродинамических уравнений непрерывности, движения и теплового баланса. В совокупности с ними в модели решается уравнение для потенциала электрического поля магнитосферного и термосферного происхождения.

В модели имеется возможность подключения эмпирических моделей состава и температуры нейтрального газа, скорости термосферного ветра для расчета указанных параметров в качестве альтернативы полностью самосогласованному варианту модели.

Являясь трехмерной, модель UAM корректно описывает процессы переноса, протекающие в F2-области среднеширотной ионосферы. Кроме того, описание термосферы, ионосферы и плазмосферы Земли как единой системы обеспечивает количественную оценку вариаций потоков ионизованного газа из плазмосферы в ионосферу. Таким образом, численная модель верхней атмосферы Земли является инструментом, позволяющим сделать количественный анализ вклада различных физических процессов в формирование областей повышенной элект-

тронной концентрации на средних широтах F2-области, в частности аномалии моря Уэдделла.

3. Аномалия моря Уэдделла как один из типов областей повышенной электронной концентрации

Области повышенной электронной концентрации, проявляющиеся в ночные часы в суточных и широтных вариациях электронной концентрации максимума F2-области (NmF2) на средних широтах, были подробно описано в работе [Князева и Намгаладзе, 2005]. Существование таких областей было установлено по данным вертикального зондирования ионосферы, а также по спутниковым измерениям полного электронного содержания в столбе единичного сечения (TEC – Total Electron Content).

В широтно-долготном распределении NmF2 было установлено существование двух типов областей повышенной электронной концентрации: зимний тип с максимумами в широтной и суточной вариациях NmF2 и летний тип с максимумом только в широтной вариации [Князева и Намгаладзе, 2009]. Зимний тип характеризуется тем, что на карте глобального распределения электронной концентрации имеются максимумы значений NmF2, вокруг которых замыкаются изолинии; у летнего типа значения NmF2 монотонно убывают при переходе от вечерних часов к утренним. Примером летнего типа областей повышенной электронной концентрации являются среднеширотные летние ночные аномалии, в частности, аномалия моря Уэдделла.

Механизм формирования областей повышенной электронной концентрации основан на влиянии неоднородных по широте потоков плазмы из плазмосферы и ветрового увлечения ионосферной плазмы термосферным ветром вдоль силовых линий геомагнитного поля [Князева, 2009]. Вертикальная составляющая ветрового увлечения ионов в случае ветра, направленного к экватору в ночные часы, приводит к переносу плазмы на большие высоты, где скорость химических потерь ниже из-за меньшего числа нейтральных частиц. Горизонтальная составляющая совместно с потоками плазмы из плазмосферы перераспределяет области повышенной электронной концентрации, смещая их по широте относительно максимума вертикальной составляющей ветрового увлечения ионов.

4. Механизм формирования аномалии моря Уэдделла

Для исследования механизма формирования среднеширотных летних ночных аномалии с помощью модели UAM были произведены расчеты глобального распределения NmF2 для геомагнитных спокойных условий ($K_p < 3$) декабрьского (23.12.1985) и июньского (23.06.1986) солнцестояний. Расчеты производились с помощью следующих конфи-

гураций модели UAM:

1) конфигурация, использующая эмпирическую модель NRLMSISE-00 [Picone et al., 2002] для расчета состава и температуры термосферы (далее UAM-MSIS);

2) самосогласованная конфигурация с теоретическим расчетом параметров термосферы и ионосферы (далее по тексту UAM-TT);.

3) та же, что и в 2), но без учета несовпадения геомагнитных и географических полюсов Земли.

Результаты численных расчетов представлены на Рис. 1 в сравнении с вариациями NmF2, рассчитанными по эмпирической модели ионосферы IRI-2001.

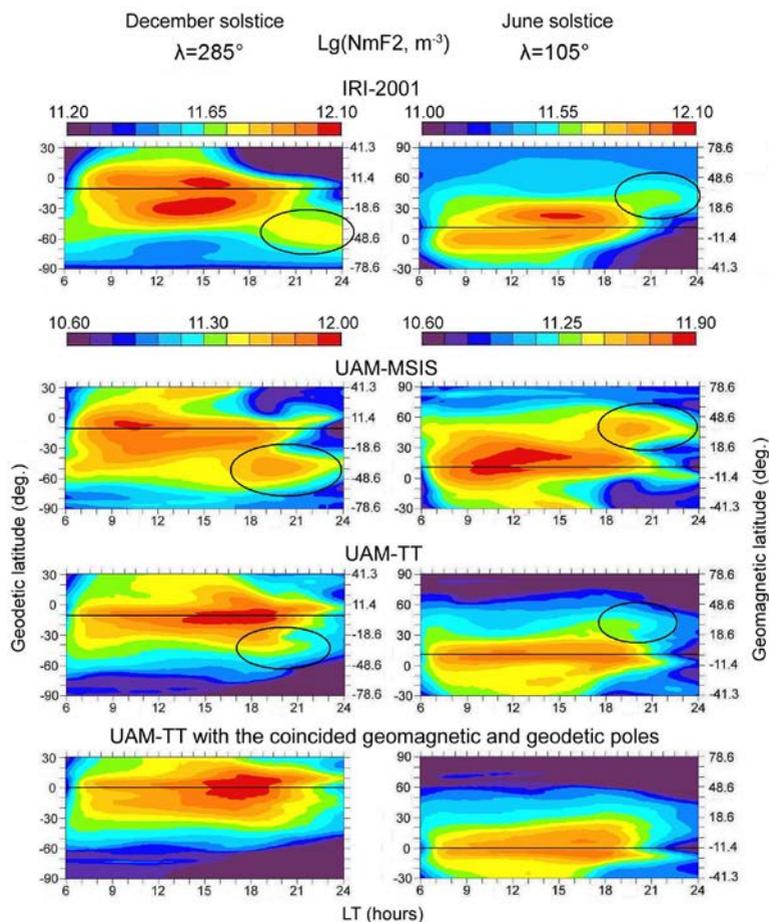


Рис.1. Широтно-временные вариации NmF2, рассчитанные для 23.12.1985 и географического меридиана $\lambda=285^\circ$ (слева) и для 23.06.1986 и меридиана $\lambda=105^\circ$ (справа).

Аномалия моря Уэдделла отчетлива видна на картах распределений NmF2 на географическом меридиане $\lambda=285^\circ$, полученных для декабрьского солнцестояния (лето в Южном полушарии) по IRI-2001 и по модели UAM в обеих конфигурациях с несовмещенными географическими и геомагнитными полюсами. На Рис.1 в левой колонке, соответствующей долготе $\lambda=285^\circ$, эта аномалия, покрывающая географические широты от 45° до $55-60^\circ$, обведена черным. По модельным расчетам превышение ночных значений NmF2 над дневными составляет до 30 процентов. Конфигурация с использованием эмпирической модели MSIS дает более ярко выраженный эффект по сравнению с результатами самосогласованной версии UAM.

На Рис.1 на картах распределений NmF2 на географическом меридиане $\lambda=105^\circ$, полученных по IRI-2001 и по UAM с разнесенными полюсами для июньского солнцестояния, видна аналогичная аномалия (обведена черным) в Северном полушарии. По широтному положению аномалия в Северном полушарии совпадает с положением аномалии моря Уэдделла, но с экваториальной границей, расположенной на более низких географических широтах (около $30-40^\circ$).

Среднеширотные летние ночные аномалии формируются на долготах, на которых в летних условиях геомагнитный экватор (сплошные черные линии на Рис. 1) оказывается смещенным относительно географического в летнее полушарие из-за несовпадения геомагнитной и географической осей Земли.

Для проверки роли этого несовпадения в процессе формирования аномалий были проведены расчеты глобального распределения NmF2 самосогласованной конфигурацией UAM с совмещенными географическими и геомагнитными полюсами. Полученные широтно-временные вариации параметра на тех же меридианах приведены в нижнем ряду Рис.1.

Совмещение геомагнитного и географического экваторов привело к тому, что среднеширотные летние ночные аномалии практически исчезли. Полному исчезновению аномалий препятствует влияние начальных условий, которые были получены по версии UAM-MSIS с разнесенными полюсами.

Несовпадение геомагнитной и географической осей Земли обуславливает различие вертикальной составляющей скорости ветрового увлечения ионов на высотах F2-области ионосферы в западном и восточном географических долготных секторах.

5. Выводы

Аномалия моря Уэдделла и аналогичная ей среднеширотная ночная аномалия в Северном полушарии являются следствием несовпадения географической и геомагнитной осей Земли, обуславливающего различие вертикальных составляющих ветрового увлечения ионов термосферным ветром в разных долготных секторах.

Литература:

1. **Bellchambers W. H., Piggott W. R.** Ionospheric measurements made at Halley Bay. *Nature*, v.182, p.1596-1597, doi: 10.1038/1821596a0, 1958.
2. **Bilitza D.** International Reference Ionosphere 2000. *Radio Science*, v.36, N 2, p.261-275, 2001.
3. **Dungey J. W.** Interplanetary magnetic field and the auroral zones. *Physical Review Letters*, v.6, p.47-48, 1961.
4. **Horvath I., Essex E. A.** The Weddell Sea Anomaly observed with the TOPEX satellite data. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, v.65, p.693-706, 2003.
5. **Karpachev O. A., Gasilov N. A., Karpachev A.T.** Reasons of the diurnal/longitudinal anomaly in the ionospheric plasma density. 8th International Conference "Problems of Geocosmos", Book of Abstracts, St.Petersburg State University, p.48, 2010.
6. **Lin C. H., Liu J. Y., Cheng C. Z., Chen C. H., Liu C. H., Wang W., Burns A. G., Lei J.** Three-dimensional ionospheric electron density structure of the Weddell Sea Anomaly. *Journal of Geophysical Research*, v.114, A02312, doi: 10.1029/2008JA013455, 2009.
7. **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.
8. **Picone J. M., Hedin A. E., Drob D.P., Aikin A. C.** NRLMSISE-00 empirical model of the atmosphere: Statistical comparisons and scientific issues. *Journal of Geophysical Research*, v.107, No.A12, p.1468, doi:10.1029/2002JA009430, 2002.
9. **Thampi S. V., Lin C., Liu H., Yamamoto M.** First tomographic observations of the Midlatitude Summer Nighttime Anomaly over Japan. *Journal of Geophysical Research*, v.114, A10318, doi:10.1029/2009JA014439, 2009.
10. **Князева М. А.** Ночная F2-область ионосферы и плазмосфера Земли: математическое моделирование: автореферат диссертации

на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Троицк Московской обл.: ИЗМИРАН, 2009. – 18 с.

11. **Князева М. А., Намгаладзе А. А.** Математическое моделирование трехмерной топологии областей повышенной электронной концентрации в ночной среднеширотной F2-области ионосферы. Материалы Международной научно-технической конференции "Наука и образование-2009", МГТУ, Мурманск, с. 222–226, 2009. [НТЦ «Информрегистр» № 0320900170.

12. **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, No.1, с.144–155, 2005.

МЕТОД ПОДАВЛЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ ПРИ ИЗМЕНЕНИЯХ ГАРМОНИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ СНЧ ДИАПАЗОНА

Лебедь О. М., Пильгаев С. В., Федоренко Ю. В. (*г. Анапты Полярный Геофизический Институт КНЦ РАН olgamiysh@yandex.ru*)

Аннотация

Measurements of amplitude and phase of a sinusoidal wavefield in the frequency range 3–300 Hz excited by artificial source are sometimes inaccurate resulting from impulsive noise originated from lightnings. Conventional optimal method frequently used for estimation of these values fails because the interference is non-Gaussian. Well known approach uses median filter to suppress impulses, but validity of the application of this filter to the sum of sinusoid and impulsive noise is somewhat questionable. To effectively suppress impulsive noise of such sum we offer a method that includes wideband filtering, creating an analytic signal from wideband filter output, subtracting of carrier frequency, removing impulsive noise from slowly varying envelopes, and finally amplitude and phase measurement. Our method has better performance because impulses are suppressed in slowly varying signal while conventional method makes that in sinusoidal one which obviously is less efficient. The confidence interval of amplitude and phase estimates was shrunk down by factor two and even more after suppression of impulses by our method.

Введение

При поиске месторождений углеводородов на Арктическом шельфе России одним из наиболее перспективных является хорошо себя зарекомендовавший метод электромагнитного зондирования. При ре-

шении задач частотного электромагнитного зондирования земной коры с помощью мощных контролируемых источников [1] необходимо измерять амплитуды и относительные фазы магнитных и электрических компонент гармонического сигнала в нескольких пространственно разнесенных пунктах. В литературе описан оптимальный метод измерения амплитуды и фазы гармонического сигнала в гауссовом шуме, требующий привлечения априорной информации о частоте сигнала [3, 4, 6].

При измерении амплитуд и фаз гармонических сигналов в диапазоне частот 3-300 Гц на результаты измерений влияют импульсные помехи от молниевых разрядов - атмосферерики. Амплитуда импульсов может превышать в десятки и сотни раз амплитуду самого сигнала. Их присутствие в сигнале приводит к тому, что плотность вероятности распределения шума становится отличной от гауссовой, что влечет за собой потерю оптимальности алгоритма обработки, и, как следствие, смещение оценок амплитуды и фазы сигнала.

В данной работе мы исследовали влияние атмосферериков на точность измерения амплитуды и фазы гармонического сигнала и предложили метод их подавления при помощи медианного фильтра. Для этого мы использовали часовые записи горизонтальной компоненты запад-восток магнитного поля в obs. Ловозеро (67.97° с.ш., 35.02° в.д.), полученные 28 декабря 2010 г. в 23:00 UT, и синтетический сигнал длительностью в 1 час.

Подавление импульсных помех

Для исследования влияния импульсных помех на точность измерения амплитуды и фазы гармонического сигнала мы взяли в качестве мешающего шума часовую запись компоненты магнитного поля, регистрируемую в Ловозеро и содержащую атмосферерики. В эту запись мы вставили синтетический гармонический сигнал с амплитудой в 30 ед. АЦП, оцененной по сигналу, зарегистрированному в obs. Ловозеро во время эксперимента FENICS [2].

Как показано в [5, 7] использование медианного фильтра для подавления импульсных помех достаточно эффективно. Нами был улучшен алгоритм подавления. Улучшение состоит в том, что перед использованием медианного фильтра частота сигнала смещается вниз к нулевой частоте, при этом вычитается значение ожидаемой частоты. Применение медианного фильтра после этого является более эффективным. Таким образом, для подавления импульсных помех был разработан и испытан алгоритм, включающий в себя следующее:

1. Фильтрация сигнала. Пропускаем сигнал через сравнительно узкополосный фильтр с гауссовой характеристикой с центром на частоте анализируемого сигнала и плавным спадом к полосе задерживания. Фильтр

должен быть настолько узкополосным, чтобы отсеять мешающие сигналы, в основном первую и вторую гармоники промышленной сети 50 Гц и 100 Гц, и настолько широкополосным, чтобы не “размазать” импульсную помеху во времени и не сделать тем самым ее подавление малоэффективным. Форма АЧХ фильтра должна быть как можно ближе к гауссиане для того, чтобы обеспечить минимальную длину импульсной характеристики при одной и той же полосе пропускания фильтра.

2. Переход к аналитическому сигналу и перенос частоты. Формируем при помощи преобразования Гильберта аналитический сигнал и переносим его частоту вниз на величину ожидаемой частоты анализируемого сигнала. После этой операции действительная и мнимая части аналитического сигнала в идеальном случае (при отсутствии помех и точно установленной частоте) должны быть константами. В действительности это не так, так как сигналы засорены импульсными помехами.

3. Удаление импульсной помехи. Для удаления импульсной помехи существует несколько способов. Одним из хорошо зарекомендовавших себя способов является применение медианного фильтра [5, 7]. Отметим, что применение такого фильтра к сигналу без переноса частоты не даст желаемого эффекта вследствие того, что длительность импульсов помехи, как правило, больше периода самого сигнала и длина фильтра не может быть больше малой доли периода. Перенос частоты дает возможность применения фильтра практически любой длины, поскольку сигнал теперь является либо константой, либо изменяется очень медленно. После применения медианного фильтра импульсные помехи практически исчезают.

Результаты обработки

Проанализируем, насколько увеличилась точность измерения амплитуды и фазы с учетом подавления импульсных помех, сравнив результаты применения медианных фильтров с разными длинами к гармоническим сигналам с разными частотами.

Для анализа мы взяли часовую запись горизонтальной компоненты магнитного поля в Ловозеро и вставили в нее гармонические сигналы на частотах 75, 125 и 175 Гц. Затем этот часовой интервал разбили на четырехминутные отрезки для соответствия с длительностью интервалов зондирования в эксперименте FENICS, поскольку в этом эксперименте для зондирования использовались в основном посылки по 4 минуты каждая. Это позволило нам как получить среднее значение за час по 4-х минутным отрезкам, так и определить стандартное отклонение оценок амплитуд и фаз заданных гармонических сигналов. Как известно, в случае нормального распределения ошибок наиболее мощной

оценкой является среднее. Поэтому можно предположить, что для получения наилучшей оценки истинного значения нужно сначала устранить импульсную помеху при помощи медианного фильтра, а потом взять среднее в качестве такой оценки. Этот двухступенчатый порядок вычислений требует применения медианного фильтра, требующего большого объема вычислений. Вычисление медианы производится гораздо быстрее, однако приводит к небольшому снижению точности. Далее значения амплитуды и фазы, а также стандартные отклонения их оценок, полученные прямым вычислением медианы, будут показаны на рисунках крестиками.

На рис. 1 слева показано смещение оценки амплитуды гармонического сигнала с частотой 75, 125 и 175 Гц в зависимости от длины медианного фильтра. Из рисунка видно, что смещение оценки уменьшается по абсолютной величине при увеличении длины медианного фильтра. Отметим, что наиболее точное значение оценки амплитуды получено для сигнала с частотой 125 Гц, что, по-видимому, связано со статистическими свойствами мешающего шума.

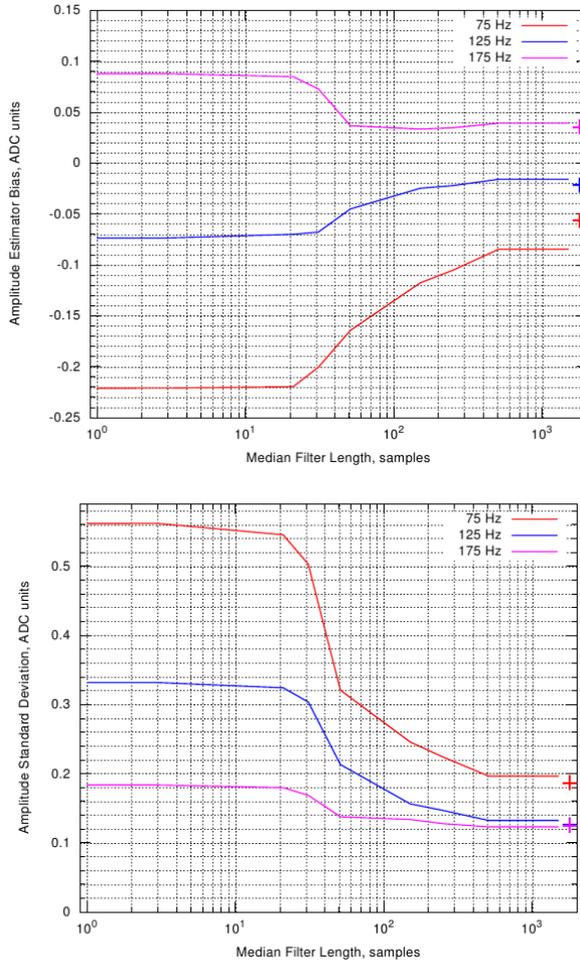


Рис. 1. Сверху - смещение оценки амплитуды гармонического сигнала с частотой 75, 125 и 175 Гц в зависимости от длины медианного фильтра. Крестики показывают смещение оценки амплитуды, вычисленное по значениям медиан действительной и мнимой частей всего четырехминутного промежутка. Снизу - стандартное отклонение оценки амплитуды гармонического сигнала с частотой 75, 125 и 175 Гц в зависимости от длины медианного фильтра. Крестики показывают стандартное отклонение, вычисленное по средним значениям медиан действительной и мнимой частей четырехминутных промежутков.

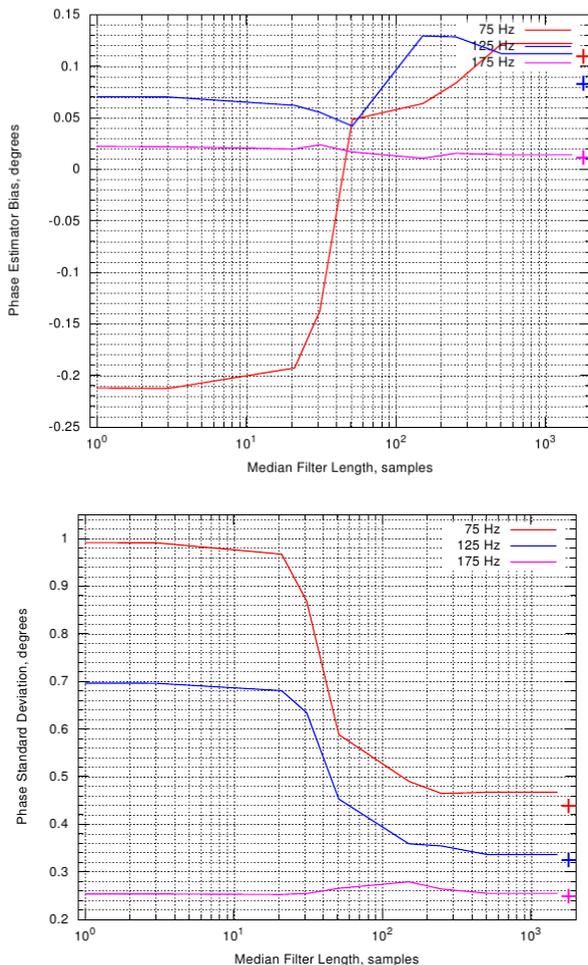


Рис. 2. Сверху - смещение оценки фазы гармонического сигнала с частотой 75, 125 и 175 Гц в зависимости от длины медианного фильтра. Крестики показывают смещение оценки фазы, вычисленное по значениям медиан действительной и мнимой частей всего четырехминутного промежутка. Снизу - стандартное отклонение оценки фазы гармонического сигнала с частотой 75, 125 и 175 Гц в зависимости от длины медианного фильтра. Крестики показывают стандартное отклонение, вычисленное по значениям медиан действительных и мнимых частей четырехминутных промежутков.

На рис. 2 слева показано смещение оценки фазы заданных гармонических сигналов также в зависимости от длины медианных фильтров. Здесь наименьшее смещение претерпевает оценка сигнала на частоте 175 Гц, кроме этого оно практически не зависит от длины медианного фильтра. Показанные на рис. 1 и 2 справа стандартные отклонения оценок амплитуды и фазы, соответственно, обнаруживают сходное поведение. Наименьшее стандартное отклонение оценок наблюдается у сигнала на 175 Гц.

Применение медианного фильтра без снижения частоты сигнала к нулевой частоте даже с длиной в три отсчета приводит на частотах 75, 125 и 175 Гц к смещению оценки амплитуды от заданной в 30 ед. АЦП на -3.5, -13.7 и -28.8 ед. АЦП, соответственно, то есть применение медианного фильтра приводит к радикальным искажениям исследуемого сигнала и, поэтому, недопустимо. Смещение оценок фаз на частотах 125 и 75 Гц сравнимо с вычисленными оценками при помощи предлагаемого нами метода, а на частоте 175 Гц оценка фазы попросту не вычисляется из-за недопустимо больших искажений.

Полученные результаты показывают, что применение предложенного в работах [5, 7] способа использования медианного фильтра не приводит к значимому улучшению оценок амплитуд и фаз гармонического сигнала, в то время, как метод, описываемый в настоящей статье, дает возможность значительно приблизить результаты измерений амплитуд и фаз гармонических сигналов в присутствии импульсных помех к их истинным значениям. Таким образом, в результате проведенной обработки удалось улучшить известный алгоритм подавления импульсных помех и применить его при обработке реальной записи компоненты магнитного поля. Это позволило приблизить к оптимальной обработке гармонического сигнала с целью определения его амплитуды и фазы в экспериментах глубинного зондирования земной коры.

Литература:

1. **Велихов Е. П., Жамалетдинов А. А., Собчаков Л. А., Вешев А. В., Сараев А. К., Токарев А. Д., Шевцов А. Н., Васильев А. В., Сонников А. Г., Яковлев А. В.** Опыт частотного электромагнитного зондирования земной коры с применением мощной антенны СНЧ-диапазона. // Доклады Академии Наук. Т. 338, № 1, С. 106-109, 1994.

2. **Жамалетдинов А. А., А. Н. Шевцов, Т. Г. Короткова, Ю. А. Копытченко, В. С. Исмагилов, Б. В. Ефимов, М. Б. Баранник, В. В. Колобов, П. И. Прокопчук, М. Ю. Смирнов, С. А. Вагин, М. И. Пертель, Е. Д. Терешенко, А. Н. Васильев, М. Б. Гохберг,**

Т. Корья. Международный эксперимент АУТШСЫ по тензорному частотному электромагнитному зондированию литосферы восточной части Балтийского (Фенноскандинавского) щита. // Доклады Академии наук, 2009. Т. 427, № 3. – С. 388-393.

3. **Лебедь О. М., С. В. Пильгаев, Ю. В. Федоренко.** Методика измерений фаз гармонических сигналов на сети геофизических станций. // Вестник КНЦ РАН 2/2010 с.72-75.

4. **Левин Б. Р.** Теоретические основы статистической радиотехники. Книга 2. // М.: «Советское радио», 1975г.

5. Farid Ghani. Improved 2-D median filter for on-line impulse noise suppression. // Conference Proceedings: Analog And Digital Techniques In Electrical Engineering, 21-24 November 2004, Chiang Mai, Thailand.

6. **Rauch, L. L.** On Estimating the Phase of a Periodic Waveform in Additive Gaussian. Noise - Part I. // DSN Progress Report 42-45, pp. 152-164, Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, Calif., June 15, 1978.

7. **Tianhui Fu, Suihua Zhou.** VLF Atmospheric Noise Suppression Using Median Filter and Wavelet Threshold Denoising. // Image and Signal Processing, 2009.

СУТОЧНЫЕ ВАРИАЦИИ ОТНОШЕНИЯ E_z / H , НАБЛЮДАЕМЫЕ В ЛОВОЗЕРО В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ 150-200 ГЦ

Лебедь О. М., Зубов Р. А., Федоренко Ю. В. (*г. Анатиты Полярный Геофизический Институт КНЦ РАН olgamihsh@yandex.ru*)

Аннотация

Wavefield structure of spherics in the Earth-ionosphere waveguide largely depends on the ionosphere electron density profile and the angle between geomagnetic field and propagation path, and, therefore, may be used for D-layer diagnostics. We observed vertical electric and horizontal magnetic components of spherics at obs. Lovozero, PGI in the frequency range 3-200 Hz and considered E_z / H temporal variations. It was discovered that the E_z / H ratio experienced diurnal variations during spring and fall equinox time while in winter and summer these variations are almost negligible. The E_z / H ratio is significantly larger in the daytime than at night thus following the variations of effective height of the Earth-ionosphere waveguide which in turn also varies with appearance and disappearance of the D-layer in days and nights, respectively. The FDTD-modeling of spheric propagation in the Earth-ionosphere waveguide with the day and night ionosphere profiles substantiates experimental results.

Введение

Структура поля электромагнитных волн СНЧ диапазона частот в волноводе Земля-ионосфера на больших расстояниях от источника слабо зависит от параметров источника и в основном определяется свойствами верхней и нижней стенок волновода. В то время, как свойства земной поверхности и поверхности океана на расстояниях до нескольких длин волн от точки наблюдения практически не изменяются во времени, профиль проводимости нижней ионосферы сильно зависит от времени суток и геомагнитной возмущенности. Для оценки степени этого влияния привлекаются как чисто аналитические, так и численные модели распространения. Для анализа влияния мелкомасштабных по сравнению с длиной волны неоднородностей ионосферы на структуру регистрируемого поля широко распространен численный метод, получивший название FDTD [1]. Этот метод позволяет учитывать конечную проводимость земной поверхности и изменение профиля проводимости ионосферы при переходе от дня к ночи. Поскольку наибольшее влияние на характеристики распространения СНЧ волн в волноводе оказывает D-слой ионосферы, можно ожидать, что отношение амплитуд вертикальной компоненты электрического поля E_z и горизонтальной компоненты $H = \sqrt{H_x^2 + H_y^2}$ будет зависеть от профиля его проводимости.

Измерение отношения E_z / H проводилось по данным вертикальной компоненты электрического поля E и двух горизонтальных компонент магнитного поля H_x, H_y , регистрируемым в Ловозеро (67.97° с.ш., 35.02° в.д.). Моделирование зависимости отношения E_z / H при переходе от ночной к дневной ионосфере и его пространственное распределение вблизи терминатора было проведено FDTD методом для двумерной модели среды.

Коррекция характеристик регистраторов

На рис. 1 приведены полученные в результате калибровки амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики (АЧХ и ФЧХ соответственно) регистраторов компонент электрического и магнитного полей.

Характеристики регистраторов вертикального электрического и горизонтального магнитного полей различаются настолько сильно, что для корректного определения отношения E_z / H требуется их приведение к одинаковому для всех трех компонент виду. Для этого выбира-

ется требуемая одинаковая для всех компонент характеристика $H(s) = B(s)/A(s)$, $s = 2\pi jf$, где f - частота, $j = \sqrt{-1}$.

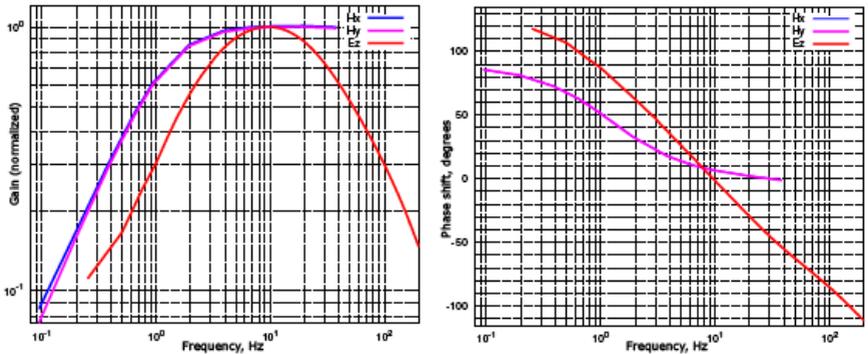


Рис. 1. Нормированные АЧХ (слева) и ФЧХ (справа) регистраторов, полученные в результате калибровки.

Затем полученные при калибровке отсчеты аппроксимируются комплексной дробно-рациональной функцией вида $P(s)/Q(s)$. Далее числитель и знаменатель этой функции меняются местами, образуя инверсный фильтр. Импульсная характеристика корректирующего фильтра рассчитывается при помощи обратного преобразования Фурье от $A(s)P(s)/B(s)Q(s)$. На рис. 2 показаны полученные одинаковые для всех трех компонент амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики.

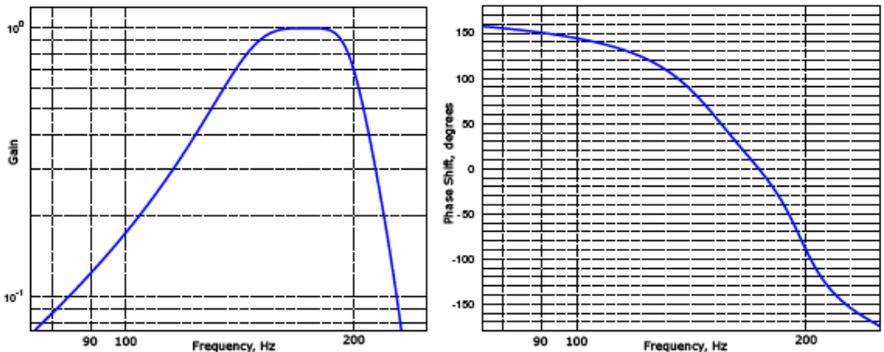


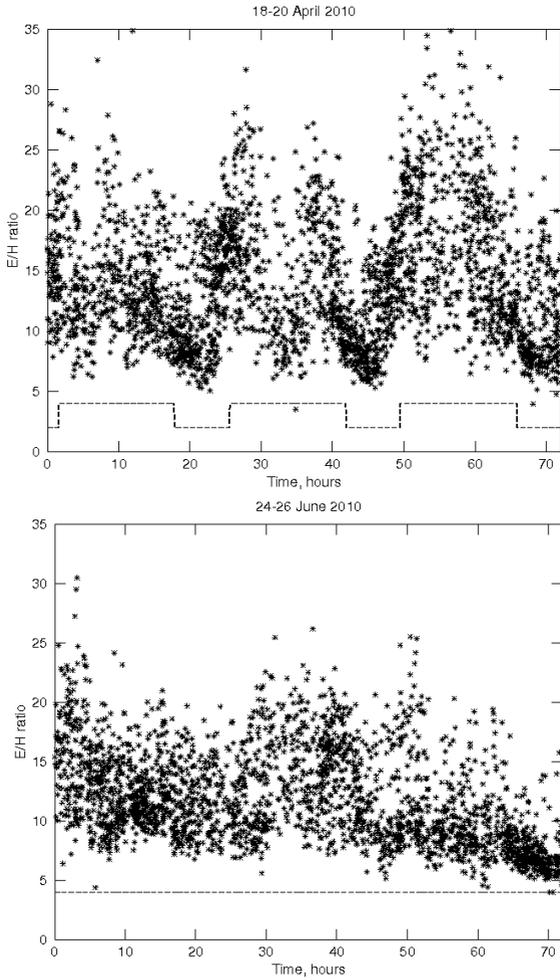
Рис. 2. Приведенные к стандартному виду АЧХ (слева) и ФЧХ (справа), одинаковые для всех трех компонент.

Суточные вариации отношения E_z / H

Для расчета отношения E_z / H выделялись атмосферерики в полосе частот 150-200 Гц. Данный частотный диапазон был выбран с целью получения максимального соотношения сигнал/шум. На более низких частотах резко растет уровень промышленных помех, в то время как выше выбранного частотного диапазона мала среднестатистическая спектральная плотность самих атмосфериков. Для анализа брались невозмущенные дни, вблизи времени осеннего и весеннего равноденствия и зимнего и летнего солнцестояния, для которых имелись данные всех трех компонент электромагнитного поля. В результате были выбраны следующие дни 2010 г.: 18-20 апреля, 24-26 июня, 10-12 сентября и 2-3 декабря. Отношение E_z / H для атмосфериков вычислялось по формуле: $E_z / H = |E_z| / \sqrt{H_x^2 + H_y^2}$.

На рис. 3 приведены значения отношений E_z / H атмосфериков в диапазоне частот 150-200 Гц, измеренные в указанные выше дни. В апреле, сентябре и декабре прослеживается явный суточный ход значений E_z / H . Мы предположили, что данные суточные вариации отношения E_z / H связаны с освещенностью D-слоя ионосферы. Сплошная черная линия на рис. 3 показывает время дня и ночи на высоте D-слоя ионосферы (70 км). Из рисунка видно, что отношение E_z / H зависит от освещенности ионосферы солнцем. Если ионосфера на высотах D-слоя освещена, отношение E_z / H значительно выше, чем в остальное время суток. В апреле и сентябре достаточно продолжительный день, значения отношения E_z / H возрастают днем и уменьшаются ночью. В июне D-слой освещен постоянно и суточных вариаций E_z / H в эти дни не наблюдается. В декабре день очень короткий, и значения отношения E_z / H резко возрастают с приходом дня и также резко уменьшаются, когда наступает ночь.

Таким образом, можно сказать, что отношение E_z / H зависит от освещенности ионосферы солнцем на уровне D-слоя и, следовательно, является индикатором его существования. Этот факт позволяет предположить, что описанный подход может быть применен для диагностики D-слоя и изучения его реакции на авроральные возмущения.



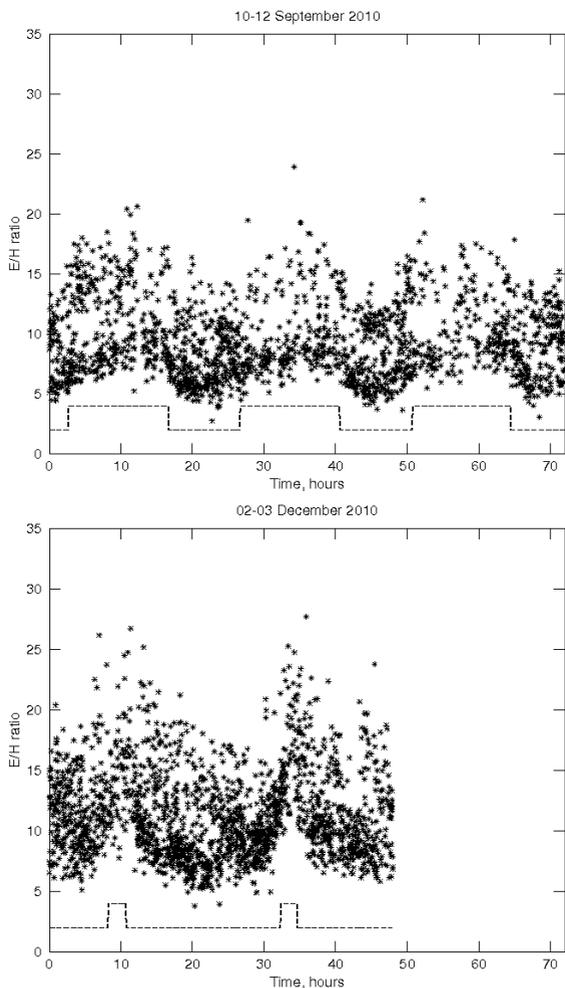


Рис. 3. Отношение E_z / H атмосфериков в диапазоне частот 150-200 Гц для разных времен года. Сплошная черная линия показывает время дня и ночи на высоте D-слоя ионосферы.

Результаты численного моделирования

Для проверки нашего предположения о связи суточных вариаций отношения E_z / H атмосфериков с освещенностью на уровне D-слоя ионосферы рассмотрим идеализированную FDTD модель волновода Земля-ионосфера. Это двухмерная модель, поэтому в направлении, пер-

пендикулярном плоскости рисунка, характеристики волновода считаются однородными. Нижняя граница – бесконечно проводящая плоскость. Волновод заполнен проводящим веществом и состоит из трех областей: 1,2 – ночная и дневная ионосферы соответственно, 3 – переходная область терминатора. Профили проводимости в 1 и 2 областях приведены на рис. 4 слева. Они представляют собой типичные профили ночной и дневной ионосферы и взяты из статьи [2].

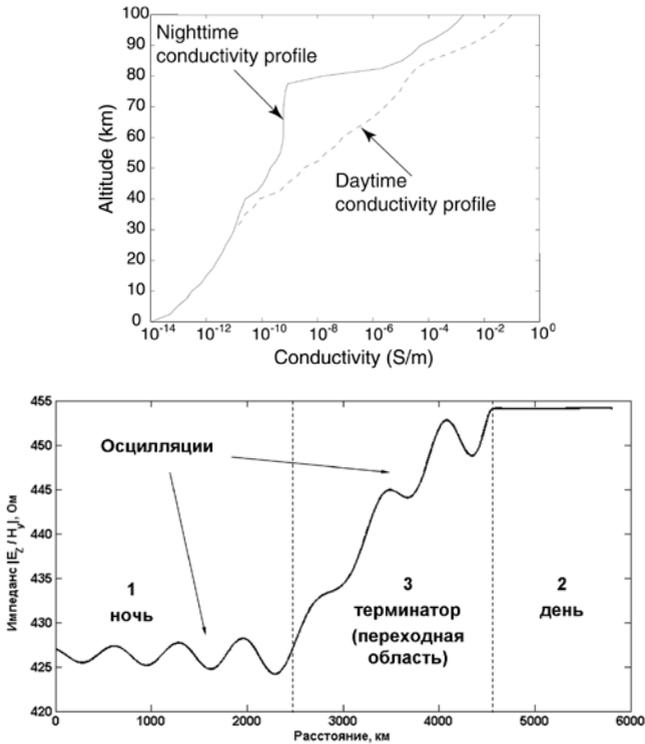


Рис. 4. Слева - профили проводимости, соответствующие ночной и дневной ионосфере. Справа - значения отношения E_z / H из численного расчета.

Мы моделируем область терминатора, плавно изменяя профиль проводимости при переходе из ночной в дневную область. Во избежание отражений от стенок ко всем границам моделируемого объема добавлен поглощающий слой – PML [3]. В волноводе возбуждается и поддерживается ТЕМ-волна, распространяющаяся в направлении оси абсцисс. После завершения всех переходных процессов, связанных

с конечным временем включения источника, мы измеряем $E_z(t)$ и $H_y(t)$ в каждой точке моделируемого объема в течение нескольких периодов. Далее, при помощи преобразования Гильберта получаем аналитические сигналы $\tilde{E}_z(t)$ и $\tilde{H}_y(t)$ в комплексной области, и, усредняя их по времени, рассчитываем соотношения $\overline{\tilde{E}_z} / \overline{\tilde{H}_y}$. На рис. 4 справа приведены значения отношения E_z / H вдоль горизонтальной линии вблизи земли (волна распространяется слева направо – из ночи в день). Из рисунка видно, что в этой модели среднее значение импеданса возрастает при переходе из ночной области в дневную. Это находится в соответствии с экспериментальными данными. Кроме того, в ночной и переходной областях наблюдаются пространственные осцилляции величины импеданса. Это вызвано наличием отраженной от терминатора волны. Можно показать, что для малого коэффициента отражения R амплитуда этих осцилляций равна $2R$ от среднего значения, а пространственная частота равна удвоенной пространственной частоте падающей волны. Это хорошо видно на рисунке. Таким образом, поведение отношения E_z / H в области, из которой приходит волна, существенно зависит от ширины и профиля переходной области. Не исключено, что существенный разброс измеренных значений импеданса в течение суток может быть связан с этими осцилляциями и движением линии терминатора относительно датчика. Результаты 2D моделирования методом FDTD для типичных профилей ионосферы показывают, что ожидаемые изменения отношения E_z / H при пересечении TEM-волной терминатора составляют 9%, что не противоречит полученным экспериментальным данным.

Литература:

1. **Cummer, S. A.** Modeling Electromagnetic Propagation in the Earth-Ionosphere Waveguide. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 48, No. 9, 2000, p. 1420-1429.
2. **Cummer, S. A.** Modeling ELF radio atmospheric propagation and extracting lightning currents from ELF observations. Radio Science, vol. 35, No 2, 2000, p. 385-394.
3. **J. P. Berenger**, “A perfectly matched layer for the absorption of electromagnetic waves,” J. Comput. Phys., vol. 114, pp. 185–200, 1994.

ЭМПИРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВАРИАЦИЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ИНФРАКРАСНОЙ АТМОСФЕРНОЙ СИСТЕМЫ МОЛЕКУЛЯР- НОГО КИСЛОРОДА СРЕДНЕЙ АТМОСФЕРЫ

Липатов К. В. (г. Москва, Учреждение Российской академии наук Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, kirillipatov@yandex.ru)

The statistical analysis of the ground-based data of the spectrometric measurements of intensity of radiation of Infrared Atmospheric system of molecular oxygen at scientific station Zvenigorod (55.7° N, 36.8° E) of Institute of Atmospheric Physics of Russian Academy of Science is presented. For the analysis the published results of similar measurements at other stations have been involved also. For the first time, on the basis of the used material the analytical relations describing variations of emission intensity of 1.58 microns for various helio-geophysical conditions are obtained. These relations can be used for the forecast of variations of structural characteristics of the middle terrestrial atmosphere.

Инфракрасная Атмосферная система молекулярного кислорода (ИКАО_2 , $\text{O}_2(a^1\Delta_g) \rightarrow \text{O}_2(X^3\Sigma_g^-) + h\nu(1.27 \text{ мкм})$) первоначально была зарегистрирована в 1956 г. в дневном излучении при помощи приборов, поднятых на аэростатах [Гопштейн и Кушпиль, 1964]. Результаты первых наблюдений ИКАО₂ в сумеречных условиях были представлены в работе [Vallance Jones and Harrison, 1958; Noxon and Vallance Jones, 1962]. При наземных исследованиях характеристик излучения ИКАО₂ используется только эмиссия (0–1) 1.58 мкм. В дневных условиях основной механизм возбуждения свечения связан с реакцией фотолиза озона [Nicolet, 1971]. Суточные и сезонные вариации интенсивности в ночное время обуславливаются аналогично процессу возбуждения эмиссии 557.7 нм.

Спектрофотометрические измерения ИКАО₂ имеют существенные трудности, обусловленные необходимостью применения высокочувствительных приемников излучения в области спектра 1-2 мкм. Это обусловило определенную ограниченность таких исследований в течение последних нескольких десятков лет.

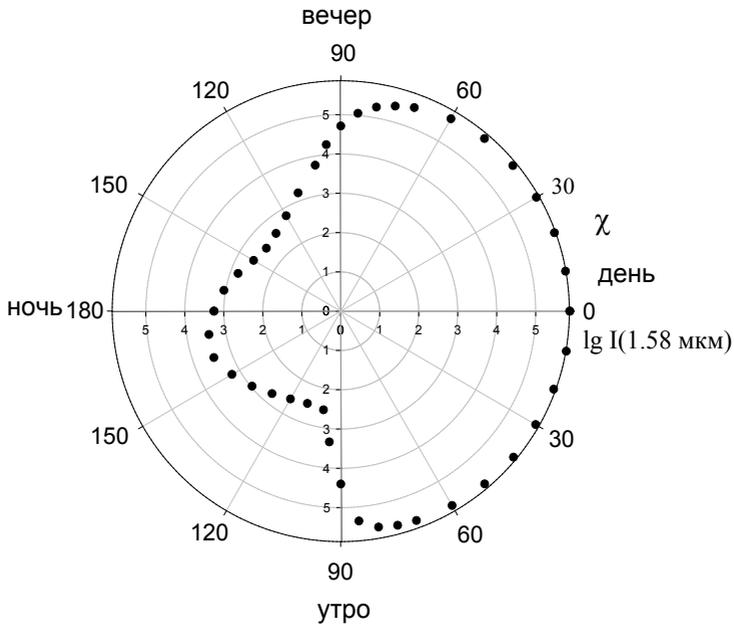
С 2009 г. измерения эмиссии Инфракрасной Атмосферной системы O₂ (0-0) 1.27 мкм и (0-1) 1.58 мкм были начаты в Звенигороде при помощи спектрографов СП-50, использующих линейные ПЗС приемники, имеющие максимум чувствительности в инфракрасной области спектра (0.8-1.7 мкм) Andor DU492A-1.7 (InGaAs) [Oriol, 1999].

Это дало возможность осуществлять одномоментную регистрацию всей исследуемой области спектра, что исключало влияния возможных естественных вариаций интенсивности различных участков спектра за время экспозиции, и позволяло выделять необходимые участки спектра с эмиссией ИКАО₂ без блендирования их полосами излучения ОН. Экспозиция для условий зенитных углов Солнца $\chi \sim 90-150^\circ$ составляла 1 мин. Практически регулярные измерения проводились только для полосы 1.58 мкм. Примеры наземных измерений полосы (0-1) 1.58 мкм и рассчитанных спектральных распределений интенсивности излучения для рассматриваемых спектральных интервалов для температуры $T_r = 250$ К представлены в работе [Семенов и др., 2011].

В настоящей работе впервые на основе статистической систематизации и анализа опубликованных зарубежных данных и результатов отечественных измерений интенсивности эмиссии ИКАО₂ получены аналитические соотношения, описывающие закономерности ее поведения для различных гелио-геофизических условий.

Суточные вариации.

Суточные вариации логарифма интенсивности эмиссии ИКАО₂ 1.58 мкм по данным всех имеющихся различных измерений в плоскости эклиптики от зенитного угла Солнца представлены на рисунке.. Ее аналитическое выражение имеет вид для послеполуночного периода



Пространственное распределение логарифма интенсивности (рэлей) эмиссии 1.58 мкм

в плоскости эклиптики в зависимости от зенитного угла Солнца χ .

$$\lg I(\text{рэлей}, \chi) = 2.56 + \frac{3.18}{1 + \exp\left[\frac{(\chi - 95.7)}{8.50}\right]} - 0.14 \cdot \cos \frac{2\pi}{360}(\chi - 29.3) +$$

$$+ 0.154 \cdot \cos \frac{2\pi}{180}(\chi - 16.8) - 0.08 \cdot \cos \frac{2\pi}{120}(\chi - 17.8) + 0.03 \cdot \cos \frac{2\pi}{90}(\chi - 13.9)$$

и для дополуночного интервала суток

$$\lg I(\text{рэлей}, \chi) = 2.56 + \frac{3.18}{1 + \exp\left[\frac{(\chi - 91.3)}{3.16}\right]} - 0.14 \cdot \cos \frac{2\pi}{360}(\chi + 29.3) +$$

$$+ 0.154 \cdot \cos \frac{2\pi}{180}(\chi + 16.8) - 0.08 \cdot \cos \frac{2\pi}{120}(\chi + 17.8) + 0.03 \cdot \cos \frac{2\pi}{90}(\chi + 13.9)$$

Сезонные вариации

Сезонные вариации являются весьма значимыми для эмиссии (0-1) 1.58 мкм, причем они существенны для конкретных зенитных углов Солнца. Простейшая аппроксимация для всех данных для зенитного угла Солнца 90° может быть представлена формулой для диапазона широт $60^\circ \text{N} - 40^\circ \text{N}$, который соответствует условиям наблюдений в Звенигороде, по формуле

$$\lg I(\text{рэлей}, 1.58 \text{ мкм}) = 5.056 + 0.0456 \cos \frac{2\pi}{365} (t_d - 360).$$

Зависимость от географической широты

Имеющиеся данные для дневных условий свидетельствуют о незначительной зависимости интенсивности 1.58 мкм от широты. Для дневных условий аппроксимация широтной зависимости интенсивности 1.58 мкм имеет вид

$$\lg I(\varphi, 1.58 \text{ мкм}, \text{рэлей}) = 5.40 + 0.31 \cos^{0.5} \varphi.$$

В соответствии с характером широтных вариаций эмиссии 557.7 нм в ночное время [Фишкова и др., 2000; Шефов и др., 2006]

$$\lg I(\varphi, 1.58 \text{ мкм}, \text{рэлей}) = \lg \{240 + 880 [\cos 1.8(\varphi - 40)]^{4.5}\}.$$

Многолетние вариации

Сопоставление данных первых измерений сезонных вариаций интенсивности для зенитного угла Солнца 100° на основе данных [Vallance Jones and Gattinger, 1963] для 1961 г., и результатов для Звенигорода для 2010 г., показали, что имеется заметное уменьшение интенсивности, которое соответствует линейному тренду – 1.5 %/год [Семенов и др., 2011].

Зависимость от уровня солнечной активности

Сведения о зависимости интенсивности эмиссии ИКАО₂ от уровня солнечной активности были опубликованы в работе [Gattinger and Vallance Jones, 1966], для которых был произведен анализ абсолютных значений на основе имеющихся данных измерений. Полученная аппроксимация имеет вид (коэффициент корреляции $r = 0.780 \pm 0.113$)

$$\lg I(\text{рэлей}, 1.58 \text{ мкм}) = 3.71 + \frac{F10.7 - 130}{290}.$$

Зависимость от уровня геомагнитного возмущения

Для получения более достоверной зависимости интенсивности излучения от уровня геомагнитного возмущения были использованы

данные конкретных измерений, для которых были указаны даты [Vallance Jones and Gattinger, 1963]. На этой основе были получены значения интенсивности эмиссии 1.58 мкм для зенитного угла Солнца $\chi = 100^\circ$. Аппроксимация зависимости полученных данных (коэффициент корреляции ($r = 0.787 \pm 0.087$)) имеет вид

$$\lg I(\text{рэлей, 1.58 мкм}) = (3.47 \pm 0.05) + (0.056 \pm 0.010) \cdot K_p.$$

Таким образом, в первом приближении удастся установить количественную зависимость интенсивности эмиссий ИКАО₂ от уровня геомагнитного возмущения.

Автор благодарен А.И.Семенову за активное обсуждение результатов измерений и статистического анализа полученного материала и помощь в работе.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 10-05-00062а.

Литература:

1. **Гопштейн И. М., Кушпиль В. И.** Дневное свечение верхних слоев атмосферы Земли в области 1,25 мк // Космические исследования. Т. 2. № 4. С. 619-622. 1964.
2. **Семенов А. И.,** Перминов В. И., Липатов К. В., Хомич В. Ю. Оценка сезонных изменений интенсивности Инфракрасной Атмосферной системы молекулярного кислорода // Геомагнетизм и аэрономия. Т. 51. № 3. С. 341-349. 2011.
3. **Фишкова Л. М., Марцваладзе Н. М., Шефов Н. Н.** Закономерности вариаций эмиссии атомарного кислорода 557.7 нм // Геомагнетизм и Аэрономия. Т. 40. № 6. С. 107-111. 2000.
4. **Шефов Н. Н., Семенов А. И., Хомич В. Ю.** Излучение верхней атмосферы – индикатор ее структуры и динамики. М.: ГЕОС. 741 с. 2006.
5. **Gattinger R. L., Vallance Jones A.** The ${}^1\Delta_g - {}^3\Sigma_g^-$ O₂ bands in the twilight and day airglow // Planet. Space Sci. V. 14. № 1. P. 1-14. 1966.
6. **Nicolet M.** Aeronomic reactions of hydrogen and ozone // Mesospheric model and related experiments / ed. G.Fiocco. Dordrecht: D.Reidel Publ. Co. P. 1-51. 1971.
7. **Noxon J. F., Vallance Jones A.** Observation of the (0,0) band of the (${}^1\Delta_g - {}^3\Sigma_g^-$) system of oxygen in the day and twilight airglow // Nature. V. 196. № 4850. P. 157-158. 1962.

8. Oriol. The book of photon tools. Stratford: Oriol Instruments. 800 p. 1999.

9. **Vallance Jones A., Harrison A. W.** $^1\Delta_g - ^3\Sigma_g^-$ O₂ Infrared emission band in the twilight airglow spectrum // J. Atmos. Terr. Phys. V. 13. № 1/2. P. 45-60. 1958.

10. **Vallance Jones A., Gattinger R. L.** The seasonal variation and excitation mechanism of the 1.58 μ $^1\Delta_g - ^3\Sigma_g^-$ twilight airglow band // Planet. Space Sci. V. 11. № 8. P. 961-974. 1963.

Проблемы
преподавания базовых
естественно-научных
и технических
дисциплин высшей
школе

ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ С УЧЕТОМ УРОВНЕЙ РАЗВИТИЯ ОБУЧАЕМОСТИ

Шевченко Н. И., Меньшикова Т. В. (*г. Калининград, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота, кафедра «Информатика и ИТ», nil4325@yandex.ru*)

The article presents the didactic recommendations on the organization of the learning process of students taking into account the levels of learning. Educability is defined as the empirical characteristic of individual possibilities of students to mastering of the educational information, to performance of educational activity, including to teaching material storing, the decision of problems, performance of various types of educational control and self-checking.

Для формирования современного научного мировоззрения студента изучение информатики как фундаментальной науки имеет исключительно большое значение. Она оказывает влияние на другие области научных исследований, передавая им свою методологию, главными достижениями которой сегодня следует считать методологию информационного моделирования, а также информационный подход к анализу различных объектов, процессов и явлений в природе и обществе.

Научные методы информатики, а также информационный подход как фундаментальный метод научного познания, открывают сегодня принципиально новые возможности для изучения живой и неживой природы, человеческого общества и самого человека. Поэтому в настоящее время информатика квалифицируется как такая же самостоятельная отрасль науки, как математика, физика, химия, биология и другие фундаментальные науки.

Курс информатики в высшем учебном заведении является логическим продолжением формирования основ информационной культуры, информационной компетенции, заложенной в среднем образовании.

Целью входного контроля студентов (курсантов) первого курса является проверка базовых знаний и умений, предусмотренных примерной программой по информатике и информационным технологиям для среднего (полного) общего образования. Задания входного контроля имеют базовый уровень сложности (в тестах отсутствуют задания повышенного и высокого уровня), т.е. студенты должны только понимать смысл изучаемых понятий, принципов и закономерностей. Анализ результатов входного контроля по информатике (Диаграмма 1, 2) показывает, что более половины студентов имеют слабый уровень подготов-

ки, и только 35% студентов понимают смысл понятий, изучаемых в средней общеобразовательной школе.

Таким образом, возникает проблема организации процесса обучения в группах студентов, имеющих различный уровень подготовки.

Диаграмма 1. Оценки входного контроля курсантов 1 курса дневной формы обучения обычной и ускоренной подготовки в высшем учебном заведении.

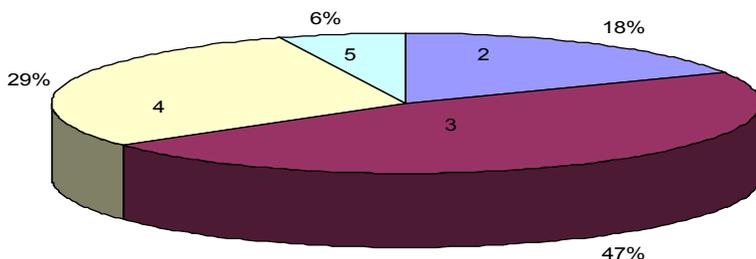
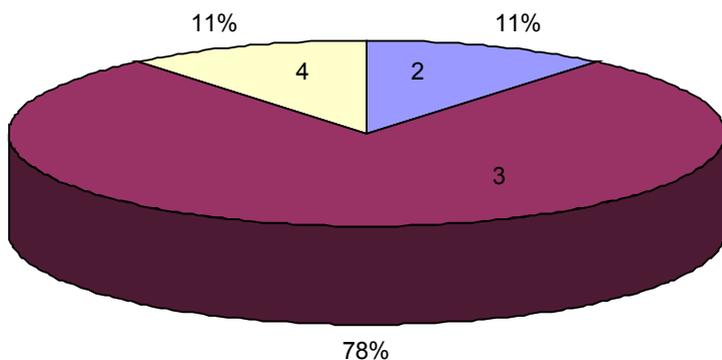


Диаграмма 2. Оценки входного контроля курсантов 1 курса дневной формы в среднем специальном учебном заведении.



Активный процесс информатизации как среднего так и высшего образования (процесс трансформации содержания, методов и организационных форм учебной работы, обеспечивающий подготовку студентов к жизни в условиях информационного общества) ставит перед педагогами задачу разработки таких технологий обучения, которые бы обеспечили не только передачу накопленного потенциала знаний и умений, но, прежде всего, развитие у студентов способностей, позволяющих

активно овладевать этими знаниями. Исследования показали (З.И. Калмыкова, А.К. Маркова), что низкий уровень развития обучаемости не позволяет достичь желаемого результата в обучении. Необходимы технологии обучения, которые способствовали бы развитию способности к усвоению знаний и способов учебной деятельности, познавательного интереса к предмету, формированию навыков самостоятельной работы и давали возможность увеличить объём изучаемого материала при снижении нагрузки на студента.

Термин "обучаемость", означающий проявление общих способностей, отражающих познавательную активность субъекта и его возможности к усвоению новых знаний, действий, сложных форм деятельности, рассматривали Б.Г. Ананьев, С.Л. Рубинштейн, З.И. Калмыкова, Н.А. Менчинская.

Как показал анализ психологической литературы, существует несколько различных взглядов на обучаемость. Обучаемость рассматривается как диагностическая характеристика, где за основу взято продуктивное мышление (З.И. Калмыкова, Н.А. Менчинская, и др.); как характеристика, включающая особенности мыслительной деятельности и мотивации (А.К. Маркова, Г. Клаус и др.); как эмпирическая характеристика, состоящая из познавательной деятельности, особенностей личности студента и его отношения к учебному материалу, коллективу, преподавателю (В.В. Давыдов, Б.Г. Мещеряков, И.П. Подласый, Е.Д. Хомская). Эти подходы непротиворечивы и могут органично взаимодействовать.

Часто обучаемость соотносится с обученностью как результат предыдущего обучения (то есть совокупности всех характеристик психического развития – психических новообразований в процессе познавательной деятельности). В свою очередь, обученность может быть сопоставлена с зоной актуального развития, а обучаемость – с зоной ближайшего развития (А.К. Маркова, И.А. Зимняя).

В данной статье **обучаемость** определяется как эмпирическая характеристика индивидуальных возможностей студентов к усвоению учебной информации, к выполнению учебной деятельности, в том числе к запоминанию учебного материала, решению задач, выполнению различных типов учебного контроля и самоконтроля. Обучаемость - это совокупность интеллектуальных свойств (обобщённость, осознанность, гибкость, устойчивость, самостоятельность), от которых зависит продуктивность учебной деятельности.

Высокий уровень развития обучаемости составляют студенты, самостоятельно выделяющие все существенные признаки, владеющие анализом, соотносящие верно частные и общие признаки, имеющие

правильные суждения, как по содержанию, так и по форме. Для них характерны высокая активность, самостоятельность ума, стремление к интеллектуальному напряжению, к преодолению трудностей, лёгкость, быстрота и высокий уровень обобщения, лёгкость выделения смысловых опор. Глубина ума сочетается с гибкостью: они избегают шаблона, стараются варьировать способы решения задач, их не затрудняет переход от решения задач одного типа к другому. Студентов этой группы характеризует высокая осознанность мыслительной деятельности.

На среднем уровне находятся студенты, которым свойственна тенденция в мыслительной деятельности к рядоположенности частных и общих признаков при условии легкого перехода к пониманию их соподчиненности; студенты могут выделять искомую закономерность самостоятельно; с некоторым трудом оперирующие терминологией. По результатам тестирования это наибольшая по численности группа студентов.

Пониженный уровень развития обучаемости характерен для студентов, которые при неумении самостоятельно установить закономерность, все же способны использовать помощь; в их речи преобладают вспомогательные и балластные суждения, причем речь у них не развита; значительны трудности во владении терминологией. Они выделяют в качестве существенных первые попавшиеся признаки, яркие детали. Для них характерно смешение понятий, трудность в формировании содержательных обобщений, формализм в усвоении знаний, инертность, подражательность, умственная пассивность.

Одним из средств развития обучаемости является специальное формирование обобщенных приемов умственной деятельности (алгоритмического и эвристического типов), а так же специальная организация мнемической деятельности, обеспечивающая прочность усваиваемых знаний и их готовность к актуализации при решении проблем.

Существующее педагогическое знание о развитии обучаемости дает возможным представить общедидактические рекомендации по организации процесса обучения студентов с учетом уровней развития обучаемости.

Для студентов с высокой обучаемостью оптимально обучение, предъявляющее к ним высокие требования (и по содержанию, и по методам), которые соответствуют их большим потенциальным возможностям. Излишняя детализация, длительные тренировки на однотипных заданиях вызывают у них отрицательную реакцию. Более благоприятным для них является закрепление знаний в процессе выполнения заданий большей трудности, оперирование новыми знаниями в усложнённых условиях, предполагающих видоизменение известных им действий.

Отсутствие таких условий ведёт к отрицательным последствиям, связанным с понижением интереса к учению.

Для того, чтобы студенты с пониженной обучаемостью усвоили программный материал, им нужны гораздо более развёрнутое объяснение с опорой на наглядность, выполнение большего количества упражнений с медленно повышающейся трудностью, многократный возврат к уже изученному. Особое внимание в работе должно быть уделено формированию рациональных приёмов умственной деятельности, правильной самооценки. Такие студенты требуют повышенного внимания со стороны преподавателей, разработки методических рекомендаций с пошаговым анализом к выполнению практических заданий.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ФИЗИЧЕСКОМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ У УЧАЩЕЙСЯ МОЛОДЕЖИ КАК СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Адеев С. А. (*г. Коломна, Московская академия экономики и права (Коломенский филиал), кафедра гуманитарных дисциплин, sa-deev@mail.ru*)

The urgency of the problem of formation of the needs of young people in physical perfection is an objective necessity as in the process of life, and in the process of development of physical culture of the person. Physical activity is the source of active activity of the students in the field of development of values of physical culture, aimed not only on the physical development, preservation and strengthening of health, but also on the formation and satisfaction of basic needs, such as intellectual, moral, aesthetic, communication in the process of collaboration, creativity, active rest.

Возрастающая роль и значимость социальной функции физической культуры и спорта, их взаимосвязь с воспитательной системой учащейся молодежи в новых социально-экономических условиях находят все большее отражение в законодательных актах и документах, касающихся организации и постановки учебно-воспитательного процесса в учебных заведениях различного уровня и типа.

Важность и актуальность решения рассматриваемой проблемы заключается в том, что потребность у молодежи в физическом совершенствовании является объективной необходимостью как в процессе жизнедеятельности, так и в процессе формирования физической культуры личности, выступая источником их активной деятельности в области освоения ценностей физической культуры, направленной не только на физическое развитие,

сохранение и укрепление здоровья, но и на формирование и удовлетворение таких фундаментальных потребностей, как интеллектуальные, нравственные, эстетические, общение в процессе коллективной деятельности, творчество, активный отдых и восстановление.

Физической культуре на современном этапе, как социальному явлению, присуще наличие противоречия между высоким уровнем общественной необходимости и значимости в физическом совершенствовании подрастающего поколения и недостаточностью включенности их в освоение всех компонентов физической культуры. Данные многочисленных исследований, проведенных в различных регионах страны, показывают, что значительная часть молодежи не занимается никакими видами двигательной активности, не использует богатый арсенал физической культуры в подготовке к предстоящей профессиональной деятельности.

Социально-педагогические исследования, проведенные в вузах России (в том числе в вузах г. Мурманска), подтвердили низкую степень вовлеченности студентов в активные физкультурно-оздоровительные мероприятия. Средства физической культуры и спорта являются реальными компонентами образа жизни лишь у 31% опрошенных студентов, при этом лишь 13% из данной группы тратят на занятия физической культурой не менее 6 часов в неделю. В то же время прослеживается динамика снижения уровня физической подготовленности от курса к курсу, наблюдаются изменения в иерархии мотивов к занятиям физической культурой и т.д. Причем недостаточная активность в освоении молодежи ценностей физической культуры наблюдается на фоне повышения вербального интереса к зрелищности спорта и понимания социальной значимости и ценности занятий физической культуры и спорта. Причина данного сложившегося положения может быть связана с неразработанностью вопросов формирования и развития потребности у учащейся молодежи в физическом совершенствовании и самосовершенствовании, которые детерминируют ее активность в сфере физкультурно-спортивной деятельности.

Конкретизируя результаты, полученные в исследовании, можно определить структуру факторов и пути, способствующие активному формированию потребности в физическом совершенствовании и вовлечению в физкультурно-спортивную деятельность. Формирование потребности в активных занятиях физическими упражнениями – управляемый процесс, включающий в себя решение педагогических, учебно-воспитательных, организационно-управленческих задач, т.к. даже достаточно продолжительные и интенсивные занятия физическими упраж-

нениями сами по себе не обеспечивают формирования должной и устойчивой потребности в физическом совершенствовании.

Наиболее значимыми факторами являются общий уровень культуры, отношение к физической культуре, престижность и популярность занятий физическими упражнениями в учебном заведении, осознание социальной значимости активными занятиями различными системами двигательной деятельности, наличие материально-технических условий для качественной организации не только учебного процесса, но и внеучебных самостоятельных занятий.

В качестве путей формирования потребности у молодежи потребности в физическом совершенствовании можно рассматривать следующие:

- координация деятельности в области физической культуры на всех структурных уровнях учебного заведения;
- преодоление негативных явлений, характерных для современной молодежи – пассивная жизненная позиция, недостаточный уровень общей культуры;
- формирование общественного мнения о ценности физической культуры как признака высокой духовной культуры;
- организация широкомасштабных акций, направленных на популяризацию здорового образа жизни и борьбу с вредными привычками;
- широкое применение в практике учебных занятий передовых методик, направленных на раскрытие внутреннего физкультурного потенциала учащихся, применение на занятиях индивидуального и дифференцированного подходов;
- расширение в рамках учебных заведений сети спортивных секций, пользующихся у учащейся молодежи повышенным интересом.

Представленный материал раскрывает лишь скрытые резервы и возможности, а также направления деятельности, позволяющие активизировать процесс формирования потребности у учащейся молодежи в физкультурном совершенствовании.

ПОДГОТОВКА ШКОЛЬНИКОВ И СТУДЕНТОВ К УЧАСТИЮ В БИЗНЕС-ПРОЦЕССАХ

Веревкин В. И. (г. Калининград, Балтийская государственная академия Рыбного промыслового Флота, кафедра технологии материаловедения и судоремонта)

Веревкина Н. Н. (г. Новокузнецк, Кузбасская государственная педагогическая академия, кафедра экономики), verevkinvi@mail.ru)

The Background idea persisting work consists in need of the change the paradigm of preparation whole youth country to participation in business-process. As follows, in subservience of the whole process of preparation to education search procedure findings of the rational decision of the real economic problems.

В условиях вузовской и общеобразовательной подготовки юношей и девушек учат, главным образом, аналитическому детерминированному решению различного рода задач. В тоже время главная особенность экономических задач состоит в том, что их практически невозможно решить точными методами. Для эффективного участия в бизнес-процессах нашей молодежи необходимо овладеть совершенно другими – эвристическими поисковыми методами нахождения решения. Причем, в отличие от аналитических методов, эвристические поисковые процедуры требуют переноса акцента обучения в практическую плоскость. Основополагающая идея настоящей работы состоит в необходимости смены парадигмы подготовки всей молодежи страны к участию в бизнес-процессах. А именно, в подчинении всего процесса подготовки обучению поисковым процедурам нахождения рационального решения реальных экономических задач.

В качестве базового метода решения экономических задач предложен инновационный метод натурно-модельного управления (другие названия – естественно-модельное, управление с имитацией и др.). Суть его состоит в предварительном поиске и отработке решения на моделях с последующей его реализацией в реальной системе управления. Основное внимание уделено созданию высокотехнологичного обучающего комплекса, реализующего этот метод. При его использовании многократно облегчается овладение обучающимися поисковыми процедурами решения экономических задач без ограничений на возможные негативные последствия от неправильно назначенных в ходе поиска управлений. Одновременно разрабатывались средства избавления молодого человека от синдрома обученной беспомощности и пути прivityтия ему поискового поведения.

В.В. Быков и А. Парамонов считают, что «задача предпринимательской подготовки школьников заключается в создании инициативной детско-взрослой общности, которая занимается проектированием и осуществлением совместной деятельности предпринимательского свойства», а педагогический смысл предпринимательской подготовки обучающихся состоит в том, чтобы «помочь им стать успешными в жизни. Ведущими в структуре предпринимательских способностей, по

их мнению, становятся интеллектуальная рефлексия, стремление к осуществлению на практике того, что сконструировано в идеальном плане, лидерство, обдуманный риск» [1, с. 204].

Широко распространенной формой развития предпринимательских качеств у обучающихся являются школьные и студенческие компании. Так школьная компания – это учебный практикум по прикладной экономике и технологии для обучающихся старших классов общеобразовательных школ, лицеев и колледжей. Цель практикума – дать возможность школьникам в ходе учебного процесса получить практический опыт в области предпринимательства и технологии, участвуя в создании и управлении школьным предприятием – школьной компанией.

Умение оперировать логическими операциями (сравнение, обобщение, анализ, синтез, и др.) и специальными приемами, приводящими к получению новых знаний в области экономических (по существу – общественных) отношений будем рассматривать как экономическое мышление.

Обобщим специфические особенности экономического мышления:

1) оно является обобщенным и опосредованным познанием действительности, выражающееся в конкретизации структуры мыслительной деятельности, особенностях ее процесса, в выработке метода синтеза информативных признаков экономических ситуаций, в определенной направленности алгоритмов мышления;

2) главное направление экономической науки состоит в системном согласовании, координации общественной деятельности;

3) сложное вычленение исследуемой системы из общего многообразия общественных связей. Другими словами, связей данной системы с другими системами. В отличие от технических систем, полностью освободиться от связей здесь практически невозможно. Главной причиной этого феномена является высокая теснота связей между экономическими системами;

4) экономическое мышление должно быть адекватно специфическим особенностям экономических процессов. В частности, как результат п.3, необходимо мыслить условными категориями, что делает область решений невообразимо большой, а значит – сложной, высокочувствительной для анализа. Другим следствием условности выявляемых закономерностей является тот факт, что логика рассуждений в одной подобласти решений может быть категорически не применима в другой;

5) координацией функционирования систем занимается теория расписаний (упорядочения). Реальные схемы связей систем носят сложный гибридный характер. Теория расписаний для гибридных схем свя-

зей систем в настоящее время не позволяет найти оптимального решения даже в простейших случаях;

б) основным аппаратом теории расписаний является комбинаторика. То есть, большинство решений в экономических системах формируется на основе теории игр путем назначения управлений – выборов на каждом этапе управляемой операции. Из теории же известно, что современный компьютер может найти оптимальное решение путем перебора выборов в числе, не превышающем 12-13 штук. Поскольку число реальных выборов обычно превышает указанное ограничение, то строгое формализованное решение данной задачи следует признать практически невозможным.

Проведенный анализ особенностей формирования решений участниками рынка создает условия для выстраивания стратегии экономического мышления. Укажем несколько наиболее важных, на наш взгляд, компонент данной стратегии.

1. В связи с ограниченностью использования аналитических методов, для решения экономических задач следует, прежде всего, использовать приближенные методы. Среди них основное внимание уделять эффективным поисковым процедурам.

2. В условиях приближенного поиска решения экономической задачи при выборе критерия следует уделять повышенное внимание учету ее размерности и реально достижимой точности.

3. Для удовлетворительного решения экономической задачи следует пользоваться условными категориями. В связи с условным характером решений, их перенос на существенно иные условия, как правило, оказывается неприемлемым и, в любом случае, требует дополнительно обоснования.

4. Условный характер решений обуславливает требование жесткого контроля исходных условий задачи.

5. В условиях явной нелинейности области решений для практического поиска рационального пути выхода из технико-экономической ситуации (ТЭС) можно рекомендовать методы вариантники. В частности, на основе предварительного создания базы знаний о рациональных путях выхода из ТЭС по данным ретроспективного анализа ранее реализованных решений. Последующее отнесение ТЭС в определенный класс ситуаций позволяет находить по накопленной базе данных соответствующее классу ситуаций рациональное решение.

В дальнейшем компоненты разработанной нами стратегии экономического мышления использовались в обучающем комплексе. Деловую игру мы дополняли функциями поиска на уже заложенной в нее модели объекта некоторых рациональных управляющих воздействий,

позволяющих при их реализации на объекте улучшить в недалеком будущем состояние этого объекта. То есть, за счет формирования управляющего воздействия и его реализации на объекте можно направить развитие технико-экономической ситуации в нужную сторону. В такой модификации деловая игра начинает выполнять принципиально другие функции. Она включается в состав органа управления информационной системы управления. И конкретно, деловая игра в составе органа управления исполняет роль системы поддержки принятия решения. И ее решения направлены на действия в отношении реального объекта.

В ходе проведенной нами опытно-экспериментальной работы было выявлено, что эффективное формирование обучающей среды на базе ученической компании возможно при выполнении следующих рекомендаций:

1. Усовершенствование методики внедрения школьных или студенческих компаний:

а) путем привлечения к руководству компаниями: руководителей научной работой обучающихся, учителей экономики, предпринимательства, технологии, информатики и физики. Привлечение экономистов способствует осуществлению грамотной экономической политики руководством компании: оказывает помощь в грамотном составлении бизнес-плана; оперативно консультирует членов компании, помогает в принятии продуманных решений на фондовом и товарном рынках. Педагоги-технологи контролируют технические аспекты производства товаров и/или предоставления услуг. При необходимости, для повышения конкурентоспособности товаров и/или услуг, могут привлекаться и более узкие специалисты;

б) включением часов, затраченных на руководство и консультации учителями, в учебную нагрузку, что позволяет стимулировать педагогов-наставников и обеспечивает материальную и моральную заинтересованность педагогических кадров в непростом деле введения школьных и студенческих компаний в процесс обучения;

2. Стимулирование деятельности учеников получением ощутимых прибылей и зачитывание результатов успешной деятельности компании в качестве учебного практикума по экономике и смежным предметам [2, с. 42].

3. Стремление к максимальному использованию возможностей учеников, привлечение в качестве соисполнителей работников со стороны, и в том числе – бизнес-консультантов [2, с. 41-42].

4. Внедрение в рамках школьных и студенческих компаний системы неоплачиваемых дублеров и стажеров, позволяющей «подтягивать» обучающихся младших классов к уровню старших. Это позволяет

сократить время вхождения в рабочий ритм в очередной раз созданной компании, сохранить и приумножить ценный опыт предыдущих компаний [2, с. 23-24].

5. Передача учащимся основных функций по целенаправленной самостоятельности, определяющих их самоопределение. При этом обучающиеся сами руководят своей деятельностью. Им отводится роль ведущего элемента образовательного процесса.

6. Усиление функции личного целеполагания, что коренным образом меняет мотивы подготовки, существенно улучшая и получаемые в результате заинтересованного обучения образовательные продукты. Возрождается мотивационный потенциал обучающихся. Процесс подготовки исходит из внутренних потребностей обучающегося. С передачей основных функций самоопределения старшеклассникам, создаются условия для самоорганизации, самоуправления и саморегуляции их деятельности.

7. Стимулирование самостоятельности в принятии решения в реальной ситуации. Это отлично от традиционной методики обучения. Обучающийся может целесообразно изменять, адаптировать свою деятельность к изменяющимся внешним и внутренним условиям. Это обстоятельство придает образовательной среде высокую степень демократизма и свободы деятельности всех участников образовательного процесса.

8. Укрепление осознанной потребности, необходимости обучения, в связи с невозможностью производства обучающимися высококачественной продукции без интенсивного обучения вполне определенным видам деятельности. Знание является средством для достижения цели продуктивной деятельности. В отличие от традиционной школы, задания в явной форме обучающимся не даются: обучающиеся сами ставят задания перед собой, выделяют этапы их решения, и на этой основе решают проблему.

9. Побуждение и привитие юношам и девушкам добровольного и самостоятельного формирования ориентировочной основы действия, носящей общий характер. Центральным звеном последовательности типов ведущих видов деятельности рассматривается деятельность учебная, а не учебно-профессиональная. Профессиональные компетенции важны, главным образом, для данной или же смежных профессий. Устойчиво и правильно сформированная ориентировочная основа действий позволяет добывать знания, умения и навыки (ЗУНы) самими обучающимися самостоятельно для любых условий. Последняя особенность имеет наибольшую стратегическую значимость в предстоящей самостоятельной деятельности молодого человека.

10. Предоставление обучающимся возможности самостоятельно осознанного выбора решений из большого числа альтернатив. Это формирует у них экономический образ мышления и принуждает к самостоятельному синтезу алгоритма оптимального поиска решения. Обучение в этом случае протекает в направлении не от теории к практике, а, наоборот – от практики к теории, что, согласуется с опытом естественного, органичного с природой направления познания действительности.

11. Нацеливание молодых людей на получение определенной профессии.

12. Перевод индивидуума в расширенное социальное поле. Знакомство с различными сферами деятельности, узнавание себя, вскрытие своих интересов и способностей, вхождение в реальный мир, адаптация к его условиям. Использование принципов продуктивного обучения – как при создании обучающей среды, так и на этапе практической реализации.

13. Ориентация процесса обучения на неформальную заинтересованность обучающегося в результатах своей деятельности, учитывая творческий характер обучения, его высокую динамику, оперативность всей деятельности, эйфорию азарта от самостоятельного освоения нового, быстрого проявления результата, остроты и конфликтности ситуаций.

14. Моральное стимулирование деятельности каждого члена коллектива в интересах общества, его самоутверждение. Кто лучше работает, тот и в почете. Имеет место поднятие престижа такого учащегося в глазах коллег, завоевывание в коллективе более высокого социального статуса.

15. Осознанное включение молодых людей в процесс обучения. Достаточно сложные задачи реального производства обостряют противоречие между необходимостью политехнических знаний и ограниченными возможностями, как самого индивидуума, так и обучающей системы, вынуждает школьника и студента пополнять свои знания за счет увеличения объема самостоятельной работы, расширяя тем самым круг своих интересов.

16. Демократичный выбор сферы деятельности. В ходе продуктивного обучения молодые люди вовлекаются в те сферы деятельности, которые они сами и выбирают.

17. Взаимодействие по ряду позиций образовательной деятельности обучающихся и педагогов как партнеров.

18. Рациональное сочетание индивидуальных и коллективных форм обучения. Индивидуализацией – учетом в процессе обучения индивидуальных особенностей обучающихся. Дифференциацией – группировкой обучающихся на основании выделения у них общих склонностей и способностей.

Литература:

1 **Быков, В. В.** Экономические предпосылки предпринимательской подготовки подростков и молодежи [Текст] / В.В. Быков, А. Парамонов. // Народное образование. – 2001. – № 10 – С. 202-204.

2 **Веревкин, В. И.** Повышение эффективности комплексно-целевого экономического практикума учащихся с участием школьных компаний [Текст] / В.И. Веревкин, Н.Н. Веревкина, А.А. Кошелев. – В сб. материалов межвузовской научно-практической конференции «Проблемы экономики и преподавания экономических дисциплин в современном вузе. – Новокузнецк: КузГПА, 2005. – С. 18-25.

ИНТЕРПРЕТАЦИОННЫЕ ПРОБЛЕМЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ В КУРСАХ «ОБЩАЯ ФИЗИКА» И «КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»

Власова С. В. (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, каф. физики, vlasovasv@aspol.ru)

Abstract. The need and possibility consideration of interpretative problems quantum mechanics for teaching of students technical and social-humanitarian directions and professions is shown in the article. Discourse deals with collapse of wave function and many-worlds interpretation quantum mechanics.

Формализм квантовой механики (КМ) с момента её создания в конце 20-х годов XX века практически не изменился и никогда серьёзно не оспаривался теоретически или экспериментально. В то же самое время вопросы о смысле математических законов и процедур КМ и стоящей за ними реальности обсуждались с самого её зарождения и продолжают обсуждаться до настоящего времени. Интерпретационные проблемы квантовой механики не вносились в курсы общей физики высшего профессионального технического образования и не были отражены в соответствующих учебниках (за исключением профессионального физического образования), поскольку эти проблемы представлялись лежащими за пределами массового обучения. В последние годы интерес физиков к проблеме интерпретации КМ значительно вырос, что связано, помимо прочего, с совершенствованием экспериментальной техники до такого уровня, который позволяет реально выполнить классические мысленные эксперименты. Другие причины роста интереса физиков к проблеме интерпретации КМ достаточно подробно рассмотрены М. Б. Менским [3].

Сегодня в научной литературе активно обсуждается многомировая интерпретация КМ. Сложилась ситуация, когда многомировая интерпретация вышла за пределы науки и проникла в культуру. На этом фоне в популярной литературе наблюдаются искажения того, что предполагает физика, в рамках своих возможностей, обращаясь к многомировой интерпретации. Учитывая это, в настоящее время целесообразно было бы рассматривать интерпретационные проблемы КМ в рамках не только курса общей физики технических вузов, но и в курсе «Концепции современного естествознания» социально-гуманитарных направлений. Существуют и другие причины введения интерпретационных проблем КМ в обучение указанных выше направлений. Современная научная картина мира (квантово-релятивистская) и современная физика опирается на две фундаментальные научные теории – квантовую механику и теорию относительности. Формирование представлений обучающихся о современной естественнонаучной картине мира невозможно представить без знакомства хотя бы с основными идеями этих теорий. И с этой точки зрения именно интерпретационные проблемы, а не конкретные задачи квантовой механики, представляются важными для расширения представлений обучающихся о том, каким образом вводится в науку новое знание, как может оно определённое время сосуществовать с предыдущим научным знанием, и в каком случае происходит замена предшествующих теоретических концепций на новые.

Автор работы рассматривает наиболее значимые интерпретационные проблемы КМ, на которые необходимо обратить внимание в процессе обучения при подготовке специалистов с высшим образованием.

В настоящее время существует множество интерпретаций КМ, среди которых наиболее известной является **копенгагенская интерпретация (КИ)**. Именно эта интерпретация принята большинством учёных, тем не менее, она имеет ряд нерешённых проблем. Одна из наиболее серьёзных интерпретационных проблем КИ – это проблема коллапса вектора состояния (или редукция фон Неймана)¹, происходящая в процессе измерения [5]. Её также называют «проблема измерения в квантовой механике» [4]. Согласно КИ, можно рассчитать изменение функции вероятности с течением времени и тем самым получить вероятность какого-то результата измерений в следующий момент времени. Само измерение прерывным образом изменяет функцию вероятности: оно выбирает из всех возможных событий то, которое фактически совершилось. Это изменение происходит мгновенно и не описывается

¹ Также используется термин «редукция волнового пакета» [6].

уравнением Шредингера. Редукция состояния входит в квантовую механику как один из постулатов, это часть её формализма.

С другой стороны, объект, измерительный прибор и наблюдатель составляют физическую систему, для описания которой должно быть применено уравнение Шредингера, в рамках которого нет места редукции состояния. Возникают вопросы: почему в измерительной системе, и в каком её звене, уравнение Шредингера перестаёт быть справедливым и осуществляется редукция состояния? Физики, которые полагают, что уравнение Шредингера должно быть справедливым всегда, в том числе и в процессе измерения, для ответа на поставленные выше вопросы, опираются на концепцию Х. Эверетта, предложенную ещё в 50-х годах XX века. Позднее, после работ Уиллера и Де Витта, эта интерпретация получила название **многомировой интерпретации** (many-worlds interpretation).

Исходной точкой, послужившей возникновению многомировой интерпретации квантовой механики (ММИ), явилась статья Х. Эверетта, вышедшая в 1957 г. В ней Х. Эверетт подчёркивал, что цель его работы – не вступать в противоречие с обычной формулировкой квантовой теории, а в том, чтобы предложить более общую формулировку, из которой может быть выведена обычная интерпретация. Эта общая формулировка выступает как метатеория по отношению к обычной интерпретации (подразумевается КИ), причём новая теория позволяет определить область применимости старой теории. Вполне естественно, что в новой теории опущены старые постулаты, связанные с измерением. Поводом для разработки новой теории послужила идея, что в своей обычной формулировке КМ не пригодна для систем, которые не являются объектом внешнего наблюдения, например, замкнутая вселенная (а также некоторые другие нерешенные проблемы КМ, которые мы здесь не рассматриваем). В этом случае нет возможности встать вне системы и произвести наблюдение, т.к. формализм обычного подхода опирается на понятие внешнего наблюдения. Для решения такой задачи необходима квантовая механика, которая является внутренней по отношению к замкнутой системе. В теории Х. Эверетта волновая функция рассматривается как основная физическая сущность. Выдвигаются два постулата: полная математическая модель изолированной физической системы обеспечивается волновой функцией, которая всюду и всегда (подразумевается, что также и в процессе измерения) описывается линейным волновым уравнением; каждая система, которая подвергается внешнему наблюдению, может рассматриваться как часть большей изолированной системы [7].

С нашей точки зрения, в изложенных идеях нет ничего, что было бы невозможно воспринять студенту, получающему высшее образование, как технического, так и социально-гуманитарного профиля. Детали

концепции Х. Эверетта, учитывая нехватку учебного времени и недостаточную математическую подготовленность студентов, можно не рассматривать. Но важно обратиться к результатам, к которым он пришёл, опираясь на вышеизложенные предпосылки. Х. Эверетт смог дать обоснование стандартной процедуры измерения КМ, объяснив, почему в каждом отдельном измерении наблюдатель полагает, что он фиксирует какое-либо собственное значение измеряемой величины. Очень важно то, что модель Х. Эверетта приводит к вероятностной трактовке без каких бы то ни было начальных вероятностных предположений в самой квантово-механической системе. Также важно и то, что процесс измерения не сопровождается коллапсом волновой функции. Кроме того, фиктивные парадоксы типа Эйнштейна-Подольского-Розена [6], касающиеся коррелированных невзаимодействующих систем, легко исследуются и разъясняются в предложенной модели.

Есть и ещё один аспект рассматриваемой модели, не нашедший отражения в основном тексте, но помещённый в «сноски и примечания» к статье 1957 г. Х. Эверетт пишет: «При обсуждении препринта статьи некоторые корреспонденты подняли вопрос “перехода от возможного к действительному”, утверждая, что “в действительности” – как свидетельствует наш опыт – нет никакого расщепления состояний наблюдателей, поскольку всегда только одна ветвь может существовать фактически». Ответ Х. Эверетта ясен и лаконичен: «С точки зрения теории все элементы суперпозиции (все “ветви”) являются действительными». Т.о., ни один из элементов суперпозиции не более реален, чем другие, все они подчиняются волновому уравнению «с полным безразличием к присутствию или отсутствию (“реальности” или нет)». Х. Эверетт добавляет: «Это полное отсутствие влияния одной ветви на другую также подразумевает, что никакой наблюдатель никогда не будет знать ни о каком процессе “расщепления”» [7]. Именно последняя тема, рассмотренная в примечаниях к статье, по нашему мнению, и послужила базой для возникновения ММИ квантовой механики. Следует отметить, что хотя в публикации 1957 г. Х. Эверетт был очень корректен, оценивая КИ (учитывая определённые обстоятельства), годом позже, не будучи связан этими обстоятельствами, в ответ на критику его идей, он высказывался достаточно резко: «Копенгагенская интерпретация безнадежно неполна, так как она априори опирается на классическую физику... Кроме того, со своей концепцией “реальности” макроскопического мира и отказом в таковой миру микрокосмоса она чудовищна в философском отношении» (цит. по [1]).

Как отнеслась научная общественность к теории Х. Эверетта? Вначале достаточно холодно и даже агрессивно. Например, Н. Бор, мно-

го сил потративший на адекватную интерпретацию процедур квантовой механики, не поддержал подхода Х. Эверетта. Существует мнение, что причина прохладного отношения Н. Бора к новой модели коренится в том, что эвереттовский вариант КМ не нуждается в принципе дополнителности [2], который был специально введён Н. Бором для разрешения интерпретационных проблем квантовой механики, а затем обобщён как общеприкладной принцип. Через некоторое время ситуация изменилась. Спустя примерно 10 лет, Де Витт опубликовал статью, в которой ввёл универсальную волновую функцию, удовлетворяющую квантовой теории гравитации, отметив при этом, что именно Х. Эверетт продемонстрировал необходимость такого подхода. Один из пионеров теории декогерентности Войцех Зюрек (Woicich Zurek) отмечает: «Достижение Эверетта состоит в утверждении, что квантовая теория должна быть универсальной, что не должно быть разделения Вселенной на нечто априори классическое и нечто априори квантовое. Он дал нам возможность использовать квантовую теорию для описания измерения в целом» (цит. по [1]). В 1977 г. Дэвид Дойч (David Deutsch), основатель теории квантовых вычислений, сказал по поводу работы Х. Эверетта: «Он опередил своё время» (цит. по [1]). По мнению М.Б. Менского, рассмотренная выше работа Х. Эверетта, сыграла и продолжает играть главную роль на новом этапе в области исследований, связанных с интерпретацией процедуры измерения в квантовой механике [3]. Т. о., модель Х. Эверетта подразумевает квантовую реальность, как некую универсальную реальность, существующую независимо ни от какого наблюдателя. В процессе измерения наблюдатель взаимодействует с этой универсальной реальностью, получая определённую информацию о ней.

Согласно современному варианту многомировой интерпретации, редукции вектора состояния в процессе измерения не происходит, а различные возможные результаты измерений соответствуют различным классическим реальностям, или классическим мирам. «Принимается, что эти реальности, или миры, совершенно равноправны, т.е. ни одна (ни один) из них не более реальна (не более реален), чем остальные» [3]. В процессе измерения не происходит выбора одного альтернативного варианта из множества возможных (как это имеет место в КИ), а осуществляется расщепление состояния квантового мира на многие классические «реальности», или миры. Вот как этот процесс разъясняет М.Б. Менский: «Сознание наблюдателя воспринимает различные классические миры независимо друг от друга... Субъективно наблюдатель воспринимает происходящее так, будто существует лишь один классический мир, именно тот, который он видит вокруг себя. Однако, согласно концепции Эверетта, во всех альтернативных мирах имеются как бы

“двойники” этого наблюдателя, ощущения которых дают каждому из них картину того мира, в котором “живёт” именно он» [3]. Существует, как мы видим, серьёзная трудность при восприятии такого объяснения процесса измерения. Не удивительно, что даже среди физиков есть люди, которые неоднозначно воспринимают такого рода разъяснения. Например, специалист по теории струн Хуан Малдасена (Juan Maldacena) так выражает свою позицию: «Когда я думаю о теории Эверетта с точки зрения квантовой механики, она мне представляется настолько разумной, что я готов поверить в неё. В повседневной жизни я в неё не верю» (цит. по [1]).

М.Б. Менский полагает, что картина многих миров кажется более фантастичной, чем это есть на самом деле. Более того, она может вводить в заблуждение (и действительно, нередко вводит) тех, кто знакомится с ней, не имея достаточного опыта. Он советует помнить, что никаких «многих классических миров» на самом деле нет. «Есть только один мир, этот мир квантовый, и он находится в состоянии суперпозиции. Лишь каждая из компонент суперпозиции по отдельности соответствует тому, что наше сознание воспринимает как картину классического мира... Каждый классический мир представляет собой лишь одну “классическую проекцию” квантового мира. Эти различные проекции создаются сознанием наблюдателя, тогда как сам квантовый мир существует независимо от какого бы то ни было наблюдателя». По мнению М.Б. Менского, в популярной литературе и в дискуссиях по данной проблеме укоренились многие недоразумения, которые порождают неверное понимание ММИ. Он считает, что, во избежание недоразумений, следует говорить «различные компоненты суперпозиции», а не «различные классические миры». Когда используется термин «различные классические миры», возникает иллюзия, что в момент измерения один классический мир превращается в несколько миров. Ничего подобного, как с точки зрения М.Б. Менского, так и с точки зрения многих других физиков, работающих в области квантовой механики, нет в интерпретации Х. Эверетта [3].

К настоящему моменту развитие идей Х. Эверетта зашло столь далеко, что в литературе появились термины «эвереттизм» и «эвереттика». «Сегодня – утверждает Ю.А. Лебедев – «о параллельных мирах что-то слышали даже те, кто ничего и никогда не слышал ни о проблеме редукции волновой функции, ни о Хью Эверетте» [2]. Согласно Ю.А. Лебедеву, эвереттизм – это один из разделов КМ, разрабатывающий обоснование и следствия модели Эверетта, а эвереттика – общекультурный феномен, связанный с существованием параллельных миров.

В работе показана необходимость и возможность рассмотрения интерпретационных проблем КМ, связанных с коллапсом волновой

функции и введением многомировой интерпретации, в курсы «Общая физика» и «Концепции современного естествознания» для различных направлений подготовки высшего профессионального образования. Показано, что рассмотрение названных проблем расширяет возможности восприятия студентами современной научной картины мира и понимания механизма действия науки.

Литература:

1. **Берн Питер.** Множественность миров Хью Эверетта // В мире науки, №3, 2008.
2. **Лебедев Ю.А.** «Многомирие и эвереттика» // Доклад на Российском междисциплинарном Семинаре по темпорологии, 5 апреля 2005 года. Материалы размещены по адресу: http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/lebedev_doklad/
3. **Менский М.Б.** Концепция сознания в контексте квантовой механики // Успехи физических наук, 2005, №4, С.413-435.
4. **Менский М.Б.** Квантовая механика, сознание и мост между двумя культурами // Вопросы философии, 2004, №6, С.64-74.
5. **Cramer John G.** The Transactional Interpretation of Quantum Mechanics // Reviews of Modern Physics, 1986 58, 647-688.
6. **A. Einstein, B. Podolsky and N. Rozen.** Can Quantum-mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete? // Phys. Rev., 1935, vol. 47, p. 777-780. Перев. А.Г. Любиной под ред. В.А. Фока. // Успехи физических наук, 1936, вып. 4, с.440-446.
7. **Everett Hugh.** «Relative State» Formulation of Quantum Mechanics // Reviews of Modern Physics, 1957, V.29, №3, p.454-462. Перевод Ю.А. Лебедева.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Егорова Г. Н., Кислякова Т. В., Дерканосова А. А. (г. Воронеж, Воронежская государственная технологическая академия, кафедра начертательной геометрии и инженерной графики, egorovahp@gmail.com)

В статье рассмотрены проблемы, относящиеся к компьютерному обучению инженерной графике в техническом вузе, разработаны основные подходы, используемые в преподавании дисциплины «Компьютерная графика», предложена деловая игра, в процессе которой обучаемые усваивают профессиональные знания и умения будущей инженерной дея-

тельности, рассмотрены эффективные методы проведения практических занятий с использованием информационных технологий.

В связи с возросшими возможностями компьютерной графики появилась тенденция к расширению сферы ее применения в высшей школе. Теоретической основой формирования графических моделей является геометрическое моделирование, то есть представление информации с точки зрения геометрических свойств объекта. Новые учебные дисциплины, новые модели обучения, новые методологические алгоритмы обучения являются необходимыми условиями достижения полноты и стабильности использования информационных технологий в высшей школе. Однако бурная компьютеризация не должна сформировать мнения о ненужности графических знаний. Компьютер и его программное обеспечение являются лишь инструментом для воплощения замыслов. Главная роль принадлежит человеку. Компьютерная графика – это лишь часть графической подготовки, позволяющая расширить возможности преподавания графических дисциплин. Поэтому большее внимание необходимо уделять теоретическим основам создания чертежа, пространственному моделированию, основам проектирования, изучению ГОСТов.

Вышесказанное определяет актуальность двух взаимосвязанных проблем, относящихся к компьютерному обучению инженерной графике в техническом вузе в рамках учебной дисциплины «Компьютерная графика»: разработку основ компьютерного обучения инженерной графике с учетом целей и специфики обучения, накопленного опыта в области методики обучения в рамках традиционных технологий, дидактических возможностей компьютера, определяемых уровнем развития информационных технологий; разработку и внедрение модульных программ лекционных и практических занятий, предназначенных для формирования навыков применения информационных технологий в процессе обучения инженерной графике.

Нами в течение ряда последних лет проводились педагогические исследования в области компьютерных технологий обучения инженерной графике. При этом были разработаны основные подходы, используемые в дисциплине «Компьютерная графика»:

- сформированы основополагающие принципы с учетом целей обучения и дидактических возможностей компьютера;
- разработаны задания, с помощью которых обучение целесообразно и более эффективно;

– сформированы требования к структуре, составу, назначению компьютерных обучающих сред и методика их применения в процессе обучения.

Учебный процесс организуется с учетом значимости модулей в системе изучения студентами общепрофессиональных, специальных дисциплин и будущей профессиональной деятельности. Он проводится в оборудованных ПЭВМ аудиториях в форме практических занятий, на которых излагается и необходимый теоретический материал. Использование КОМПАС–ГРАФИК на кафедре начертательной геометрии и инженерной графики в дисциплине «Компьютерная графика» позволяет привить студентам основные навыки компьютерного проектирования, а дальнейшее их совершенствование на старших курсах, в ходе изучения специальных дисциплин, курсового и дипломного проектирования, позволяет выпускать специалистов, способных к творческому и эффективному труду на производстве. Необходимо отметить и то, что работа с графическими редакторами неизбежно повышает общую компьютерную грамотность студента, которая в настоящее время является одним из признаков образованного человека.

В связи с компьютеризацией обучения и практической значимостью модуля «Сборочный чертеж» для выполнения профессиональных задач и конечной цели обучения готовности специалиста к проектной деятельности нами разработана авторская программа курса «Компьютерная графика», основанная на деятельностном и контекстном подходах к проектированию педагогических технологий. В программу курса заложена деловая игра «Последовательность выполнения сборочного чертежа». Проведение деловой игры предполагает индивидуальный подход и помогает выявить и раскрыть способности каждого участника игры. Группа студентов рассматривается как творческий коллектив, где выделяется лидер условно «начальник конструкторского бюро (КБ)». Коллективу выдается техническое задание на разработку сборочной единицы. Каждый студент группы выполняет в едином масштабе рабочий чертеж детали, входящей в сборочную единицу. Контроль, компоновку деталей в сборочную единицу осуществляет «начальник КБ», тем самым проверяя правильность выполнения чертежей каждым студентом группы. Номера позиций деталей, размеры на сборочной единице и спецификация составляется всеми участниками творческого коллектива. Экспертная группа из нескольких преподавателей кафедры определяет лучшие разработки и коллективы. В процессе деловой игры обучаемые усваивают профессиональные знания и умения будущей инженерной деятельности.

Для реализации деловой игры в процессе обучения программой курса предусмотрено изучение приемов: работы в графическом редакторе, выполнения чертежей деталей типа валов, резьбовых соединений и оригинальных деталей различных конструкций.

Из различных видов занятий при изучении дисциплины «Компьютерная графика» нами особо были выделены практические (аудиторные) занятия студентов в компьютерном классе кафедры, рассчитанном на 15 посадочных мест. Экспериментальные исследования и педагогическая практика показывают, что при работе в малых по численности группах усиливаются факторы взаимного контроля, мотивации взаимной интеллектуальной активности, осознание необходимости изучения учебного материала. На этих занятиях студенты прорабатывают необходимый теоретический материал дисциплины, на них происходит его закрепление путем выдачи преподавателем индивидуальных заданий каждому студенту с контролем степени усвоения материала и оценкой качества выполнения задания. Темп работы студента по освоению команд и приемов работы над заданием зависит от затраченного времени, уровня его компьютерной грамотности, знания инженерной графики и информатики.

Наиболее эффективным методом в преподавании компьютерной графики является метод непосредственного показа выполнения команд и приемов по созданию геометрических объектов и их редактирования, т.е. моделирования формы технического изделия. Студент должен изучить команды и приемы работы в графической среде конкретного графического пакета прикладных программ. Изучение графических примитивов, форм простых геометрических тел способствует накоплению в памяти обучающегося набора мерок и эталонов, позволяющих создавать графические модели. Умение проводить анализ и синтез, сравнение, сопоставление и перенос знаний, обобщение и систематизацию – все это развивает структуры умственной деятельности, характерные для творчества. При таком ведении практических занятий можно добиться следующего:

- все студенты активно и самостоятельно работают;
- любой студент по мере необходимости сразу же получает консультацию преподавателя;
- преподаватель во время консультации видит и анализирует трудности, которые возникают при выполнении индивидуальных заданий у большинства студентов.

Взаимодействие преподавателя и студента приобретает форму субъект-субъектного сотрудничества, реализуется личностно ориентированный подход, сохраняется и роль преподавателя в учебном процессе. Постоянный контроль и оценка действий обучаемого позволяют, как

ему – путем самоопределения, так и преподавателю, корректировать стратегию и тактику обучения, что существенно повышает результативность учебного процесса.

ИНВАРИАНТЫ КОМПЕТЕНТНОСТИ ВЫПУСКНИКА ВУЗА

Ильязова М. Д. (*г. Астрахань, Астраханский государственный технический университет, кафедра социологии психологии, iliazovamd@list.ru*)

Invariant structure of competence of the Higher School Graduate is represented as a system of compulsory components such as the instrumental base (professional knowledge, skills (qualification)), motivation base (professional aims of activity), value and sense base (professional ethics), personal-psychological base (professional abilities), conation base (mechanisms of self-regulation and realization of competency in situations of professional activity).

Принятие компетентностного подхода в качестве одного из основных направлений модернизации образования обусловило появление множества научных исследований, в которых «компетентность» и «компетенция» могут рассматриваться как способность, готовность, свойство, качество личности. Выявлено также, что компетентность / компетенция субъекта деятельности имеет потенциальную и актуальную (реализованную) стороны; обоснована представленность в структуре компетентности таких составляющих, как знания, умения, навыки, опыт, способности, система осознанной саморегуляции, мотивационный и ценностно-смысловой компоненты; при этом понятия «компетентность» и «компетенция» могут употребляться авторами как синонимичные понятия, а могут быть разведены по разным основаниям.

Полученные в этих исследованиях многочисленные данные, результаты и выводы служат решению не только многих исследовательских, но внедренческих задач. В то же время остается много проблем, затрудняющих реализацию компетентностного подхода в образовании. В рамках данной статьи мы выделим проблемы, связанные с проектировочным компонентом педагогической системы.

Первая проблема связана с терминологическим аппаратом разрабатываемых документов. Дело в том, что предложена масса трактовок ключевых понятий «компетенция» и «компетентность», однако отсутствует единое, общепринятое их определение, что создает большие труд-

ности и для образовательных заведений, и для работодателей².

Вторая проблема состоит в следующем. Вузы страны и колледжи приступили в сотрудничестве с работодателями к достраиванию профессиональных компетенций, заданных ФГОС. Масштаб этой работы огромен, поскольку каждому образовательному учреждению страны и всем им вместе нужно проанализировать множество видов деятельности. Для вузов это достаточно новый вид деятельности, который осложняется отсутствием научно обоснованной инвариантной структуры компетентности субъекта деятельности.

Представляется, что структура компетенций любой профессиональной деятельности должна составлять определенный инвариант, который обустроивается и обретает свою определенность в зависимости от сущности профессиональной деятельности по направлению подготовки будущих специалистов. Точно так же, как инвариантной структурой любого здания выступают фундамент, стены, и крыша, а все остальное зависит от функционального назначения конкретного здания и желаний его заказчика (в нашем случае – работодателя).

Термин «инвариант» широко используется в науке и обозначает нечто неизменяемое; конкретный смысл термина зависит от той предметной области, где он используется. Так, инвариант в математике - это математическое выражение, остающееся неизменным при определенных преобразованиях переменных, связанных с этим выражением, например, при переходе от одной системы координат к другой [1].

В общем случае инвариантным называют нечто неизменное, т.е. то, что не изменяется. Раз речь идет о неизменности, то должны быть и какие-то изменения, только относительно которых можно утверждать нечто как неизменное. Преобразования могут быть самые разные, и те или иные сущности могут сохраняться или не сохраняться в тех или иных преобразованиях. Для описания степени инвариантности любого объекта, претендующего на этот статус, можно использовать понятия «система отсчета», как система представления инварианта; «представление инварианта» в системе отсчета; «преобразование», которое позволяет переходить от одной системы отсчета к другой; «закон связи»

² Наиболее простые определения можно найти в словаре-справочнике, изданном осенью 2010 года Федеральным институтом развития образования (ФИРО) [4]: «компетенция (англ. competence) – способность применять знания, умения и практический опыт для успешной трудовой деятельности»; «компетентность (англ. competence, competency) – наличие у человека компетенций для успешного осуществления трудовой деятельности».

представлений инварианта в разных системах отсчета. Инвариант тем более инвариантен, чем в большем числе систем отсчета (ограничивающих условий) он дает ненулевые представления, по которым можно было бы восстановить данный инвариант. Множество систем отсчета, в которых инвариант дает определенные представления, это объем (позитив) инвариантности, который может выступать мерилом инвариантности (В.И. Моисеев [2]).

В нашем случае инвариантом может выступить особое интегральное качество личности специалиста и, соответственно, выпускника вуза (бакалавра, магистра), имеющее определенную структуру и функциональные связи между ее частями. Такой инвариант как некоторый теоретический конструкт получает свою конкретную определенность как та или иная компетенция в зависимости от выполняемых специалистом функций и решаемых им задач профессиональной деятельности.

В ходе исследования инвариантных составляющих сущности компетентности, определения их места и значения в её целостной структуре выдвинули идею о том, что компетентным является такой субъект деятельности (субъект – индивид, личность как источник активности, направленной на преобразование действительности [по 3]), который стремится к деятельности («хочет»), готов к деятельности («может») и исполняет деятельность («делает») ответственно и на высоком профессиональном уровне («хорошо»).

Составляющая «хочет» связана с мотивационной сферой личности. Мотив – совокупность внешних и (или) внутренних условий и установок, стимулирующих активность индивида и определяющих его направленность.

Сфера компетентности «может» определяется тем, обладает ли субъект необходимыми и достаточными для выполнения данного вида деятельности «инструментами» (орудиями, средствами деятельности) – знаниями, умениями, навыками, опытом деятельности (представления о том, как действовать, как применять их, внутренняя образующая действий, совершаемых во внешнем плане); есть ли у него способности к такого рода деятельности, позволяют ли его индивидуально-психологические особенности (свойства нервной системы, состояние здоровья, возрастные, половые характеристики и пр.) быстро овладевать деятельностью, выполнять её на высоком уровне и добиваться успеха (рисунок 1).

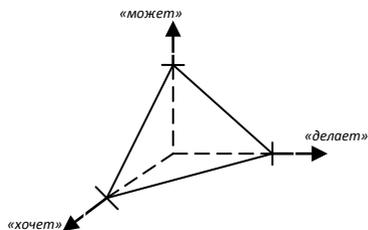


Рис.1 - Составляющие сущности компетентности субъекта деятельности – «хочет», «может», «делает хорошо»

Такая важная составляющая компетентности, как «делает» связывает воедино два аспекта активности субъекта – потенциал и его реализацию в деятельности (ситуации). Действительно, можно обладать обширными знаниями, сформированными умениями, стремиться и быть готовым к ответственному поведению, но в критической ситуации растеряться, не справиться с регуляцией своих психических процессов и состояний и не реализовать свой потенциал. С другой стороны, субъекта, имеющего сформированные механизмы саморегуляции, но не обладающего знаниями или мотивацией, также нельзя назвать компетентным.

В понятии «делает хорошо», как составляющей компетентности субъекта деятельности заключен двоякий смысл: «хорошо», значит на высоком уровне результативности, и «хорошо», значит просоциально – с осознанием социальных последствий своих действий, т.е. ответственно.

Представленные идеи были положены нами в основу разработки положений и основных категорий теории инвариантной структуры компетентности выпускника вуза, как субъекта деятельности, основное содержание которых можно представить следующим образом.

Инвариантную структуру (инвариант) компетентности образуют мотивационная, инструментальная, ценностно-смысловая, индивидуально-психологическая основы (компетенция) и конативная основа компетентности, которая представлена механизмами саморегуляции личности. Без механизмов саморегуляции, без мобилизации в определенной ситуации компетенция может так и остаться лишь потенциальной активностью, не реализоваться, и результат деятельности, успех достигнуты не будут. Именно ситуации и развитые механизмы самоуправления, саморегуляции выступают фактором, определяющим деятельность всех этих компонентов, стимулирующим компетентное поведение субъекта деятельности (рисунок 2).

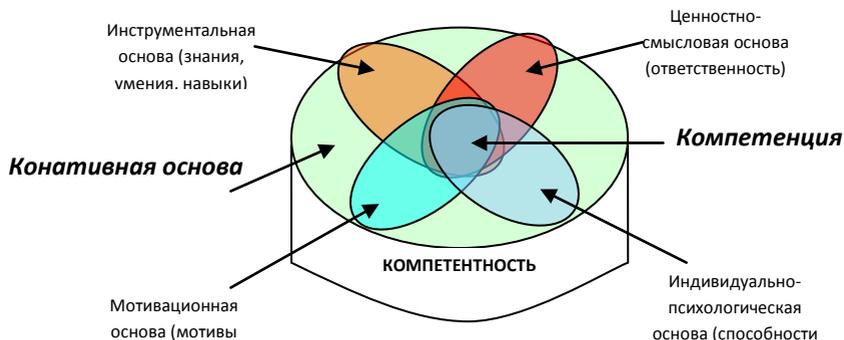


Рис. 2 – Инвариантные основы компетентности субъекта деятельности

Вернемся к определению меры инвариантности представленной структуры. Совершенная (необходимая и достаточная) структура компетентности субъекта деятельности, должна обладать высокой обобщенной инвариантностью, т.е. оставаться неизменной в разных системах отсчета. Такими системами отсчета могут выступать виды деятельности, в том числе профессиональной. Так, например, компетентность инженера в деятельности проектирования и компетентность парикмахера, инструктора по плаванию и др. в своей структуре содержат одни и те же элементы – мотивы, инструментальную основу, ценностно-смысловую основу, индивидуально-психологическую основу (ПВК), а также конативную, реализующую механизмы самоорганизации и саморегуляции деятельности.

Другой системой отсчета преобразований может выступать уровень овладения профессионализмом, уровень развития профессиональной компетентности - у оптанта (по Е. А. Климову, человек, который делает выбор профессии), адаптанта (молодой специалист, адаптирующийся к производству), мастера (работник, который может решать и простые, и самые трудные профессиональные задачи лучше своих коллег), несмотря на разницу в содержании, значении, структуру компетентности будут формировать все те же инварианты - мотивы, ЗУНы, ПВК, ценности, саморегуляция (конация). При желании можно выделить еще одну такую систему отсчета – компетентность «до» целенаправленного формирования (у абитуриента) и «после» (у выпускника вуза), как результат образовательной деятельности вуза. Таким образом, данная инвариантная структура обладает достаточно большим объемом инвариантности и может рассматриваться как необходимая и достаточная.

Такая структура компетентности может быть положена в основу разработки документов основных образовательных программ (ООП), реализующих ФГОС.

Здесь необходимо ввести некоторые разъяснения позиции авторов в отношении с концепцией компетентностной модели выпускника, представленной во ФГОС.

1) Определение соотношения понятий «компетентность» и «компетенция». Во ФГОС по умолчанию подразумевается, что компетентность – сумма всех компетенций. При этом понятие «компетентность» вообще выведено из списка терминов и определений. При этом в методических рекомендациях по разработке документов основных образовательных программ, реализующих ФГОС, методология паспорта компетенций, в котором прописывается её структура, остается нераскрытой, и выбор ложится на плечи вуза. Такой упрощенный подход, возможно, оправдан, однако, неструктурированное задание педагогических целей затрудняет решение дальнейших педагогических задач – проектирования (в ООП) и реализации учебного процесса, направленного на формирование компетенций студентов. Мы, вслед за И.А. Зимней, считаем, что компетентность – проявленная, реализованная компетенция, имеющая совершенно четкую инвариантную структуру. И тогда можно говорить о том, что все компетенции во ФГОС, как цели образовательной системы – это компетентности (т.е. выпускник ответственно решает профессиональные задачи на практике).

2) Виды компетенций. Мы полагаем, что деление их только на общекультурные и профессиональные не перекрывает всех требований к выпускнику вуза. Так, например, неохваченными остаются специальные социально-психологические компетенции (компетенции специализации) в соответствии с таблицей.

Таблица – Виды компетентности выпускника вуза

	Общие для всех выпускников всех вузов (в отличие от выпускников, например, колледжей)	Специальные, отличающиеся у выпускников разных специальностей
Профессиональные	Общие профессиональные	Специальные профессиональные
Социально-психологические	Общие социально-психологические	Специальные социально-психологические

Такое научное представление об инвариантах компетентности может служить основанием: 1) создания непротиворечивой и удобной с

точки зрения формирования таксономии (полного набора) компетенций; 2) интеграции в единое целое общекультурных и профессиональных компетенций; 3) задания общей «рамки» принимаемых проектных решений и тем самым унификации, упорядочения, координации и тем самым экономии усилий всех вузов страны.

Литература:

1. **Ланда, Н. М.** Современный словарь иностранных слов : Ок. 20 000 слов. - М. Рус. яз. 1999.-740 с. ISBN 5-200-02770-5.
2. **Моисеев, В. И.** Философия и методология науки : Учеб. пособие.- Воронеж Центр.-Чернозем. кн. изд-во.- 2003.- 236 с. ISBN 5-7458-0978-7
3. Психология [Текст]: слов. / Под общ. ред. А.В. Петровского, М.Г. Ярошевского. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Политиздат, 1990. – 494 с.
4. Современное российское профессиональное образование: словарь-справочник /авт.-сост.: В.И. Блинов, И.А. Волошина, Е.Ю. Есенина, А.Н. Лейбович, П.Н. Новиков.– М.: ФИРО, 2010.– 24 с.

ПОВЫШЕНИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИИ

Касымова А. *(Казахстан, Западно-Казахстанская область, город Уральск, Западно-Казахстанский Аграрно-технический университет, кафедра «Информационных технологий» uatk@mail.ru)*

In this article the ways of increasing pedagogical efficiency of the education with using of information technology are considered.

Проблема повышения качества образования становится наиболее актуальной в связи с вхождением Республики Казахстан в единое мировое образовательное пространство, где востребованным оказывается специалист, квалифицированный в ряде областей, постоянно занимающийся самообразованием. Главной целью должно стать развитие системы образования, ориентированной на результат.

Оценка уровня педагогической эффективности предполагает два вида критериев: для обучающихся и для педагогов [17]. Основные критерии для обучающихся включают:

1. Качество обучения, воспитания и развития;
2. Устойчивость мотивации к освоению профессии (специальности);

3. Востребованность выпускников на рынке труда;
 4. Адаптацию на рабочем месте.
- Основные критерии для педагогов характеризуют:
1. Квалификацию инженерно-педагогических кадров;
 2. Использование эффективных педагогических технологий;
 3. Эффективность учебных программ;
 5. Устойчивость мотивации к педагогической деятельности.

Педагогическая эффективность достигается не только посредством реализации внутреннего потенциала образовательного учреждения (качество педагогических кадров, применение эффективных технологий обучения и т.п.). Она предполагает его многочисленные взаимодействия и связи с государственными, социальными и экономическими институтами общества, заинтересованными в подготовке конкурентоспособной рабочей силы и способными стимулировать качество профессионального образования.

В реальной практике, планируя систему занятий, разрабатывая план отдельного занятия и намечая последовательность обучения, педагог исключает в своей деятельности экспромты, непродуманные решения, мгновенные действия по интуиции и тем самым подчиняют свою деятельность технологизации, которая предполагает приведение в систему, упорядочение, последовательное воплощение на практике заранее спроектированного процесса обучения. Воплощение спроектированного процесса обучения будет более результативным, если будет опираться на четкие знания методов, методических приемов и организационных форм достижения целей.

Педагогическая эффективность образовательных технологий, отвечающая современным критериям качества образования, будет обеспечена при соблюдении следующих условий:

– отбор и конструирование технологий осуществляется на основе психолого-педагогических механизмов, реализующих свойства личностно-ориентированного образования: поддержка индивидуального развития учащегося, диалогичность на основе обмена смыслами, деятельностно-творческий характер обучения, сотрудничество и сотворчество преподавателя и обучающихся, предоставление свободы выбора для принятия собственных решений;

– технология строится на основе максимально возможной интеграции методов обучения, обеспечивающих в комплексе и единстве воспитательные, развивающие и образовательные цели образования;

– технология адекватна интегративному, практико-ориентированному, личностно-значимому характеру предметного содержания;

– критериями оценки эффективности будут служить: реализация функций и свойств личностно-ориентированного образования; обеспечение качества образования (компетенций) в соответствии с критериями Концепции модернизации образования;

– в процессе разработки, освоения и реализации ряда образовательных технологий будет обеспечена их адаптация к индивидуально-личностным особенностям как педагога, так и обучающихся.

Необходимыми условиями и факторами достижения педагогической эффективности образовательной технологии является ее оптимизация, мотивационная, социальная и здоровьесохраняющая направленность.

Методологическим инструментарием управления качеством образования являются критерии качества. Критерий эффективности отражает результирующую сторону качества образовательного процесса, свойство достижения конечных целей и раскладывается на ряд частных выражений эффективности, которые подвержены влиянию информатизации, как показано на схеме (рисунок 1) [18].

Критерий функциональности в общем виде отражает качество подготовки образовательного процесса (логичность, организованность, обеспеченность). Он может измеряться показателем учета объективных параметров (обеспеченность учебно-методической документацией, литературой, оборудованием, учебными площадями и т. п.) и как субъективное экспертное оценивание (оценки организации учебно-воспитательного процесса, использования современных технологий и методов обучения и т. п.).

Критерий надежности включает в себя:

– исполнительность (своевременность, временные параметры осуществления основных действий);

– функциональную надежность (безошибочность исполнения указаний, распоряжений, плановых мероприятий; устранение ошибок и их последствий);

– структурную надежность (точность, безотказность, безошибочность и скоординированность действий участников образовательного процесса, представителей администрации, функциональных служб; замещаемость педагогов, специалистов в случае их кратковременного отсутствия).

Измерителями надежности могут служить экспертные оценки, данные анализа отчетных документов, контроля образовательного процесса, наблюдения ректора и его заместителей, самооценки участников образовательного процесса. Критерий продуктивности выражает полноту выполнения подсистемой поставленных задач, вклада во всю систему. Например, применительно к высшему образованию критерий про-

дуктивности можно выразить через показатели выработки у студентов основных умений и навыков, необходимых профессионалу, а также готовности к непрерывному личностному и профессиональному совершенствованию.

Критерий работоспособности отражает состояние, при котором участники образовательного процесса, управленцы, специалисты способны правильно выполнять свои функции. Работоспособность можно оценить через показатели компетентности, благополучия, удовлетворенности взаимоотношениям направленности личности и коллектива, активности в самоусовершенствовании, наличия творческого компонента в деятельности т. п.

Профессиональная подготовка специалистов в условиях внедрения информационных и коммуникационных технологий должна удовлетворять следующим требованиям [20]:

- готовить специалистов, профессиональные обязанности которых в настоящее время или в ближайшем будущем требуют введения и использования информационных и коммуникационных технологий;
- использовать современные информационные технологии в качестве средства и метода обучения практически по всем изучаемым дисциплинам;
- готовить специалистов в расчете на введение информационных и коммуникационных технологий и в учебный процесс образовательных учреждений, и в систему образования в целом.

Применение информационных и коммуникационных технологий будет оправданным и приведет к повышению эффективности обучения в том случае, если такое использование будет отвечать конкретным потребностям системы образования, если обучение в полном объеме без использования соответствующих средств информатизации невозможно или затруднительно. Необходимо учитывать несколько групп таких потребностей.

В первую группу можно отнести потребности, связанные с формированием у обучаемого определенных систем знаний. Такие потребности возникают при знакомстве с содержанием сразу нескольких дисциплин, при проведении занятий, имеющих межпредметный характер.

Вторая группа потребностей определяется необходимостью овладения обучаемым репродуктивными умениями. Потребности этой группы возникают в ситуациях, связанных с вычислениями, при отработке типовых умений по каждой дисциплине и при формировании общеучебных умений.

Третья группа потребностей определяется необходимостью формирования у обучающихся творческих умений. Такие потребности возникают при решении оптимизационных задач, в которых из ряда воз-

можных вариантов выбирается один - наиболее рациональный с определенной точки зрения, при решении задач на выбор самого экономического решения или наиболее оптимального варианта протекания процесса (нахождение оптимального решения не только математически, но и графически).

Четвертая группа потребностей связана с воспитанием и необходимостью формирования у обучающихся определенных личностных качеств. Потребности, относимые к четвертой группе, возникают для организации моделирования, создающего возможности нравственного воспитания обучаемых через решение социальных, экологических и других проблем (анализ возможных последствий аварий, последствий применения различных технологий, позволяющий не только научить обучающихся избегать подобных опасностей, но и воспитать нравственные оценки их возникновения в современном мире).

Таким образом, применение средств информационных технологий в обучении по принципу "чем больше, тем лучше" не может привести к реальному повышению эффективности системы образования на всех уровнях. В использовании средств информатизации образования необходим взвешенный и четко аргументированный подход.

Литература:

1. **Абалухев Р. Н.**, и др. Интернет-технологии в образовании: Учебно-методическое пособие. Ч. 3. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. 136 с.
2. Свободная энциклопедия Википедия//<http://ru.wikipedia.org/>
3. Виштынецкий Е.И., Кривошеев. А.О. Применение информационных технологий в сфере образования и обучения // <http://www.snfpo.ru/>
4. **Григорьев С. В., Гриншкун В. В.** Использование информационных и коммуникационных технологий в общем среднем образовании// <http://www.ido.rudn.ru/nfpk/ikt/autor.html>
5. **Колин К. К.** Информационные технологии – катализатор развития современного общества. // М.: Информационные технологии, – 1995, №0, С. 2-7
6. **Гриншкун В. В.** Развитие интегративных подходов к созданию средств информатизации образования: дис... д-ра пед. наук: 13.00.02.- М.: МГПУ, 2004. – 514 с.
7. Федорев Г.Ф. Проблемы интеграции в теории и практике обучения.- Л.,1990

8. **Назарова Н. М.** Понятие интеграция в специальной педагогике//Понятийный аппарат педагогики и образования.- Екатеринбург, 1998.- Вып. 3.- С. 262.
9. **Пузанкова Е. Н., Бочкова Н. В.** Современная педагогическая интеграция, её характеристики //http://www.education.rekom.ru/1_2009/9.html
10. **Нюдюрмагомедов, А. Н.** Интеграционные процессы в педагогическом образовании. Дис...д-ра пед. наук / А. Н. Нюдюрмагомедов. Ростов н/Д, 1999. С. 19.
11. **Африна Е. И., Сутоцкая Е. Г.** Роль информационных технологий в интеграции естественнонаучных дисциплин//RELARN'97 Материалы конференции// http://www.rclarn.ra:8080/conf/conf97/28.htm
12. **Голицына И. Н., Ломовцева О. В.** Качество образования в условиях информатизации //Educational Technology & Society, 2007, 10(3)
13. **Флейдер Н. Г.** Об организации качественной подготовки и непрерывного повышения квалификации педагогических кадров в области новых информационных технологий//Педагогическая информация №1-2003
14. **Ахметов Б. С.** Научно-методические основы моделирования информационной образовательной среды вуза: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.10. – Алматы, 2007. - 44 с.
15. **Бидайбеков Е. Ы., Григорьев С. Г., Гриншкун В. В.** Информационное интегрирование и анализ образовательной области в разработке электронных средств обучения. - Алматы, 2002. - 100 с.
16. **Байгушева К. М.** Методика обучения будущих информатиков программированию для Интернета: дис... канд. пед. наук: 13.00.02. – Алматы: КазНПУ им.Абая, 2007. – 142 с.

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ЭКОЛОГИИ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ С УЧЕТОМ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ

Кочетов О. С., Гетия С. И., Стареева М. О. (г. Москва, Московский государственный университет приборостроения и информатики, e-mail: O_kochetov@mail.ru)

Growth of technogenic loading on biosphere is caused by development of new technologies and increase of industrial volumes and an agricultural pro-

duction. A preparation of experts which can be engaged in ecologo-economic risks is more than actual.

Сегодня рост техногенной нагрузки на биосферу обусловлен развитием новых технологий, увеличением объемов промышленного и сельскохозяйственного производства, расширением сети транспортных систем и систем передачи энергии и энергоносителей и рядом других факторов. Следствием этих процессов являются все чаще возникающие чрезвычайные ситуации, аварии и катастрофы, характеризующиеся значительными материальными, социальными и экологическими последствиями. В настоящее время назрела необходимость в разработке новых подходов к обеспечению безопасности людей и природной среды. Не случайно поэтому в странах с развитой экономикой сформировалась новая отрасль знания – анализ экологических рисков и управление ими. Более чем актуальной стала подготовка специалистов, которые могут квалифицированно заниматься исследованием эколого-экономических рисков (ЭЭР), основной задачей которых является – выработка для лиц, ответственных за принятие решений, рекомендаций по эффективным мерам управления рисками. На рис.1 представлена схема стратегии и структуры анализа и управления экологическими рисками (ЭР).



Рис.1

Специалист в области анализа экологических рисков и управления ими, по мнению автора, должен уметь:

- оценивать закономерности восприятия экологического риска отдельными индивидуумами и социальными группами;
- идентифицировать психологические факторы и механизмы восприятия ЭР, устанавливая причины неадекватного восприятия риска;
- пользоваться методами качественного и количественного оценивания ЭР;
- моделировать и прогнозировать развитие опасных ситуаций;
- владеть приемами анализа всей достоверной информации и сопоставления различных точек зрения в процессе принятия решения;
- проводить эффективную коммуникацию экологического риска, рассматривать ее как интерактивный процесс, не ограничиваясь простым информированием аудитории о риске, а стимулируя обсуждение сопряженных с риском проблем;
- рекомендовать меры по снижению экологического риска, с анализом всех имеющихся альтернатив и сопоставлением необходимых затрат с ожидаемыми эффектами по каждому из планируемых вариантов стратегии управления риском;
- выявлять приоритеты в реализации инновационных мероприятий, направленных на уменьшение риска.
- осуществлять контроль за эколого-экономическими рисками, составной частью которых являются системы контроля за состоянием окружающей природной среды (ОПС) и источниками повышенной экологической опасности (ПЭО);
- осуществлять определенные виды оценочно-аналитических процедур, среди которых наибольшее распространение получили экологическая экспертиза и оценка воздействий на окружающую среду (ОВОС).

Остановимся, например, на аспектах последнего пункта в перечне образовательного минимума.

Экологическая экспертиза проводится с целью установления соответствия хозяйственной или иной деятельности условиям экологической безопасности общества. Она основывается на принципах [1]:

- презумпции потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной и иной деятельности;
- обязательности проведения государственной экологической экспертизы до принятия решений о реализации объекта экологической экспертизы;
- комплексности оценки воздействия на окружающую природную среду хозяйственной и иной деятельности и его последствий;
- обязательности учета требований экологической безопасности при проведении экологической экспертизы;

- достоверности и полноты информации, представленной на экологическую экспертизу;
- независимости экспертов экологической экспертизы при осуществлении ими своих полномочий в области экологической экспертизы;
- научной обоснованности и законности заключений экологической экспертизы;
- гласности, участия общественных организаций/объединений, учета общественного мнения;
- ответственности участников экологической экспертизы и заинтересованных лиц за организацию, проведение, качество экологической экспертизы.

Нарушение требований, установленных в результате экологической экспертизы, влечет за собой приостановление до устранения недостатков указанной хозяйственной деятельности, либо полное ее прекращение. Для того, чтобы по экологическим причинам не останавливать строительство и не закрывать предприятия после ввода его в эксплуатацию, неся при этом большие убытки, необходимо подвергать тщательной экспертизе материалы экологического обследования намечаемого развития промышленных объектов в предпроектной документации. Только при положительном заключении экологической экспертизы должно открываться финансирование и кредитование.

Особое внимание при проведении экологической экспертизы должно быть уделено оценке воздействия на состояние окружающей среды. Данная процедура позволяет выработать такие хозяйственные решения, осуществление которых не приведет к неприемлемым экологическим и социально-экономическим последствиям.

Выбор хозяйственных решений должен производиться при обязательном соблюдении заданных экологических ограничений. Остановимся на следующем примере.

Количество и состав вентиляционных выбросов промышленных предприятий строго регламентирован, в частности в соответствии с законом РФ №7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды». Для предприятия ОАО «Троицкая камвольная фабрика» (г.Троицк Московской области) автором была разработана двухступенчатая установка [2] для очистки воздуха от вентиляционных выбросов гребнечесального цеха, где запыленность воздуха рабочей зоны превышала ПДК и составляла 8,5 мг/м³. В качестве первой ступени комбинированной очистки воздуха был предложен к использованию вихревой пылеуловитель типа ВЗП [3] новой конструкции, а в качестве второй ступени – инжекционно-пенный аппарат [4], работа которого основана на предварительном интенсивном закручивании газов вблизи зеркала рабочей жидкости, и к

подсасыванию ее в газовый поток, а также дроблению на мелкие капли с последующим образованием быстро выгорающей механической пены. С использованием проведенных технических мероприятий по снижению запыленности воздуха рабочей зоны были достигнуты следующие результаты: запыленность воздуха не превышает ПДК и составляет $3,5 \text{ мг/м}^3$, т.е. воздействие на окружающую природную среду от хозяйственной деятельности рассматриваемого предприятия уменьшилось в 2 с лишним раза. Расходы на инновационный проект были отнесены на повышение себестоимости выпускаемой продукции.

В случае, если не удастся на предприятии соблюдение экологических нормативов, но объект необходим с социально-экономических позиций, то должно предусматриваться соответствующее дополнительное снижение антропогенных воздействий на других предприятиях региона, с тем чтобы в целом по данной территории не выйти за рамки установленных экологических ограничений. Дополнительные эксплуатационные и капитальные затраты для этих целей должны учитываться при экономической оценке хозяйственных решений. При невозможном выполнении указанных ограничений или их экономической неэффективности предложение о строительстве нового объекта или расширении действующих предприятий в данном регионе должно отклоняться. Хозяйственная деятельность должна допускаться только при соблюдении экологических требований и ограничений.

Таким образом, подготовка специалистов по экологии в высшей школе должна включать аспекты по оценке и исследованию эколого-экономических рисков.

Литература:

1. **Кочетов О. С.** Экологическое право. Учебное пособие. - Издательство «Линэл-Н», М., 2002.–120с.
2. **Кочетов О. С.** Двухступенчатая установка для очистки воздуха от пыли. / Экология и промышленность России. – 2009, № 10. С.31-34.
3. **Кочетов О. С.** Вихревой пылеуловитель. Патент РФ № 2259889. Бюллетень изобретений. № 25 от 10.09.2005 г.
4. **Кочетов О. С.** Инжекционно-пенный аппарат для обработки газа. Патент РФ № 2314145. Бюллетень изобретений. № 1 от 10.01.2008 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА КУРСАНТОВ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ КУРСА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Крукович Н. П., Куценко С. С. (*г. Калининград, Балтийская Государственная Академия Рыбопромышленного Флота, кафедра физики, e-mail: KrukovichNina@mail.ru*)

Abstract. The article illustrated the cadet's attraction within the training period of physics.

Проблема формирования у студентов исследовательских умений и навыков приобретает всё большую актуальность в современном мире в связи с тем, что высокий уровень развития науки и техники требует и наличия высокого исследовательского потенциала специалистов. В свою очередь, формирование специалистов высокой квалификации в области естественных и технических наук требует и повышения уровня преподавания физики, активизации творческой деятельности будущих специалистов.

Построение курса общей физики технического вуза основано на использовании теории и эксперимента одновременно. Экспериментальный метод является одним из основных методов научного познания. Для развития исследовательской активности студентов важное место занимают внеаудиторные эксперименты, которые носят поисковый характер или характер конструирования приборов или узлов к ним. Научно-технический потенциал курсантов важно не только развивать, но и использовать, например, для поддержания и модернизации экспериментальной базы кафедры физики. Уже начиная с первых курсов, студенты способны творчески подходить к решению задач исследовательского характера. Так, например, курсантам первого курса БГАРФ радиотехнического факультета была сформулирована цель, решить учебную задачу из раздела вращательного движения твёрдого тела не только теоретически, но и экспериментально, сконструировав недостающие для эксперимента узлы установки. Решение этой задачи завершилось постановкой новой лабораторной работы «Определение центра масс диска с вырезом», которую можно использовать для учебного процесса. Они самостоятельно изготовили некоторые узлы и собрали экспериментальную установку, сформулировали цели лабораторной работы, теоретическое обоснование, порядок выполнения работы. Такая студенческая работа [1] дала возможность дополнить лабораторный практикум курса общей физики. Приведем описание этой работы.

Лабораторная работа.

Определение центра масс диска с вырезом.

Цель работы: теоретическое и экспериментальное определение центра масс диска с вырезом.

Введение

Центром масс системы материальных точек называется точка C , радиус-вектор которой равен отношению суммы произведений масс всех материальных точек системы на их радиус-векторы к массе всей системы:

$$\vec{r}_i = \frac{I}{m} \sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i, \quad (1)$$

где m_i , \vec{r}_i - масса и радиус-вектор i -ой материальной точки;

n - общее число точек в системе;

$m = \sum_{i=1}^n m_i$ - масса всех материальных точек системы.

В работе используется диск (рис. 1) радиуса R с отверстием радиуса r , причем радиусы связаны следующим соотношением:

$$R = 2r. \quad (2)$$

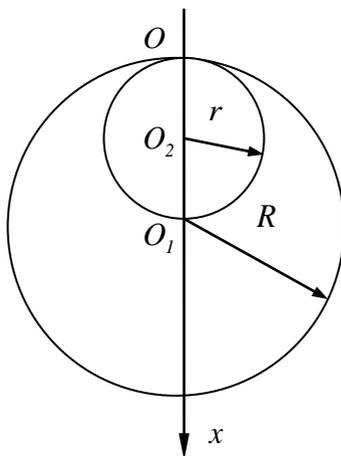


Рис. 1

Теоретическое определение центра масс диска с вырезом. Проведем вдоль оси симметрии диска ось x (в плоскости диска). Так как центр масс диска лежит на оси симметрии, то есть на оси x , то необходимо определить лишь одну координату x_c центра масс:

$$x_c = \frac{MR - mr}{M - m}, \quad (3)$$

где M – масса большого сплошного диска;

m – масса малого вырезанного диска.

Пусть σ – поверхностная плотность массы диска. Тогда массы дисков равны:

$$M = \sigma\pi R^2, \quad m = \sigma\pi r^2 \quad (4)$$

Подставив формулы (4) и (2) в (3), получим:

$$x_c = \frac{R^2 + Rr + r^2}{R + r} = \frac{7}{3}r. \quad (5)$$

Экспериментальное определение центра масс диска. Проведём через точки O, O_1, O_2 оси, перпендикулярные диску (рис.1). Далее эти оси будем называть “ось O ”, “ось O_1 ”, “ось O_2 ”. Так как момент инерции величина аддитивная, то момент инерции диска с вырезом относительно оси O , можно вычислить по формуле:

$$J_o = J_o^R - J_o^r, \quad (6)$$

где J_o^R – момент инерции большого сплошного диска радиуса R относительно оси O ;

J_o^r – момент инерции вырезанного диска радиуса r относительно той же оси.

Для расчета моментов инерции J_o^R и J_o^r воспользуемся теоремой Штейнера:

$$J_o^R = J_{o_1}^R + MR^2, \quad (7)$$

$$J_o^r = J_{o_2}^r + mr^2, \quad (8)$$

где $J_{o_1}^R$ – момент инерции большого сплошного диска относительно оси O_1 ;

$J_{o_2}^r$ – момент инерции вырезанного диска относительно оси O_2 .

Используем формулы для нахождения момента инерции диска относительно оси, проходящей через центр масс диска перпендикулярно ему:

$$J_{O_1}^R = \frac{MR^2}{2}, \quad J_{O_2}^r = \frac{mr^2}{2}. \quad (9)$$

Подставим их в формулы (7) и (8), получим:

$$J_O^R = \frac{3}{2}MR^2, \quad (10)$$

$$J_O^r = \frac{3}{2}mr^2. \quad (11)$$

Тогда, подставив полученные формулы в формулу (6), получим выражение для момента инерции диска с вырезом относительно оси O :

$$J_0 = \frac{3}{2}(MR^2 - mr^2). \quad (12)$$

Для нахождения координаты центра масс диска воспользуемся формулой, диска относительно оси O и период колебаний T диска вокруг той же оси. Период колебаний можно найти экспериментально.

Физический маятник это любое твердое тело, совершающее под действием силы тяжести колебания вокруг неподвижной горизонтальной оси, не проходящей через центр тяжести тела и называемой осью качания маятника. Для диска ось качания это ось O . Центр тяжести маятника совпадает с центром масс.

Если силами трения в подвесе маятника можно пренебречь, то при малых колебаниях физический маятник совершает гармонические колебания с периодом колебаний:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J_0}{(M - m)gx_c}}, \quad (13)$$

где x_c - расстояние от центра масс маятника до оси колебаний O ;

g - ускорение свободного падения;

J_0 - момент инерции колеблющегося диска относительно оси O .

Выразим координату центра масс из формулы (13) и подставим значение момента инерции из формулы(12), получим:

$$x_c = \frac{\frac{3}{2}(MR^2 - mr^2) \cdot 4\pi^2}{T^2 g(M - m)}. \quad (14)$$

С учётом формул (2) и (4) получим:

$$x_c = \frac{6\pi^2(R^4 - r^4)}{T^2 g(R^2 - r^2)} = \frac{30\pi^2 r^2}{T^2 g}. \quad (15)$$

Описание лабораторной установки

Общий вид установки изображён на рис.2. В работе используется часть установки ФПМ-04, дополненная диском с вырезом.

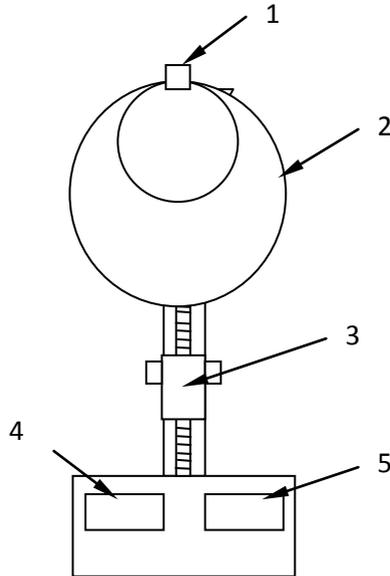


Рис.2

На вертикальной стойке крепится фотодатчик 3. К кронштейну 1 подвешивается диск 2 с вырезом, который может совершать малые колебания. Сигнал фотодатчика подается на секундомер 4 и счетчик полных колебаний 5.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Теоретическое определение центра масс диска.

1. С помощью штангенциркуля измерить 3 раза диаметр d отверстия и вычислить радиус r . Найти среднее значение радиуса $\langle r \rangle$.

2. Используя формулу (5) вычислить расстояние от оси O до центра масс $x_{c.теор}$.

3. Записать полученные результаты в табл. 1.

Задание 2. Экспериментальное определение центра масс диска.

1. Отрегулировать положение диска так, чтобы его нижний край проходил между оптическими элементами фотодатчика.

2. Подключить установку к сети 220В и нажать кнопку «Сеть».
3. Отклонить диск на небольшой угол $5^\circ - 10^\circ$ и отпустить.
4. Нажать кнопку «Сброс» на панели секундомера и отпустить ее.
5. После 10 колебаний нажать кнопку «Стоп». Показания секундомера занести в табл. 1.
6. Повторить п. 4-5 ещё 2 раза, найти среднее значение периода колебаний $\langle T \rangle$.
7. Выключить прибор, нажать кнопку «Сеть».
8. По формуле (15) рассчитать расстояние от оси вращения О до центра масс диска $x_{с.экс.}$. Полученный результат занести в табл. 1 и сравнить с теоретическим результатом.

Таблица 1

№ пп	n	t, с	$T = \frac{t}{n}$, с	$\langle T \rangle$, с	d, м	г, м	$\langle r \rangle$, м	$x_{с.теор.}$, м	$x_{с.экс.}$, м
1	10								
2	10								
3	10								

9. Найти относительное отклонение полученных результатов по формуле:

$$\varepsilon = \frac{|x_{с.теор.} - x_{с.экс.}|}{x_{с.теор.}} \cdot 100\%.$$

Контрольные вопросы

для защиты лабораторной работы

1. Что называется центром масс системы материальных точек?
2. Чему равен центр масс механической системы в случае, когда начало системы координат находится в центре масс?
3. Как определить центр масс механической системы в случае непрерывного распределения массы?
4. Сформулировать закон движения центра масс.
5. Как теоретически найти центр масс диска с круглым вырезом, если даны радиус диска R, радиус вырезанного круга r и расстояние ℓ между центрами окружностей, соответствующих диску и вырезу?

Конструирование своими руками экспериментальной установки и наблюдение физических явлений вызывает большой интерес у курсов и приводит к углубленному изучению ими соответствующих курсов физики. Проектируя экспериментальную задачу, студенты зна-

комятся с литературой по данному вопросу, проверяют возможность использования собранной ими экспериментальной установки для решения поставленной задачи. Выполняя такую творческую работу курсанты не только помогают в оснащении лаборатории физики, выполнив все собственными руками, но и эффективнее и более осознанно воспринимают программу курса общей физики.

Литература:

1. **Раткевич А., Баженов Р., Здвижков В.** Определение момента инерции тела теоретическим и экспериментальным способом (постановка лабораторной работы) //Материалы научно-технической конференции курсантов и студентов академии "День науки" / Сост.: Н.А. Кострикова / Под ред. А.Г. Валишина – Калининград: БГАРФ, 2004.- С. 12-16.

О ПРОБЛЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ИНЖЕНЕРИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Мадорская Ю. М., Тимофеев А. Н. (*г. Санкт-Петербург, СПбГПУ, ЦНИИ РТК, majulia@yandex.ru, alekseytimof@mail.ru*)

The lack of the formal definition for the term “requirement” is well known problem within software engineering. Once planted during an education process this problem leads to inadequate decisions during research and development projects. This paper describes the harmonized definition system which defines requirement through the logic calculus terms, covers any requirement classes and establishes requirement key properties necessary for design errors reduction.

Понятие «требование» является одним из ключевых понятий в рамках дисциплины «Инженерия программного обеспечения». Процесс разработки программного обеспечения начинается с определения требований, завершается проверкой на соответствие требованиям и является, по сути, процессом перевода неформализованных требований заказчика в программный код, реализующий данные требования.

К сожалению, в инженерии программных систем до сих пор не сложилось устойчивого формального определения понятия «требование», которое бы использовалось и однозначно интерпретировалось всеми участниками процесса разработки или обучения. Отсутствие общепринятых определений терминов, которыми пользуются для описания требований, признается одной из проблем индустрии программного обеспечения [5].

Чаще всего за основу изложения той или иной темы, связанной с управлением требованиями к программному обеспечению, берется определение из международного стандарта IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology, которое нельзя назвать ни однозначным, ни формальным. В переводе с английского данное определение приводится следующим образом [1]:

1. Условия или возможности, необходимые пользователю для решения проблем или достижения целей.

2. Условия или возможности, которыми должна обладать система или системные компоненты, чтобы выполнить контракт или удовлетворить стандартам, спецификациям или другим формальным документам.

3. Документированное представление условий или возможностей для пунктов 1 и 2.

Очевидно, что приведенное определение содержит два различных и не связанных по своей сути определения, что делает его неоднозначным. При этом в первом определении потеряна связь с целями создания системы и во главу поставлены цели пользователя. Такой подход приводит к неправильному выбору среди альтернативных проектных решений – специалисты игнорируют цели создания системы в целом, концентрируясь на задачах отдельных пользователей. Второе определение из данного стандарта не может быть однозначно интерпретировано, так как контракты, спецификации и другие формальные документы и содержат по сути требования к системе, т.о. второе определение замкнуто само на себя.

К. Вигерс в книге «Разработка требований к программному обеспечению» [1], ставшей бестселлером, пишет что: «Я думаю о требованиях, как о свойствах, которыми должен обладать продукт, чтобы представлять какую-то ценность для пользователей», что также не вносит ясности в определение понятия «требование».

Соммервиль И., в известной и часто цитируемой книге «Инженерия программного обеспечения», определяет требования, как описание функциональных возможностей и ограничений, накладываемых на программную систему [6]. Очевидно, что такое определение понятия требования не включает ни требований к структуре системы, ни к ее интерфейсу, а также многих других, так называемых нефункциональных требований.

Многие авторы [3], [9], в книгах и публикациях по темам управление требованиями к ПО, выявление ошибок в требованиях, вообще избегают определения данного понятия. Так, например, Алистер Коберн в книге «Современные методы описания функциональных требований к системам» не дает определения ни понятия требования, ни функционального требования [3].

Отсутствие однозначного определения понятия «требование», отражающего его ключевые свойства и покрывающего все его подклассы не только осложняет процесс обучения, но и приводит к проблемам развития подготовленных специалистов, как в рамках исследовательских направлений, так и производственных.

В производственных проектах сужение, в представлении специалиста, понятия «требование» до какого-либо его подкласса, например, до функциональных требований или требований пользователя, приводит к тому, что ряд ключевых требований к системе выясняется только на последних этапах разработки, что приводит к дорогостоящим ошибкам проектирования.

Результаты научно-исследовательских работ, связанных с задачами по разработке требований, невозможно однозначно интерпретировать из-за отсутствия определения базового понятия. Так, например, основополагающая работа в области трассировки требований [7], несмотря на свою популярность среди исследователей обладает существенным недостатком – в ней нет определений ключевых понятий – требование, спецификация требований, поэтому невозможно определить и границы предложенных типов трассируемости – пре- и пост-трассируемости. А ведь именно осознание того, что понимается под требованием, будет определять, как эта информация связана с другой проектной информацией.

Необходимо отметить, что многие исследователи в своих работах, посвященных решению проблемы трассировки требований, пошли по такому же пути, как и Gotel с соавторами – определение связей между требованиями и другой проектной информацией без четкого определения того, что же стоит за понятием «требование» [10]. Действительно, это один из экономных, (но не полноценных) путей решения задачи – выделить все то, что не является, по мнению разработчиков метода, требованием и показать, как нечто, именуемое требованием, связано с этими категориями. Результаты исследования, проведенного Bala Ramesh [10], говорят о том, что именно такой подход отражает практику разработки и управления требованиями. Неудивительно, что при таком подходе проблема ошибок в требованиях остается основной в индустрии разработки ПО, а задача трассируемости требований остается нерешенной – невозможно бороться с ошибками в неопределенном наборе информации, связи внутри которого невозможно определить из-за той же неопределенности состава данной информации.

Ошибки в интерпретации понятия «требование» тиражируются впоследствии и в инструментарии. Так, например, методы трассировки требований, поддерживаемые инструментами, строятся исходя из пред-

положения, что все множество требований и соответствующие им проектные решения, а также другие проектные артефакты можно разделить на непересекающиеся множества, между которыми связей нет. Иначе нельзя интерпретировать то, что в таком популярном инструментарии как Requisite Pro невозможно задать уровень оценки распространения изменений. Это в корне неверно, так как ключевое свойство системы - это связанность всех ее компонентов, и при правильном описании множества требований и проектных решений, при изменении одного требования, в результате (без применения специальных эвристик, ручного отбора или выставления ограничений по уровню поиска) инструментарий должен выдать все множество проектных артефактов заложенных в систему, то есть функция определения связанных артефактов без дополнительных ограничительных настроек не имеет смысла для правильно спроектированной системы. Таким образом, ошибки связанные с неполнотой описания требований фактически зафиксированы и поощряются на уровне основного инструментария проектировщиков.

Поэтому актуальной является задача разработки формального определения понятия «требование», которое должно однозначно интерпретироваться всеми участниками процесса разработки ПО и покрывать все известные подклассы требований, вне зависимости от способа их представления.



В рамках задачи по разработке метода формирования оценки изменений программного обеспечения [4] была разработана система определений, обеспечивающая согласованный терминологический базис для формализации данной задачи. Система определений основывается на

понятиях математической логики [2] и глоссарии руководства по разработке спецификаций требований к системе [8], определяющем понятие системы. Структура системы определений представлена на рисунке справа. Ниже приведена часть разработанной системы определений.

- Высказывание – правильно построенная формула языка, взятая вместе с ее интерпретацией, в отношении которой имеет смысл утверждать, что она истинна или ложна.

- Описание – совокупность высказываний.

- Правила описания - совокупность истинных высказываний, определяющих правила построения описания с учетом интерпретаций входящих в него высказываний.

- Метод описания – формальная система, предназначенная для формирования описаний с целью решения задачи моделирования, включающая язык и правила описания сформулированные с использованием данного языка.

- Метод решения задачи моделирования – формальная система, предназначенная для решения задачи моделирования, включающая метод описания и правила вывода решения задачи моделирования, сформулированные с использованием языка метода описания.

- Предметная константа – набор символов, обозначающий понятие рассматриваемой предметной области.

- Предикат – функция, значениями которой служат высказывания, при подстановке в аргументы предметных констант.

- Взаимосвязанные высказывания – высказывания, для которых соответствующие им предикаты содержат хотя бы одну одинаковую предметную константу.

- Система – взаимосвязанная группа людей, объектов и процедур организованных для достижения заданных целей, посредством выполнения заданных функций. [8].

- Окружение системы (окружение) - среда, в которой должна функционировать разрабатываемая система.

- Требование к системе (требование) – задокументированное, с использованием выбранного метода описания, высказывание, определяющее свойства системы и ее окружения, которое должно быть истинно для реализации системы.

- Взаимосвязанные требования к системе (взаимосвязанные требования) – требования к системе, построенные с использованием взаимосвязанных высказываний.

- Эквивалентные требования – требования, имеющие одинаковую интерпретацию.

- Частная проектная модель системы/компонента системы (ЧПМ) – описание состоящее из взаимосвязанных требований к системе, ограниченное набором таких свойств системы и ее окружения, который необходим и достаточен для решения задачи моделирования.

- Проектная модель системы/компонента системы – множество взаимосвязанных частных проектных моделей ограниченное набором таким набором частных проектных моделей, который необходим и достаточен для реализации системы или ее компонента, соответствующей(его) целям создания системы.

Разработанная система определений предоставляет формальное, однозначно интерпретируемое определение понятия «требование», которое покрывает все возможные классы требований, в том числе функциональные и не функциональные требования, и фокусирует внимание специалиста на ключевых аспектах разработки системы и требований к ней:

- необходимость определения целей системы и соответствие требований данным целям;
- тестируемость требований - возможность установить истинность или ложность требования для реализации системы;
- необходимость описания условий функционирования системы – требований к ее окружению;
- взаимосвязанность требований.

Данная система определений фиксирует также то, что должны быть определены правила описания требований, это позволит контролировать дорогостоящие ошибки в требованиях.

Структура описания требований вводится за счет определения предикатов, задающих структуру высказываний. Если данные предикаты будут соответствовать категориям и отношениям модели трассировки, то тогда будет обеспечена трассируемость требований по построению.

На основании данной системы определений была разработана классификация ошибок в требованиях, необходимая для определения механизмов их контроля, позволяющая обоснованно выделить типы ошибок, появление которых может быть проконтролировано или предотвращено при использовании формализованных методов описания требований

Разработанная согласованная система определений успешно применена при разработке формального метода формирования оценки изменений программного обеспечения АСУП [4]. Использование предложенного подхода к формализации понятия «требование» позволило разработать методы контроля ошибок в требованиях, позволяющие повысить точность и сократить время формирования оценки изменений.

Литература:

1. **Вигерс К. И.** Разработка требований к программному обеспечению.// Москва,2004.
2. **Горский Д. П., Ивин А. А., Никифоров А. Л.** Краткий словарь по логике – М.: Просвещение, 1991.
3. **Коберн А.** Современные методы описания функциональных требований к системам. //Изд-во: Лори, Москва:2002.
4. **Мадорская Ю. М.** Формирование оценки изменений программного обеспечения АСУП // Научно-технические ведомости СПбГПУ, №1 (115) .- 2011 С.- 65-72
5. **Лаврищева Е. М., Петрухин В. А.** Методы и средства инженерии программного обеспечения: Учебник. - М.: МФТИ (ГУ), 2006. - 304 с.
6. **Соммервиль И.** Инженерия программного обеспечения.// Изд. дом «Вильямс»:2002.
7. **Gotel O., Finkelstein A.** An Analysis of the Requirements Traceability Problem. In Proc. 1st IEEE Int. Conf. on Requirements Engineering, pages 94-101, Colorado Springs, April 1994.
8. IEEE Standard 1233 -1998 Guide for Developing System Requirements Specifications.
9. **Kimberly S. Hanks, John C. Knight, Elisabeth A. Strunk.** Erroneous Requirements: A Linguistic Basis for Their Occurrence and an Approach to Their Reduction (2001)
10. **Ramesh, B. and Jarke, M.** 2001. Toward Reference Models for Requirements Traceability. IEEE Trans. Softw. Eng. 27, 1 (Jan. 2001), 58-93.

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ АКТИВИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ В ВУЗЕ

Михайлюк А. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра физики, *mer9570@mail.ru*)

In the report the problem of perfection of educational technologies and techniques at studying physics has been discussed. Calculation and graphic tasks as one of elements making independent students' and cadets' work more active have been proposed.

В настоящее время актуальным для современной России является вопрос повышения качества высшего профессионального технического образования. В ФГОС ВПО третьего поколения разработаны требования к результатам освоения основных образовательных программ, согласно

которым выпускник должен обладать общенаучными, инструментальными, социально-личностными, общекультурными и профессиональными компетенциями. В связи с этим ведется поиск новых подходов и методов обучения, направленных на формирование понимания студентами и курсантами значения полученных знаний для выполнения своей будущей профессиональной деятельности и приобретение ими необходимых компетенций.

В совокупности с другими дисциплинами естественнонаучного цикла курс физики создает определенное представление о процессах и явлениях, происходящих в неживой и живой природе, умение видеть естественнонаучное содержание проблем, возникающих в практической деятельности будущего специалиста. В результате изучения курса должна быть сформирована целостная система знаний, лежащая в основе физической картины окружающего мира.

Главной задачей, стоящей перед кафедрой физики, является совершенствование образовательных технологий и педагогических методик, любых форм исследовательской деятельности при изучении дисциплины. Решение ее должно обеспечить глубокое усвоение, осмысление и понимание физических законов, процессов и явлений студентами и курсантами, обучающимися на технических специальностях в МГТУ.

Важность данной задачи обусловлена тем, что содержание дисциплины (перечень основных разделов) остается одинаковым для различных направлений подготовки. В то же время различные направления требуют различной трудоемкости. Соотношение требований типовой программы оказывается непропорциональным числу аудиторных часов, выделяемых на курс физики. Поэтому особое значение имеет самостоятельная работа обучающихся, приобретение навыков самостоятельного решения задач, работы с литературой различной сложности. На нее учебными планами отводится примерно 50 % часов от всего объема курса. Это время должно быть использовано для систематической работы, контролируемой преподавателями.

Одним из видов самостоятельной работы студентов и курсантов является выполнение расчетно-графических заданий (РГЗ), предусмотренных учебными программами технических специальностей МГТУ.

С методикой решения типовых задач обучающиеся знакомятся на лекциях или на практических занятиях. Решение задач – это неотъемлемая часть процесса изучения данной дисциплины, в ходе которого формируются навыки применения законов физики на практике, умения рассуждать и видеть следствия из данных законов, развивается аналитическое мышление, закладываются основы естественнонаучной интуиции. Из-за сокращения и ограниченности аудиторного времени у

преподавателя не всегда есть возможность уделить должное внимание важным аспектам многих тем, знание которых способствовало бы дальнейшему успешному обучению студентов и курсантов.

Поэтому разработка РГЗ может служить повышением эффективности учебного процесса, включая преподавательский труд, достижением более глубокого освоения знаний, умений и навыков, устойчивых результатов в формировании общих и специальных компетенций будущего выпускника.

РГЗ имеют своей целью систематизацию, закрепление и расширение теоретических знаний, изучение методов решения, составление уравнений, правильно описывающих процесс или явление, освоение методики расчета и графического построения. После выполнения задания следует проанализировать результаты и объяснить характерные особенности исследуемого процесса или явления. Такого рода работа содержит в себе элементы научно-исследовательской деятельности.

Автором разработаны расчетно-графические задания по таким важным разделам курса физики как:

1. Динамика вращательного движения абсолютно твердого тела.
2. Механика жидкости и газа.
3. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа.
4. Вынужденные электромагнитные колебания в RLC – контуре.
5. Частица в потенциальной яме.
6. Реакции деления и синтеза атомных ядер.

Структура методической разработки включает в себя краткие теоретические сведения, примеры решения типовых задач, варианты заданий, выносимых на самостоятельное решение, контрольные вопросы для самопроверки и рекомендуемую литературу.

Решение РГЗ является проверкой степени усвоения студентами и курсантами теоретического курса, а рецензии преподавателя на работу помогают им доработать и правильно освоить различные разделы курса физики. Как показывает опыт, на экзамене у испытуемых не вызывают затруднений темы, по которым они выполняли РГЗ. Это говорит об эффективности подобного рода заданий.

Разработка РГЗ по отдельным темам курса физики могла бы послужить основой для введения модульно-рейтинговой системы контроля знаний студентов и курсантов МГТУ. При такой форме контроля знаний вклад в итоговую оценку вносит текущая работа обучающегося: выполнение лабораторных практикумов, решение расчетно-графических, тестовых, практических и домашних заданий, участие в научно-исследовательской работе и т.п. Такой инновационный подход в образовании способен стимулировать систематическую работу обу-

чающихся, активировать и мотивировать их самостоятельную работу, позволил бы оперативно получать информацию об успеваемости в университете. Это один из возможных путей повышения качества образования. Модульно-рейтинговая системы контроля знаний успешно функционирует в ряде вузов РФ.

Литература

1. **Анрианов, В. Г., Степычева, Н. В.** Инновационные подходы в образовании. // Наука и образование – 2010: материалы междунауч.-техн. конф. - Мурманск: МГТУ, 2010.
2. **Детлаф, А. А.** Курс физики : учеб. пособие для вузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. – 4-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2002. – 718 с. : ил.
3. **Джанколи, Д.** Физика. В 2 т. / Д. Джанколи. – М. : Мир, 1989.
4. **Зисман, Г. А.** Курс общей физики : для вузов. В 3 т. / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. - 3-е изд., стер. - М. : Наука, 1967-1970.
5. **Калашников, С.Г.** Электричество. / С.Г. Калашников. - М. : Наука, 1970.
6. **Савельев, И. В.** Курс общей физики. В 3 т. / И. В. Савельев. - М. : Наука, 1989.
7. **Сивухин, Д. В.** Общий курс физики : учеб. пособие для вузов. В 5 т. / Д.В. Сивухин. - 3-е изд., исп. и доп. – М. : Наука, 1989.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

Шалухо В. А. (*г. Калининград, Балтийская государственная академия рыбопромышленного флота, кафедра Экономической теории и региональной экономики, econot_theory@bga.gazinter.net*)

This report examines the current knowledge evaluation systems and justifies the advantages of using the point-rating system for assessing student performance.

В мире известны следующие системы оценки знаний:

1. Циферные - Европа, Россия
2. Буквенные США, Европа (от лучшей А до худшей F). Наиболее известная - система ECTS (The European Credit Transfer System) предусматривает, что успеваемость студентов будет определяться существующей национальной шкалой оценок.
3. Балльно-рейтинговые - США, Европа, Россия - ЕГЭ с 2008 г..

В свою очередь циферные разделяются на:

1. Пятибалльная - Россия
2. Шестибалльная - в Германии (читается наоборот)
2. Десятибалльная - в Молдавии, Белоруссии и Латвии
3. Двенадцатибалльная - на Украине

Пример десятибалльной системы:

- 1 - неудовлетворительно
- 2 - очень плохо
- 3 - плохо
- 4 - удовлетворительно
- 5 - весьма удовлетворительно
- 6 - хорошо
- 7 - очень хорошо
- 8 - почти отлично
- 9 - отлично
- 10 - блестяще

Соответствие разных систем оценок представлено в таблице

Оценка традиционная	Неудовлетворительно		Удовлетворительно		Хорошо	Отлично	
Оценка ECTS	F (2)	FX (2+)	E (3)	D (3+)	C (4)	B (5)	A (5+)
Оценка по дисциплине без экзаммена	Не зачтено			Зачтено			
Балльно-рейтинговая (max 100)	менее 40	41-59	60-66	67-72	73-85	86-92	93-100

Наиболее древней в истории русского образования является система словесных оценок. К примеру, в Киевской духовной академии (1737 г.) высшая оценка обозначала очень хорошие успехи: "учения изрядного, надежного, доброго, честного, хорошего, похвального". Вторая группа обозначала успехи средние: "учения посредственного, мерного, нехудого". Третья группа оценок характеризовала успехи ниже среднего: "учения слабого, подлого, прехудого, безнадежного, ленивого".

Со временем словесная оценка все чаще заменялась цифровой системой. В России использовали 3-, 5-, 8-, 10-, 12-балльные системы

оценки знаний. В 1837 году в России официально была установлена 5-балльная система оценки знаний: "1" — слабые успехи; "2" — посредственные; "3" — достаточные; "4" — хорошие; "5" — отличные. В 1918 году постановлением "Об отмене отметок" запретили "применение балльной системы для оценки познаний и поведения учащихся во всех без исключения случаях".

В 1935 году была восстановлена дифференцированная пятибалльная система оценки знаний вначале в виде словесной оценки ("отлично", "хорошо", "посредственно", "плохо", "очень плохо"), а далее — в форме цифр. Отмечалось, что это осуществляется "в целях более четкой и точной оценки успеваемости и поведения учащихся, повышения требовательности к качеству знаний".

Во всех странах мира по-разному оцениваются знания учащихся. Так, к примеру, в США — 100-балльная, во Франции — 20-балльная, Молдове — 12-балльная, Украине — 12-балльная, Белоруссии — 10-балльная, Латвии — 10-балльная, Англии — 6-балльная, Польше — 6-балльная.

Переход на многоуровневую систему образования требуют новых подходов к организации учебного процесса, нежели традиционные.

Недостатки широко используемой пятибалльной системы оценок знаний обучаемых давно очевидны для всех участников учебного процесса. Традиционная система оценки знаний учащихся и студентов вводилась в нашей стране, когда весьма острой была проблема массового образования, а вопрос о его качестве был менее актуальным. Однако сейчас становится понятным, что эта система негативно влияет именно на качество обучения, поскольку очень загроубляет оценку и не позволяет строго ранжировать студентов по достигнутым результатам, а также не учитывает и ряд других факторов обучения. Тем не менее, в нашей стране эта система остаётся государственной.

Традиционная система оценки знаний студентов, базирующаяся на итоговом контроле в форме экзамена и (или) зачета, не стимулирует систематическую работу студентов. При отсутствии или недостаточности текущего контроля в течение семестра или учебного года на экзамен или зачет ложится чрезмерная нагрузка. В то же время оценка, получаемая студентом на экзамене, в определенной степени зависит от ряда случайных факторов (выбор билета, психологическое и физическое состояние студента и экзаменатора и т.д.).

При такой системе нет достаточной дифференциации в оценке знаний и умений обучаемых, а также практически отсутствует принцип соревновательности между студентами в овладении знаниями.

Эти и ряд других недостатков традиционной системы оценки знаний студентов привели к разработке к балльно-рейтинговой (модульно-рейтинговой) системе оценки успеваемости обучения студентов (БРОСС).

Главной целью внедрения рейтинговой системы является повышение уровня специальной и фундаментальной подготовки студентов, раскрытие их творческих способностей.

Основными целями введения этой системы являются:

стимулирование повседневной систематической работы студентов;
снижение роли случайностей при сдаче экзаменов и/или зачетов;
повышение состязательности в учебе, заменяющее усреднение категории отличников, хорошистов, троечников и т.д. оценкой реального места, которое занимает студент среди сокурсников в соответствии со своими успехами;

исключение возможности протектирования не очень способных и не очень прилежных студентов;

создание объективных критериев при определении кандидатов на продолжение обучения (магистратура, аспирантура и т.д.), необходимых при обучении в рамках многоуровневой системы;

повышение мотивации студентов к освоению профессиональных образовательных программ на базе более высокой дифференциации оценки результатов их учебной работы;

обеспечение участия учебных заведений в Болонском и Копенгагенском процессах с целью повышения академической мобильности обучающихся и конкурентоспособность его выпускников на международном рынке образовательных услуг.

Главные отличия рейтинговой системы от действующей пятибалльной заключаются в следующем:

– любой итоговый контроль - экзамен, зачёт, защита, а также все текущие контроли, оцениваются в баллах. Разница может быть только в методике контроля.

– все оценки проставляются таким образом, что имеют больше, чем пять градаций (например: от 0 до 5 через 0.1).

– оценка за предмет определяется не только отметкой на итоговом контроле, но и непосредственно учитывает работу студента в семестре.

– в величине семестрового рейтинга непосредственно учитываются достижения студента сверх учебного плана.

– рейтинг может быть получен как для отдельной дисциплины, так и для группы дисциплин, и может учитывать достижения студента за любой период обучения.

Одной из практических задач, решаемых с помощью рейтинговых оценок, является стимулирование систематической работы студентов в учебном процессе, повышение их заинтересованности в результатах обучения. Это достигается за счёт придания процессу обучения constitutive характера и использования морального и материально-го стимулирования успехов студента в учебном процессе.

Балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов основана на использовании совокупности контрольных точек, оптимально расположенных на всем временном интервале изучения дисциплины. При этом предполагается разделение всего курса дисциплины на ряд более или менее самостоятельных, логически завершённых блоков и модулей и проведение по ним контрольной акции.

Особо следует отметить, что балльно-рейтинговая система, являясь формой проверки приобретенных знаний и умений, активно влияет на изменение самой технологии учебного процесса в вузе, способствует автоматизации оценки и контроля знаний

Оценка качества учебной работы студента в балльно-рейтинговой системе является кумулятивной (накопительной) и используется для управления образовательным процессом и решения других вопросов по усмотрению вуза.

С введением балльно-рейтинговой системы вуз встречается с рядом проблем:

- значительно увеличивается трудоёмкость нагрузки преподавателей. Это связано с ведением учёта различных видов работ студентов: передачей тестовых заданий; проверкой и оценкой заданий, проверкой работ, которые присылаются студентами преподавателю по электронной почте (блок-схемы, рефераты, тесты и т.д.); учётом баллов студентов; разработкой, оформлением и заполнением рейтинговых таблиц по каждому студенту; консультированием студентов по подготовке домашних заданий и прочее №.

- увеличиваются объёмы дополнительной работы. Так, например, в нагрузке профессорско-преподавательского состава такой вид деятельности, как контроль самостоятельной работы студентов, исключён, не предусмотрена нагрузка преподавателям по проведению рубежного контроля, а таковой должен проводиться не менее 3-4 раз в семестр.

Следовательно вузу необходимо внести соответствующие дополнения и изменения в действующие нормативы для расчёта объёма нагрузки профессорско-преподавательского состава.

Для внедрения балльно-рейтинговой системы оценки знаний в вузе в первую очередь необходимо разработать:

– Положение о балльно-рейтинговой системы оценки знаний, в котором бы отражались следующие вопросы: виды и формы контроля результатов обучения студентов, баллы, оценки, шкалы и рейтинги, планирование рейтинга и критерии начисления баллов, организация учебного процесса в рамках балльно-рейтинговой системы, порядок аттестации по рейтингу и организация системы рейтинг-контроля, порядок ведения документации по системе контроля, основные функции участников балльно-рейтинговой системы и др.;

– Инструкции, содержащие порядок ведения учебного процесса и меру ответственности за его нарушение (например, за несвоевременное проведение контрольных мероприятий, нарушение графиков текущего контроля и т.п.) и ряд других документов.

Таким образом, внедрение рейтинговой системы оценки знаний в университете позволяет:

Студентам:

– организовать систематическую, ритмичную работу по усвоению учебного материала;

– ежедневно оценивать состояние своей работы по изучению дисциплины;

– получать объективные показатели своих знаний по отдельным блокам учебной дисциплины и прогнозировать итоговую оценку по дисциплине;

– иметь возможность получить итоговую оценку по дисциплине без экзамена по итогам текущего контроля.

Преподавателям:

– рационально планировать учебный процесс по данной дисциплине;

– контролировать ход усвоения каждым студентом и учебной группой изучаемого материала;

– своевременно вносить коррективы в организацию учебного процесса по результатам текущего рейтингового контроля;

– точно и объективно определять итоговую оценку по дисциплине с учетом текущей успеваемости и экзамена;

– принимать решение о возможности безэкзаменационной оценки по дисциплине по результатам текущего рейтинга.

Деканатам и кафедрам:

– улучшить контроль хода учебного процесса;

– оценить работу каждого студента и учебных групп по результатам текущего рейтингового контроля и оперативно вносить коррективы в организацию учебного процесса;

- объективно решать вопрос о возможности перевода студентов на следующую ступень образования;
- более рационально решать вопросы материального поощрения студентов (стипендии, надбавки и др.).

Литература:

1. Приказ Минобрнауки России от 11.07.2002 № 2654 «О проведении эксперимента по введению рейтинговой системы оценки успеваемости студентов вузов».
2. **Александров З.И., Афанасьева А., Сагитова Э, Строкина В.** Балльно-рейтинговая система оценки качества обучения в системе зачетных единиц/Высшее образование в России. – 2007. - № 8.
4. Нормативные материалы по организации учебного процесса в учебных подразделениях РУДН. Вып.1. – М.: РУДН, 2007. – 102 с.
5. **Сазонов Б.А.** Болонский процесс: актуальные вопросы модернизации высшего образования/Методическое пособие. – М.: МГТУ им. Баумана. – 2007. – 157 с.
6. **Третьякова Т.Н.** Теоретические основы управления профессиональной подготовкой специалистов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2000. – 198 с.

УДК 1 (091)

**ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СИМВОЛИЗМА
П.А. ФЛОРЕНСКОГО И А.Ф. ЛОСЕВА В СВЕТЕ
ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ЗНАНИЯ**

Шамрина О. П. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра Инженерной графики, e-mail: olga.olgina@gmail.com*)

Abstract. The article attempts to analyze the epistemological aspects of symbolism of A.P. Florensky and A.F. Losev, considers their critique of scientific knowledge, which is trying to give definitive answers to the questions of existence, briefly describes how to use the knowledge of the studied category symbol, highlighting particular interpretation of the concept in the heritage of Florensky and Losev.

Русский философ П.А.Флоренский в своем творчестве постоянно подчеркивал незавершенность научного, абстрактного знания, претендующего на роль всеобъемлющего средства познания действительности. Профессиональное знание физики, математики, астрономии позволяло Флоренскому, опираясь на работы Лобачевского, Авенариуса,

Маха, Пуанкаре, Римана и других ученых утверждать о неправомерности притязаний научного метода на завершенное, окончательное знание.

Не соглашаясь с общепринятыми формами научного знания, Флоренский вникал в суть наиболее интересовавших его вопросов и проблем бытия. Представление о прерывности устойчивой системы связей и отношений было у Флоренского альтернативой идеи линейного эволюционного развития вселенной. Пользуясь то языком математических символов, то языком философии, то языком искусствознания, то богословским языком, он прослеживал всеобщую закономерность, как функциональную связь явлений бытия. Он критиковал науку, стремящуюся «из самой себя», из логических схем и выкладок изучать и объяснять мир, давать окончательные ответы на вопросы бытия.

Кризис науки, который показал относительность, казалось бы, ее незыблемых теорий, был очевиден Флоренскому в том смысле, что необходимо сформировать истинную картину мира, попытаться найти перспективное направление в развитии познания. Флоренский, хорошо разбиравшийся в современных проблемах естественных наук, скептически относился к возможностям рассудочного, логического мышления в познании действительности.

Анализируя классическую науку в работе «У водоразделов мысли», Флоренский отмечал два основных барьера, которые определяются свойственной классической механике фрагментарной картиной мира. Один заключается в принципиальной для научного исследования приверженности единому методу познания. Научная мысль в получении знаний должна строго следовать избранному методу, но при его соблюдении ничего нового, кроме уже намеченного, получить невозможно. Другой барьер заключается в игнорировании связи с другими областями знания, другими науками. По мнению Флоренского, классическая наука строит одностороннюю картину мира, «сдвиги и перемещения мысли она возбраняет, приставляя к наблюдателю железный головдержатель и на глаза одевая шторы», игнорируя связь с другими областями познания. Наука, как отмечает Флоренский, вообще стремится к односторонности («области наук отрезаны друг от друга. Между науками нет связи»), (1) тем самым заранее определяется строгое направление в познании, отбрасывающее все, что не соответствует заданному вектору познавательного процесса.

Основной недостаток научного объяснения состоит в ограниченности понимания мира как живой природы, в том, что в нем реальность подменяется рассуждениями о ней, уводящими от самой реальности. Основную ошибку современных ему научных учений Флоренский видел в том, что рационалистическая наука имеет дело с остановившейся

мыслью, для нее представление о методах мышления важнее представлений об истине.

Изучая познавательный процесс, Флоренский указывал, что сознание, являясь отправной точкой для познания, не зависит от познавательных форм. Сознание, как связь знаний, раскрывается в «я», оно всегда дано в мысли. Мысль, познавшая себя до конца, становится живой мыслью. В познании, построенном на механистическом мировоззрении, исчезает личностный момент бытия, следовательно, необходим новый, символический синтез, который должен стать основанием для понимания «я» и познания мира.

Современное научное мировоззрение, по мнению Флоренского, разбивает целостную морфологию явлений, оно лишь доказывает их иллюзорность, уничтожает их конкретную суть, расчленяет ее. Любые объяснения являются условными, так как всякому объяснению можно противопоставить иное. Только символическое описание, по Флоренскому, создает модель сходную с реальностью. Для этого символ необходимо использовать именно как инструмент познания, а не объект его. Это возможно, если символический образ сохранит свою суть, являясь воплощением объекта познания, а не его объяснением.

Только двуединая, духовно-материальная связь между символом и объектом познания делает символ истинно познавательным инструментом. Истинное научное познание возможно тогда, когда наука в своих подлинных формах символична, делает вывод Флоренский. Символический характер науки доказывает ее иррациональный момент.

Флоренский анализирует процесс познания и основную познавательную функцию разума - память, трактуя ее как творческое воссоздание того, что открывается мистическим опытом, т.е. «создание во Времени символов Вечности...символо-творчество».(2) Символ, по Флоренскому, является наиболее органичной формой обретения истины, поскольку он сочетает конкретную материальную телесность с бесконечностью трактования его содержания, непосредственно переживаемого в опыте индивида.

Флоренский выводит две предпосылки для возникновения науки: во-первых, чувство и идея, имеющие своим содержанием закономерное единство твари, во-вторых, чувство и идея, утверждающие подлинную реальность твари. Эта антиномия, по Флоренскому, должна являться основой современной науки: «если ранее было показано, что догмат Троичности - исходное начало философии, то теперь открывается, что он служит правилом и для построения науки». (3) Другими словами: многообразие вселенной, заключенное в единство, указывает на еди-

ную, свободную творческую волю, следовательно, единственный путь познания заключается в необходимости синергетического познания.

Флоренский считает необходимым признать разум причастным бытию и бытие причастным разумности, следовательно «акт познания есть акт не только гносеологический, но и онтологический, не только идеальный, но и реальный».(4) Флоренский подчеркивает некую априорную данность реальности мира и его истины познавательным способностям человека, превосходящим его разум и по сути делающим работу разума возможной. Это то, что можно было бы назвать верой, как способностью видения поверх разумной данности.

Философ считает величайшим заблуждением то познание, которое «лишено качества неведомости», то есть Флоренский отрицает возможность окончательного познания, которое связано с упорядоченностью, свойственной науке, а значит – со смертью: «Беспорядочному богатству и жизни неустроенной противостоит упорядоченная пустота и смерть...признать неправду науки – значит сказать «да» времени, сказать «да» жизни, то есть сделать время, сделать Жизнь своим методом».(5)

Теории познания, опирающиеся только на строгую логику, были неприемлемы для Флоренского, он считал, что природа опрокидывает любой закон, как бы ни был он надежен. Научное мировоззрение, по его мнению, исходило из отрицания реальности. «Бесчеловечной научной мыслью» называл философ познание Нового времени и «бессмысленной человечностью» – познание в эпоху Возрождения. «Конкретное познание» он считал единственно правильной точкой зрения на целостную символическую систему восприятия реальности. «Всегда мой ум был занят познанием конкретным...Всю свою жизнь я думал, в сущности, об одном: об отношении явления к ноумену, об обнаружении ноумена в феноменах, о его выявлении, о его воплощении. Это вопрос о символе. И всю свою жизнь я думал только об одной проблеме, о проблеме символа».(6)

Необходимо еще раз подчеркнуть гносеологический аспект символа в творчестве Флоренского. Символ в силу своей природы дает возможность учета противоречий различных взглядов и точек зрения, которые определяются разницей конкретных чувственных явлений и разными временными фазами этих явлений. Только такой подход позволяет познать многообразные реальные проявления бытия. Теория познания, построенная на рационализме, статична, тогда как теория символического познания динамична и знание становится всеохватным.

Лосев, также как и Флоренский, критикует рационализм науки и его понимание символа выступает как альтернатива схематизированному мышлению науки, представляет собой особую органическую форму

преодоления противоречий реального и идеального. Лосев диалектически исследовал принцип символизма, как основы существования теории познания, и рассмотрел символ как выразительную единицу сущности вещи, показывая, как происхождение самого символа, так и бесконечность порождаемых им смыслов. Ученый относит символ к области теории познания и рассматривает его в трехступенчатом познавательном процессе, в соответствии с философской теорией отражения. (7)

Трактуя символ в его связи с объективной действительностью, Лосев исследует его природу на первой ступени познания как проявление живого созерцание действительности и как ее отражение. Далее, чувственное живое созерцание реальности в символе доходит до степени абстрактного мышления, т.е. действительность в символе превращается в синтетическое целое, в его обобщенную закономерность. Наконец, на третьей ступени познания символ у Лосева вновь возвращается к отражаемой им вещи, но уже дает эту вещь в преображенной для целей познающего субъекта форме. Философ указывает на то, что наука должна использовать символы именно на основе принципа диалектического, творческого становления действительности.

А.Ф. Лосев демонстрирует, что в символе обязательно присутствует обобщение, создающее бесконечную смысловую перспективу, неисчерпаемость содержания. Поэтому символ является не простым и бессодержательным указанием на тот или другой факт действительности, но живой развивающейся структурой, в которой присутствует диалектическое становление. Символ – это не просто знак, но конструктивный принцип, «построение, которое взывает к практическому и уже сознательному творческому переделыванию действительности». (8) В каждом символе заключена определенная идея, являющаяся законом его построения. Поскольку в символе отождествляются символизирующее и символизируемое, то эта центральная идея символа как раз и является тем ядром, в котором различные по своему смыслу стороны символа соприкасаются друг с другом и приходят во взаимодействие.

Важно отметить понимание Лосевым гносеологической функции слова и имени как особого символического феномена. Лосев считает слово и имя наиболее показательными результатами человеческого мышления, главными продуктами мысли. Общий анализ слова и имени философ считает необходимым, «чтобы в дальнейшем ясны были пути и методы научно-эмпирического анализа», (9) любой дисциплины, подчеркивая важную познавательную роль этих феноменов.

По мнению Лосева, любой науке необходимо использовать возможно более обстоятельный анализ имени и слова: «Это нужно сказать

о всякой науке вообще, ибо всякая наука есть наука о смысле, или об осмысленных фактах». (10)

Таким образом, лосевская теория символа и имени предоставляет важные гносеологические перспективы. Самым органичным способом «энергийного», словесного становления сущности становится символизм, поскольку «все, утверждаемое нами о сущности как таковой, есть утверждение символическое». (11) Такой подход позволяет найти прямую зависимость между выражением и смыслом сущности: чем точнее выражение, тем более проявленной становится сама познаваемая сущность, что имеет важное значение в процессе познания действительности.

Перспектива развития науки, по убеждению П.А. Флоренского и А.Ф. Лосева, заключается в ее объединении с символизмом, так как только в символе бытие к нам реально приближается. (12) Наука приобретает подлинную познавательную возможность только в символической практике, в ее синтетическом образовании: символе. Сущность целостного мира, по мнению философов, необходимо изучать во всех внешних проявлениях его частей и в формах математических, словесных, символических и других. Отсюда их энциклопедизм как универсальное познание мира в единстве материи и духа, знания и веры, во всех его смыслах и формах.

В свете новейших естественнонаучных открытий приходится осознавать факт творения мира умопостигаемых форм, их невозможно описать количественно, оставаясь в пределах физики, что приводит к таким факторам научного исследования, которые не укладываются в рамки общепринятых естественнонаучных доктрин. Естественнонаучные дисциплины могут быть вовлечены в метафизические исследования и философский дискурс, а это способен сделать только символ, т.к. только в символе возможна максимальная трансляция невыразимого смысла. Рассматриваемые в таком контексте естественнонаучные достижения, еще в большей степени могут проливать свет на тайну бытия, которая выходит за пределы постижимого разумом, что не раз утверждали в своих исследованиях П.А. Флоренский и А.Ф. Лосев.

На наш взгляд, для правильного понимания в преподавании базовых естественнонаучных дисциплин в высшей школе науку необходимо вовлечь в контекст общего духовного развития человечества, соединить цели познания с представлением о смысле жизни, и тем самым научное познание приобретет реальную значимость для обучающихся. А т.к. любые размышления о причинах, лежащих в основании бытия, приводят к соотнесению онтологии мира чувственного с онтологией мира умопостигаемого и наоборот, то становится неизбежным использова-

ние символизма как единственно возможного способа указания на трансцендентный источник всего бытия.

Литература:

1. **Флоренский П.А.** Наука как символическое описание.// У водоразделов мысли.// Павел Флоренский. Имена. М.: Эксмо, 2008. С.103
2. **Флоренский П.А.** Столп и утверждение истины. М.: АСТ, 2002.С. 178
3. Там же. С. 234
4. Там же. С.84
5. **Флоренский П.А.** У водоразделов мысли.//А.П. Флоренский. Имена. М.: Эксмо, 2008. С.105
7. **Флоренский П.А.** Детям моим. Воспоминанья прошлых дней. М.: АСТ, 2004.С.206-
 1. 207
8. **Лосев А.Ф..** Логика символа.// А.Ф.Лосев. Из творческого наследия. М.: Русский миръ, 2007.С.314
9. Там же. С.320
10. **Лосев А.Ф..** Философия имени. //А.Ф. Лосев. Бытие. Имя. Космос. М.: Мысль,1993. С.629
11. Там же. С. 628
12. Там же. С. 695
13. **Доброхотов А.Л.** Мир как имя.//Лосев А.Ф. Современники о мыслителе. М.: Русский миръ, 2007.С.598

ХИМИЯ

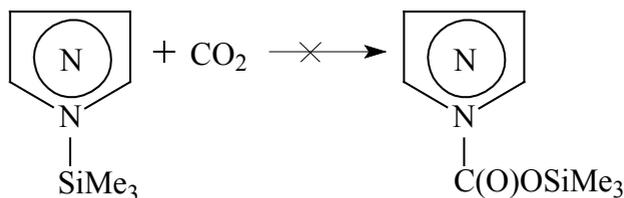
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ ДИАЗОЛОВ В СИНТЕЗЕ О-СИЛИЛ-УРЕТАНОВ

Белова Л. О., Панфилова В. М., Плетнева М. В., Кирилин А. Д.
(г. Москва, Московская государственная академия тонкой химической технологии имени М. В. Ломоносова, кафедра химии и технологии элементоорганических соединений им. К.А. Андрианова, lya17@mail.ru).

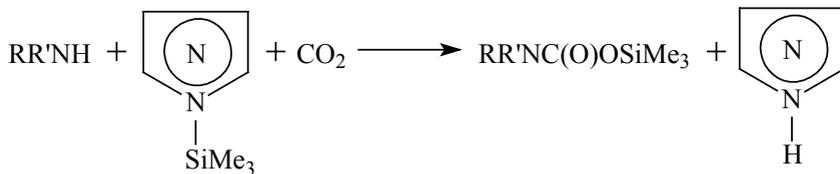
Established that a couple of N-trimethylsilyl derivatives diazoles / carbon dioxide can be successfully used as a N-siloxycarbonyl reagent for receipting O-silyluretanes from primary and secondary amines and derivatives of hydrazine.

Полиазотсодержащие соединения, благодаря своей структуре и ценным прикладным свойствам постоянно привлекают исследователей и позволяют получать на их основе ценные с практической точки зрения продукты. Особое место среди них занимают диазолы.

Известно, что N-триметилсилилпроизводные диазолов обладают высокой силилирующей способностью, что позволяет успешно использовать их в качестве силилирующих реагентов в тонком органическом синтезе, часто в тех случаях, когда другие силилирующие реагенты не справляются с задачей. В тоже время установлено, что они не поглощают диоксид углерода, т.е. не вступают в реакцию карбоксилирования.



Сочетание этих двух факторов позволило нам открыть новый N-силоксикарбонилирующий реагент. Оказалось, что пару: N-триметилсилилпроизводное диазола - диоксид углерода можно успешно применять в качестве N-силоксикарбонилирующей смеси при получении O-силилуретанов как из первичных и вторичных аминов, так и из производных гидразина.



Использование обнаруженного нами нового N-силоксикарбонилирующего реагента: N-триметилсилилпроизводное диазола/диоксид углерода приводит к значительному сокращению времени реакции и повышению выхода целевых продуктов.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ ФОРМИАТОВ

Мотылева Т.А.¹, Берестова Г.И.², Лавринюк Е.Н.² (г. Мурманск, МГТУ, кафедра морского нефтегазового дела и сплошных сред¹, кафедра химии²)

Аннотация. In work the expediency and perspectivity of use of formiates as clay breeds of components of technological liquids weighting and inhibiting inturgescence for the oil and gas industry is investigated.

В работе исследована целесообразность и перспективность использования формиатов в качестве утяжеляющих и ингибирующих набухание глинистых пород компонентов технологических жидкостей для нефтегазовой промышленности.

Введение. Повышение устойчивости стенок ствола скважины при бурении в глинистых отложениях, качества вскрытия и сохранения коллекторских свойств продуктивных горизонтов в процессе освоения и эксплуатации скважин относится к приоритетным задачам нефтегазовой отрасли. Одним из путей повышения качества строительства и эксплуатации скважин является разработка рецептур бурового раствора и жидкостей перфорации и глушения на основе новых, более эффективных ингибиторов гидратации и набухания глинистых отложений, снижающих риск повреждения продуктивных пластов.

В теории и практике буровых работ особое внимание уделяется совершенствованию составов ингибирующих растворов на основе солей. Минерализованные растворы, обладая ингибирующей способно-

стью, имеют высокую плотность, что обеспечивает возможность сокращения расхода утяжелителей и даже полного исключения их из состава буровых растворов и технологических жидкостей. Анализ литературных источников показал перспективность использования солей муравьиной кислоты (формиатов), растворы которых обладают рядом преимуществ по сравнению с растворами на основе других традиционно используемых солей: хорошей растворимостью, высокой термостабильностью, низкой коррозионной активностью, экологической безопасностью.

В данной работе проведены исследования формиатов натрия и калия в качестве водорастворимой утяжеляющей добавки и ингибитора набухания глинистых пород.

Методика проведения исследований. Были использованы образцы технических солей (производители ООО «Метафракс» и ООО «Сода-хлорат»). Изучение водорастворимости проводилось при температуре 20 ± 1 °С с использованием дистиллированной воды в диапазоне концентраций от 5 до 50 % масс. Оценка степени набухания бентонита проводилась на приборе Ярова-Жигача.

Поверхностное (на границе с воздухом) и межфазное (на границе с гептаном) натяжение растворов измеряли методом Вильгельми. Средняя относительная погрешность составляла не более 3 % при доверительной вероятности 0,95.

В качестве ПАВ комплексного действия использовали реагент ПКД-515, который представляет собой композицию многофункциональных ПАВ неионогенного типа (нефрас, этилбензол, изопропанол, неол АФ 9-12 – оксиэтилированный моноалкилфенол на основе тримеров пропилена).

Результаты исследования. Экспериментально установлено, что формиаты обладают хорошей растворимостью до 50 %-ного содержания их в воде с образованием прозрачных растворов плотностью до 1340 кг/м^3 . Наряду с этим формиаты обладают большей утяжеляющей способностью по сравнению с хлоридами натрия и калия за счет лучшей растворимости. В таблице 1 приведена сравнительная характеристика насыщенных растворов формиатов натрия и калия по сравнению с другими солями, которые могут быть применены для приготовления минерализованных растворов. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что по утяжеляющей способности формиаты уступают только хлориду кальция.

Таблица 1. Сравнительная характеристика насыщенных растворов солей.

Наименование соли	Плотность, кг/м ³	Концентрация, %
1. Формиат калия технический (НСООК)	1344	50
2. Формиат натрия технический (НСООНa)	1315	50
3. Хлорид калия (KCl)	1170	20
4. Хлорид натрия (NaCl)	1200	26
5. Хлорид кальция (CaCl ₂)	1400	40

Исследованы ингибирующие свойства формиатов калия и натрия в сравнении с хлоридами калия и кальция. Оценка степени набухания немодифицированного бентонита, имеющего высокую степень коллоидальности (выход раствора 18 м³/т), в 5 – 10 %-ных растворах солей позволяет сделать вывод о том, что формиаты калия и натрия обладают достаточной ингибирующей способностью. Динамика набухания образцов бентонита в растворах солей представлена в таблице 2.

По степени набухания бентонита в растворах солей исследуемые составы располагаются следующим образом: в меньшей степени набухание бентонита происходит в растворах хлорида калия, затем в растворах формиата калия и формиата натрия. В большей степени происходит набухание в растворе хлорида кальция. При этом следует отметить, что в растворах хлорида калия и формиата калия коэффициент набухания практически не уменьшается с увеличением концентрации солей с 5 до 10 %, в то время как степень набухания бентонита в 10 %-ном растворе формиата натрия несколько снижается. Оптимальной концентрацией для формиата калия можно считать 5 %, а для формиата натрия не менее 10 %.

Таким образом, учитывая более высокую ингибирующую способность по сравнению с формиатом натрия, дальнейшие исследования по разработке рецептур технологических жидкостей (бурового раствора и жидкостей глушения и перфорации) проводились с использованием формиата калия.

Проведены предварительные исследования изменения поверхностного (на границе с воздухом) и межфазного (на границе с гептаном) натяжения водных растворов в зависимости от содержания ПАВ ПКД-515 и формиата калия. Результаты представлены на рис. 1 и 2.

Таблица 2. Набухание бентонита с выходом 18 м³/т в растворах солей.

Время набухания	Состав раствора							
	Дистиллированная вода (К)	К + 5 % КСl	К + 10 % КСl	К + 5 % НСООНa	К + 10 % НСООНa	К + 5 % НСООК	К + 10 % НСООК	К + 10 % СаСl ₂
	Коэффициент набухания							
1 мин.	0,42	0,53	0,50	0,65	0,62	0,60	0,60	0,69
5 мин.	0,76	0,55	0,53	0,71	0,64	0,62	0,61	0,73
15 мин.	1,06	0,56	0,54	0,72	0,65	0,63	0,61	0,75
30 мин.	1,17	0,57	0,55	0,73	0,66	0,63	0,62	0,78
1 час.	1,35	0,57	0,55	0,74	0,67	0,63	0,62	0,80
2 час.	1,44	0,57	0,55	0,74	0,68	0,63	0,62	0,81
3 час.	1,52	0,57	0,55	0,75	0,69	0,63	0,62	0,82
4 час.	1,58	0,58	0,56	0,75	0,69	0,63	0,62	0,83
5 час.	1,63	0,58	0,56	0,75	0,69	0,64	0,62	0,83
6 час.	1,68	0,58	0,56	0,76	0,69	0,64	0,62	0,83
24 час.	2,40	0,60	0,58	0,77	0,71	0,66	0,64	0,85

По степени набухания бентонита в растворах солей исследуемые составы располагаются следующим образом: в меньшей степени набухания бентонита происходит в растворах хлорида калия, затем в растворах формиата калия и формиата натрия. В большей степени происходит набухания в растворе хлорида кальция. При этом следует отметить, что в растворах хлорида калия и формиата калия коэффициент набухания практически не уменьшается с увеличением концентрации солей с 5 до 10 %, в то время как степень набухания бентонита в 10 %-ном растворе формиата натрия несколько снижается. Оптимальной концентрацией для формиата калия можно считать 5 %, а для формиата натрия не менее 10 %.

Таким образом, учитывая более высокую ингибирующую способность по сравнению с формиатом натрия, дальнейшие исследования по разработке рецептур технологических жидкостей (бурового раствора и жидкостей глушения и перфорации) проводились с использованием формиата калия.

Проведены предварительные исследования изменения поверхностного (на границе с воздухом) и межфазного (на границе с гептаном) натяжения водных растворов в зависимости от содержания ПАВ ПКД-515 и формиата калия. Результаты представлены на рис. 1 и 2.

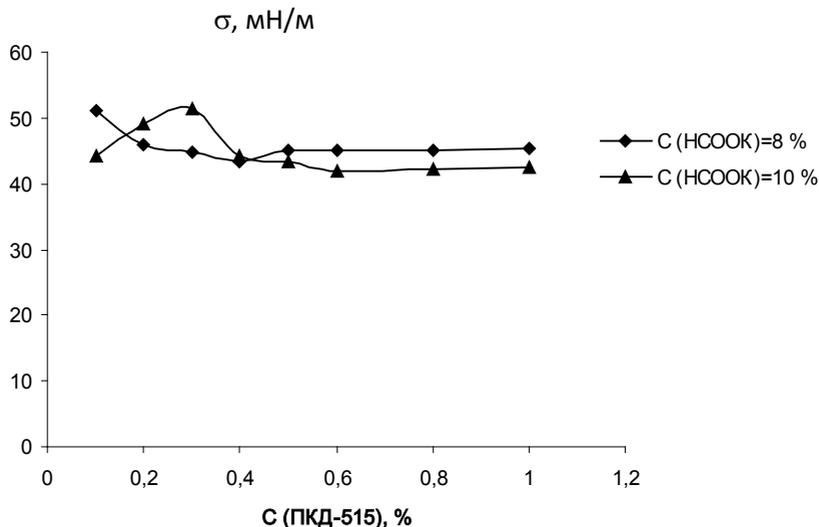


Рис. 1. Зависимость поверхностного (на границе с воздухом) натяжения водных растворов ПКД-515 в присутствии формиата калия от концентрации ПКД-515, $t = 22$ °С.

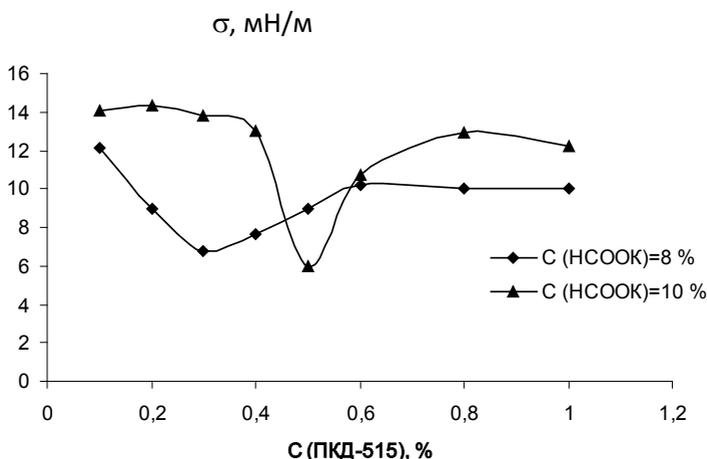


Рис. 2. Зависимость межфазного (на границе с гептаном) натяжения водных растворов ПКД-515 в присутствии формиата калия от концентрации ПКД-515, $t = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$.

ПАВ комплексного действия ПКД-515 характеризуется высокой поверхностной активностью и способностью понижать межфазное натяжение на границе с углеводородом. Формиат калия не оказывает существенного влияния на поверхностное и межфазное натяжение. Оптимальными значениями содержания в растворе ПКД-515 является 0,4 – 0,5 %; содержания формиата калия – 8 – 10%, при этом плотность растворов составляет 1047 – 1062 кг/м³.

Таким образом, полученные результаты показали целесообразность и перспективность использования формиата калия в качестве компонента технологических жидкостей, используемых в нефтегазовой промышленности.

Литература:

1. **Даунс, Дж.** Опыт бурения НТНР-скважин в Северном море / Дж. Даунс // Нефтегазовые технологии. – 2008. - № 8. – С. 57 – 60.
2. Разработка утяжеленных безглинистых буровых растворов для вскрытия продуктивных пластов: Отчет о НИР ООО «Пермнефть», рук. А.М. Нацепинская – 33/39-26. – Пермь, 2001, - 48 с.
3. **Иносаридзе, Е. М.** Буровой раствор для бурения скважин со значительными вертикальными отходами в разрезах, сложенными глинистыми отложениями / Е.М. Иносаридзе, Г.Г. Ишбаев, Г.В. Загидуллина // Нефтяное хозяйство. – 2010. - № 3. – С. 28 – 32.

4. **Рябокоть, С. А.** Технологические жидкости для заканчивания и ремонта скважин: Сб. научн. тр. НПО «Бурение» / С.А. Рябокоть. – Краснодар. - 2002. – С. 26 – 28.

5. Технологическая жидкость для перфорации и глушения нефтяных скважин / Г.И. Берестова, С.Р. Деркач, Т.А. Мотылева. Патент № 24011857. – 2010.

ДИФФУЗИЯ КОЛОИДНЫХ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА И МОЛЕКУЛ ОРГАНИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ В ИСПАРЯЮЩЕЙСЯ КАПЛЕ ЖИДКОСТИ

Брюханов В. В., Мыслицкая Н. А., Хитрин А. В., Иванов А. М.
(г. Калининград, ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», научно-исследовательская лаборатория микро- и нанотехнологий, the_samusev@yahoo.com)

Diffusion coefficient distribution of silver nanoparticles in vaporizing solution droplet has been measured. It was assumed that capillary fluxes cause the redistribution of the nanoparticles concentration.

Введение. В последнее время большой научный интерес проявляется в области физико-химических процессов, происходящих в высыхающей капле [1]. Интерес к этим объектам вызван, прежде всего, многочисленными приложениями от производства наноструктур [2] до задач медицинской диагностики [3]. Известно, что испаряющаяся капля чистого растворителя сохраняет краевой угол, не изменяя площадь контакта с твердой подложкой. Если в капле жидкости растворены вещества или имеются взвеси, то при испарении сохраняется площадь основания (явление пиннинга), а краевой угол уменьшается. При этом внутри капли возникают течения, выносящие растворенные вещества или взвешенные частицы на край капли, что способствует закреплению границы. В результате после полного высыхания капли на основании остается след в виде кольца. При испарении в капле происходит конкурирование процессов диффузии и капиллярного течения. Представляло интерес получить экспериментальные сведения о диффузионных процессах молекул и наночастиц в испаряющейся капле оптическими методами.

Методика эксперимента. В работе использован метод лазерной фотокорреляционной спектроскопии, с помощью которого определялись параметры движения наночастиц серебра внутри испаряющейся капли. В указанном методе информация о коэффициенте диффузии наночастиц содержится в зависящей от времени корреляционной функции флуктуаций интенсивности. Временная автокорреляционная функция согласно определению имеет следующий вид:

$$G(\tau) = \langle I(0)I(t - \tau) \rangle = \lim_{t_m \rightarrow \infty} \frac{1}{t_m} \int_0^{t_m} I(t)I(t - \tau) dt, (1)$$

где интенсивность I имеет различные значения во время t и $t - \tau$; t_m – время интегрирования (время накопления корреляционной функции). Источником излучения служил одномодовый гелий-неоновый лазер ($W = 25$ мВт; $\lambda = 632,8$ нм; диаметр сечения луча 100 мкм). Лазерное излучение рассеивалось наночастицами, участвующими в броуновском движении. Исследования флуктуаций интенсивности рассеянного света осуществлялось на установке, собранной на базе оптического гониометра ЛОМО. Рассеянный свет регистрировался системой счета фотонов фирмы «Photocor-FC». Корреляционная функция интенсивности рассеянного света вычислялась с использованием 32-битного 282-канального коррелятора «Photocor-FC», подключенного к компьютеру. По корреляционной функции определяются коэффициент диффузии D .

В работе исследовалась капля бидистиллированной воды с наночастицами серебра при концентрации 10^{-7} об. %, высыхающая на стеклянной подложке. Диаметр капли 7 мм, высота в начале эксперимента 3 мм. Испарение капли происходило при комнатной температуре. Лазерный луч проходил на расстоянии 1 мм от подложки. В соответствии с работами [4-5] на таком расстоянии от гладкой поверхности коэффициент диффузии наночастиц совпадает по значению с коэффициентом диффузии наночастиц в объеме жидкости. Измерения коэффициента диффузии проводились многократно с интервалом в 15 минут. За это время в результате испарения воды высота капли уменьшилась на 1/3.

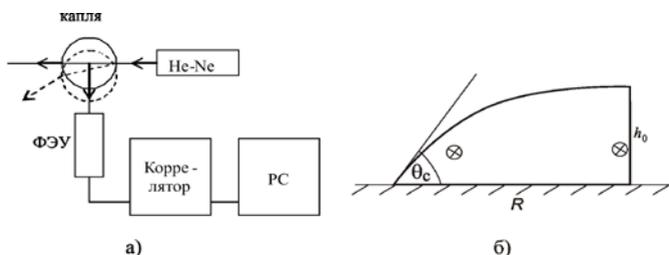


Рис. 1. а) Схема эксперимента (вид сверху). Лазерный луч проходит через центр или через край капли; рассеянное излучение регистрируется системой счета фотонов. б) Профиль капли, испаряющейся в условиях пиннинга на твердой подложке. Указаны места прохождения лазерного луча. θ_c – краевой угол, h_0 – высота капли в начальный момент

Результаты. Полученные результаты по измерению коэффициентов диффузии наночастиц представлены на рис.2. На горизонтальной шкале $r = 0$ соответствует середине капли (радиус капли 7 мм). Из рис.2 видно, что в начальный момент коэффициент диффузии наночастиц выше в центре, чем на краю капли. Различие остается и через 15 минут испарения, однако оно значительно уменьшается.

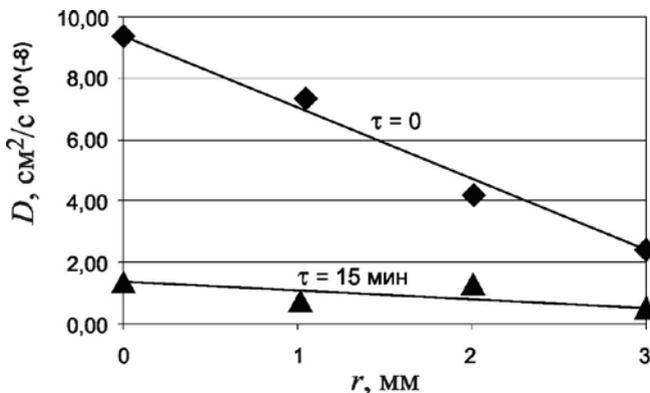


Рис. 2. Значения коэффициента диффузии в разных точках испаряющейся капливо моменты времени $\tau = 0$ и $\tau = 15$ мин

Проанализируем полученные экспериментальные результаты, основываясь на выводах теоретической работы Тарасевича Ю.Ю. [1].

В работе была разработана модель капли, испаряющейся в условиях пиннинга, и получено уравнение пространственной и временной динамики концентрации растворенного вещества:

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} + \left(\frac{x}{4(1-\tau)} + \tilde{D} \frac{2x}{1-x^2} \right) \frac{\partial c}{\partial x} = \tilde{D} \frac{1}{x} \frac{\partial}{\partial x} \left(x \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{c}{2(1-\tau)(1-x^2)} \quad (7)$$

где $\tau = t\nu_0/h_0$ - безразмерное время, $x = r/R$ - безразмерная координата, c - концентрация растворенного вещества, $\tilde{D} = \frac{h_0 D}{\nu_0 R^2}$ -

безразмерный параметр, определяющий, какой из процессов – испарение или диффузия играет доминирующую роль в перераспределении компонентов; R – радиус основания капли, h_0 – начальная высота капли, v_0 – скорость изменения высоты капли, D – коэффициент диффузии. Уравнение (7) авторами было решено численно и рассчитаны концентрационные зависимости распределения вещества к концу испарения капли с растворенным веществом – солью и альбумином. Показано, что зона пиннинга насыщается солью и альбумином с различным распределением концентрации по радиусу к краю капли.

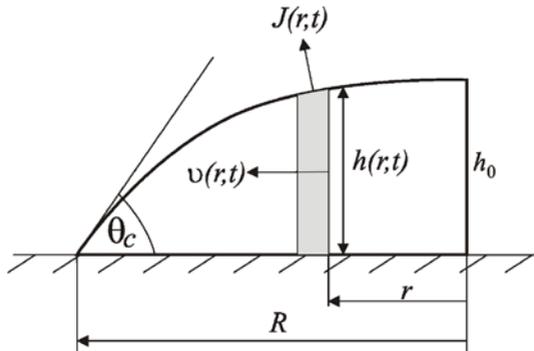


Рис. 3. Профиль капли, испаряющейся в условиях пиннинга.

На рисунке указаны θ_c – краевой угол, h_0 – высота капли в начальный момент, $h(r,t)$ – толщина капли, $v(r,t)$ – усредненная по высоте скорость капиллярного течения в точке r , $J(r,t)$ – плотность потока пара в точке r

Из рис.2 в наших исследованиях видно, что коэффициент диффузии D наночастиц зависит от времени и расстояния от центра капли. Значение коэффициента диффузии в центре капли в начальный момент времени совпадает со значением коэффициента диффузии в свободном объеме данного раствора. По формуле (6) были рассчитаны коэффициенты D наночастиц и сведены в табл. 1.

Из таблицы видно, что у края капли значения D в начале измерений ($\tau=0$) в 6,9 раз меньше, чем в центре капли. Следует обратить внимание также на размеры рассеивающих частиц в начальный момент времени в центре и на краю капли. Отношение размеров рассеивающих частиц в 1.1 раза больше, чем это следовало бы ожидать по формуле (6), по которой рассчитывались величины D . Это может быть обусловлено двумя причинами. Первая причина может быть связана с ассоциацией наночастиц серебра. По технологическим причинам, с целью предот-

вращения выпадения частиц металлического серебра в осадок, наночастицы серебра модифицируются поверхностно-активным веществом (ПАВ) 2-бис-этил-гексил-сульфосукцинатом натрия (аэрозоль – ОТ). По-видимому, эта оболочка вызывает увеличение размеров рассеивающих наночастиц серебра в результате их «слипания» - ассоциации. Второй причиной увеличения сечения рассеивающего диаметра наночастиц может быть некоторое увеличение вязкости η среды в результате частичного гелеобразования из-за ассоциации наночастиц и возникновения клубка ПАВ. При этом предполагается, что размеры частиц остаются сферическими.

Спустя $\tau = 15$ мин диффузия в центре капли уменьшается в 3,9 раза, а на краю капли лишь в 1,5 раза. При этом отношение размеров рассеивающих наночастиц становится в 1,8 раза больше, чем отношение измеренных с помощью корреляционной функции (3) величин D . По предполагаемым выше причинам в капле происходит дальнейшая ассоциация наночастиц и увеличение вязкости среды.

Таблица 1

	Время измерения	$D, 10^{(-8)},$ $\text{см}^2/\text{с}$	$R_p, \text{нм}$
Середина капли	$\tau=0$	9,34	41,34
	$\tau=15$ мин	2,41	178,4
Край капли	$\tau=0$	1,34	319,2
	$\tau=15$ мин	0,88	881,0

Таким образом, уменьшение коэффициентов диффузии D наночастиц связано, во-первых, с увеличением их концентрации в результате испарения воды и уменьшением объема капли, и, во-вторых, с выносом вещества на края капли в результате капиллярной диффузии, что подтверждается значительным увеличением размеров рассеивающих частиц на краю капли по описанным выше причинам.

Следовательно, полученные результаты должны объясняться процессами, характерными для испаряющихся капель. Оценим, используя выводы работы Тарасевича Ю.Ю.[1], безразмерный коэффициент диффузии. Выберем величину скорости испарения воды в капле $v_0 = 4 \cdot 10^{-7}$ м/с [1]. Зная начальную высоту капли h_0 , диаметр основания и коэффициент диффузии наночастиц, можно подсчитать характерные времена высыхания капли и диффузии наночастиц к краю капли:

$$t_v = \frac{h_0}{v_0} \approx 7,5 \cdot 10^3 \text{ с}, \quad t_d = \frac{R^2}{D} \approx 1,3 \cdot 10^6 \text{ с},$$

ния времен вычислены в центре капли). Следовательно, диффузионный процесс слишком медленный по сравнению испарением, и возникающий процесс перераспределения концентрации не успевает выравняться за счет диффузии.

Найдем безразмерный параметр \tilde{D} , характеризующий, какой процесс, испарение или диффузия преобладает в капле:

$$\tilde{D} = \frac{t_v}{t_d} \approx 4,4 \cdot 10^{-3}.$$

В работе [1] даны значения этого параметра для капли 9%-го раствора альбумина $\tilde{D} = 0,03$ и для раствора NaCl 0,9% –

$\tilde{D} = 0,6$. Видно, что значение D , полученное в наших исследованиях для раствора наночастиц на порядок меньше, чем для белковых молекул. Различие объясняется тем, что размеры модифицированных наночастиц серебра, использованных в нашей работе примерно в 10 раз больше размеров молекул белка ($R = 5 - 8$ нм) и их диффузия происходит медленнее при той же температуре. Вместе с тем, в капле существует градиент концентрации наночастиц серебра из-за большей скорости ассоциации модифицированных наночастиц серебра на краю капли по сравнению с центром капли, в результате чего возникает необратимый перенос вещества.

Литература:

1. **Тарасевич Ю.Ю. Православнова Д.М.** Качественный анализ закономерностей высыхания капли многокомпонентного раствора на твердой подложке // Журнал технической физики. 2007. -Т. 77. -Вып. 2. -С. 17-21.
2. **Нанонаука и нанотехнологии.** Энциклопедия систем жизнеобеспечения /Редактор Е.Е. Демидова/ М.,Изд-во "МАГИСТР-ПРЕСС". - 2009. -992 С.
3. **Рапис Е. Г.** Белок и жизнь(самосборка и симметрия наноструктур белка). Иерусалим; М.: ЗЛ. Милта ПКПТИТ. 2002. -257С.
4. **Брюханов В. В. Самусев И. Г., Иванов А. М.,** Мыслицкая Н.А. Аномальная диффузия наночастиц в воде вблизи пористой поверхности // Ж. Физ. Хим. 2008. -Т.82. -№2. -С.1-5.
5. **Брюханов В. В. Самусев И. Г., Иванов А. М., Мыслицкая Н.А.** Диффузионное зондирование наночастицами структуры воды и водно-органических растворов вблизи пористой поверхности и в объеме в широком интервале температур // Изв. вузов. Физика. 2009. -Т.2. -С.8-15.

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ КАК ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ

Булычев Н. А.¹, Кистерев Э. В.¹, Малюкова Е. Б.², Фомин В. Н.³ *г. Москва, Институт общей и неорганической химии им. Н.С.Курнакова РАН, ² Московский Государственный Текстильный Университет им. А.Н.Косыгина, ³ Научный Центр нелинейной волновой механики и технологии РАН, E-mail: nbulychev@mail.ru)*

In this work, the wave vibrations in sound and ultrasound frequency ranges were applied for treatment of multiphase systems such as emulsions and suspensions based on industrial oil and water, butadiene-styrene and acrylic latexes, water-soluble polymers with activated coal, silica, zeolite, composition of inorganic pigments (titanium dioxide and ferrous oxide) with polymer stabilizers based on cellulose ethers.

The wave treatment has been demonstrated to affect rheological and colloid properties of these dispersed systems. The increase of adsorption saturation of surface of dispersed particles as a result of ultrasonic treatment was exemplarily investigated on titanium dioxide and ferrous oxide solid particles. This proves that intensive wave treatment provides the intensification of mass transfer processes, affecting the behaviour of polymer surfactants at inter-phase surface.

При изучении структуры и свойств полимерных композиционных материалов (ПКМ) плодотворным является подход, основанный на феноменологической аналогии ПКМ с дисперсными системами. При этом полезную информацию дает рассмотрение различных коллоидно-химических аспектов устойчивости и стабилизации дисперсных систем, поверхностных явлений с учетом адсорбции на межфазной границе, внешних механических воздействий. Как известно, наряду с использованием поверхностно-активных веществ (ПАВ) для стабилизации неравновесной фазовой структуры (физико-химический фактор) может быть использован метод повышения интенсивности тепло- и массопереноса при смешении и диспергировании компонентов (механический фактор). Одним из таких методов является механической волновое воздействие, позволяющее возбуждать в многофазных средах нелинейные колебания в резонансном режиме [1].

В представленной работе волновая технология в звуковом диапазоне колебаний и в ультразвуковом поле применялась для воздействия на такие многофазные системы как эмульсии и суспензии на основе индустриального масла и воды, бутадиестирольного и акриловых латек-

сов, композиции растворов водорастворимых полимеров (желатин, крахмал, полиакриловая кислота, полиакриламид), наполненных активированным углем, высокодисперсным диоксидом кремния, цеолитом, а также композиции неорганических пигментов (диоксида титана и оксида железа) с полимерными стабилизаторами на основе эфиров целлюлозы [2].

Волновое воздействие оказывает заметное влияние на реологические и коллоидно-химические свойства рассмотренных дисперсных систем. Так, отмечается снижение кинематической и динамической вязкости полиакриловой кислоты, полиакриламида и наполненных композиций, повышение степени дисперсности наполнителя. На примере композиций, содержащих диоксид титана и оксид железа показано повышение адсорбционной насыщенности поверхности частиц дисперсной фазы, что свидетельствует об интенсификации массообменных процессов, влияющих на перераспределение полимерного ПАВ между фазами.

Исследование дисперсности латексных смесей показывают снижение среднего наиболее вероятного диаметра латексных частиц после волнового воздействия. Кривые распределения частиц по диаметрам обнаруживают сужение полидисперсности, что является свидетельством эффективности волнового воздействия в разрушении ассоциатов частиц при сохранении стабильности системы. Получение более однородных жидкофазных композиций способствует созданию на их основе пленок лакокрасочных материалов, импрегнированных нетканых материалов с повышенным уровнем физико-механических и функциональных свойств.

В результате проведенных исследований была разработана технология получения фильтрованных нетканых материалов, обладающих сорбционной способностью для очистки жидких сред от различных примесей (ионы тяжелых металлов, ПАВ, нефтепродукты, микроорганизмы). Существенно, что ряд практически значимых результатов, в том числе создание медицинских перевязочных средств на нетканой основе и интенсификация технологических процессов получения лакокрасочных материалов основаны на изучении структуры и динамического поведения полимерных композиций и их модельных систем в процессах переработки, а также наноструктурных особенностей взаимодействия макромолекул с поверхностью раздела фаз [3-4].

Литература:

1. Ганиев Р.Ф., Украинский Л.Е. Нелинейная волновая механика и технология.-М.: Научно-издательский центр «Регулярная и хаотическая динамика». 2008. 712 с.

2. Ганиев Р.Ф. Волновые машины и технологии (Введение в волновую технологию).-М.: Научно-издательский центр «Регулярная и хаотическая динамика». 2008. 192 с.

3. Н.А. Булычев, В.Н. Фомин, Е.Б. Малокова, Н.Б. Урьев, «Применение метода электрокинетической звуковой амплитуды для изучения адсорбции высокомолекулярных соединений на границе раздела фаз», Коллоидный журнал, 2010, т. 72, №4, с. 450.

4. Н.А. Булычев, В.Н. Фомин, Е.Б. Малокова, Н.Б. Урьев, «Наноструктурные аспекты поведения макромолекул различной молекулярной архитектуры на границе раздела фаз», Физикохимия поверхности и защита материалов, 2010, т. 46, №2, с. 87.

ПОЛУЧЕНИЕ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ С КОНТРОЛИРУЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА

Булычев Н. А., Иони Ю. В., Кистерев Э. В. (г. Москва, Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, E-mail: nbulychev@mail.ru)

In this work, application of ultrasonic techniques in colloidal chemistry was discussed. Ultrasonic treatment has been demonstrated to be a powerful method for synthesis of highly dispersed stable colloidal systems like emulsions and suspensions as well as polymer based composite materials. The evaluation of the experimental data showed that the ultrasonic treatment causes a significant thickness increase of the polymer layer on the particles surface which is primarily attributed to the ultrasonically induced activation of the surface. The ultrasonic treatment leads to significant changes of the adsorption layers properties and is a promising method for the surface modification of dispersed solid particles with regard to dispersion stability.

Стремительное развитие нанотехнологий в последние годы обусловлено требованиями времени. В настоящее время наиболее перспективными являются направления и задачи, возникающие на стыке различных областей знания, требующие новых подходов, использования современных высокотехнологичных и наукоемких методов для их решения. Одним из примеров такого взаимодействия различных направлений в нанохимии является применение физико-механических методов воздействия на химические системы. При этом ультразвуковое воздействие как один из таких методов заслуживает внимательного изучения.

В течение ряда лет в нашей лаборатории проводятся исследования влияния ультразвукового воздействия на различные процессы на субмикронном и наноуровне. В частности, показана возможность контролируемого синтеза стабильных нанодисперсных коллоидных систем неорганических и органических материалов в различных средах, модификации поверхности в гетерофазных системах, направленного синтеза наноматериалов и создания на их основе наноструктурных покрытий и т.д.

Действие ультразвука на жидкофазные и дисперсные системы основано на явлении кавитации, которое возникает в жидкости в результате местного понижения давления при прохождении акустической волны большой интенсивности. Образовавшиеся кавитационные пузырьки, перемещаясь в область с более высоким давлением, захлопываются, излучая при этом вторичные ударные волны. При этом значения локального давления и температуры повышаются в сотни раз. Это приводит к разрушению частиц материалов, освобождению их поверхности от адсорбционных и сольватных оболочек, образованию на поверхности нескомпенсированных физических и химических связей, которые способны к активному взаимодействию с молекулами химических соединений, обладающих поверхностной активностью.

Одним из основных направлений применения ультразвука для изменения свойств дисперсных систем является исследование адсорбции высокомолекулярных соединений (полимеров) на поверхности частиц в дисперсных системах, в том числе под влиянием интенсивного механического, в частности, ультразвукового воздействия, с целью модификации поверхности частиц и придания ей новых свойств. Ультразвуковая обработка гетерофазных систем приводит не только к эффективному диспергированию дисперсной фазы в дисперсионной среде, но и к разрушению частиц фазы с созданием на свежесформированной поверхности дефектных областей с нескомпенсированными связями, что во много раз ускоряет процессы адсорбции ПАВ и ВМС, способствует образованию плотных поверхностных слоев контролируемой структуры, которые придадут поверхности дисперсной фазы и системе в целом новые свойства.

Дисперсные системы на основе неорганических и органических частиц и полимеров могут быть использованы как модельные системы для выявления закономерностей взаимодействия полимеров с твердой поверхностью. В то же время гидрофильные и гидрофобные полимеры представляют интерес в качестве стабилизаторов дисперсных систем в водных средах. Существенно, что полимерные стабилизаторы выполняют и другую важную функцию, являясь пленкообразующими компонентами лакокрасочных материалов и покрытий, повышающими уровень их свойств и качество конечной продукции.

При этом основную роль в формировании комплекса свойств дисперсной системы играют наноструктурные процессы, происходящие в зоне контакта макромолекул с поверхностью частиц, которые определяют параметры, наноструктуру и нанорельеф поверхностного слоя, ориентацию макромолекул, конформационные превращения молекул при адсорбции.

Перспективным направлением использования ультразвука является получение нанодисперсного графита как прекурсора для синтеза графена – материала, который имеет первостепенное значение для нанoeлектроники. Эксперименты с использованием ряда ионогенных ПАВ показали, что ультразвуковая обработка водных суспензий графита приводит к снижению размеров частиц в сотни раз и что получаемый нанографит представляет собой ассоциаты графена, состоящие из нескольких слоев.

Еще одним примером эффективного использования ультразвука для синтеза дисперсных систем является получение наночастиц гидроксиапатита кальция $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Этот материал в последнее время вызывает огромный интерес в связи с использованием в качестве нанобиоматериала. Он химически стабилен, биосовместим и может применяться для конструирования костной ткани и доставки лекарств.

С применением капиллярного зонного электрофореза проведено разделение частиц в суспензиях ГАП в зависимости от их размера и заряда. Получено несколько фракций, обладающих различной электрофоретической подвижностью. Полученные данные сопоставлены с результатами исследований суспензий аналогичного состава методом сканирующей электронной микроскопии.

Рассмотрены также различные аспекты, связанные с воздействием ультразвука на водные суспензии ГАП с последующим изучением результатов этого воздействия методом электрофореза и электронной микроскопии. Установлено, что ультразвуковая обработка суспензии ГАП влияет на степень диспергирования частиц, приводит к образованию устойчивых кластеров определенного размера.

Другим направлением применения ультразвуковых технологий в получении дисперсных систем является синтез наноматериалов в поле интенсивных ультразвуковых колебаний методом плазменного разряда. Было установлено, что интенсивные ультразвуковые колебания выше порога кавитации изменяют параметры плазменного разряда в жидкости и в кавитационной области существует новая форма плазменного разряда - объемный аномальный тлеющий разряд. Эта новая форма плазменного разряда в поле ультразвука получила название соноплазменного разряда. Такой разряд инициирует жидкофазный синтез наночастиц металлов, оксидов металлов и неметаллов, в том числе высокоэффективных наносцинтилляторов, нанокремнистых структур и др. с особыми

свойствами, которые можно направленно регулировать. В результате удается синтезировать суспензии наночастиц заданных форм и размеров, а также наночастицы контролируемого химического состава, формы и распределения по размерам.

Таким образом, проведенные исследования показали, что интенсивное ультразвуковое воздействие является эффективным методом синтеза микро- и наноразмерных материалов и модификации поверхности частиц в дисперсных системах, активизации взаимодействия частиц и органических соединений с последующим образованием адсорбционных слоев высокой толщины и прочности. Это позволяет получать высокостабильные дисперсные системы с особыми свойствами.

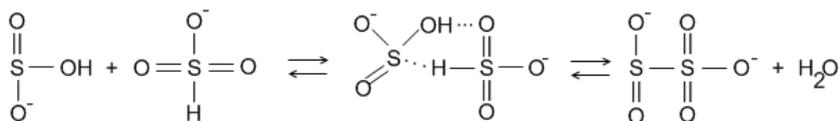
ИССЛЕДОВАНИЕ ИОННОГО СОСТАВА КИСЛЫХ СУЛЬФИТНЫХ РАСТВОРОВ

Васёха М. В. (*г. Мурманск, МГТУ, каф. химии*)

The ionic compound of sodium sulfite in water medium at various concentration and pH were investigated by means of a UV-spectrofotometry method. It was found that the ionic compound of sulphitic solutions at identical value pH and molarity same as well as in water solutions of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ and SO_2 .

Данная работа посвящена изучению ионного состава сульфитных растворов, использующихся при составлении системы $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{SO}_4)\text{--Na}_2\text{SO}_3\text{--H}_2\text{O}$, лежащей в основе разработки технологии сульфитной конверсии железогидратных отходов цветной металлургии [1]. Исследование проводилось в кислых растворах, так как именно такие условия являются оптимальными для проведения сульфитизации гидроксида железа(III).

Из литературы [2] известно, что в зависимости от концентрации сульфитного раствора возможно образование пиросульфит-ионов:



Однако при этом не указывается какая часть гидросульфит-ионов подвергается димеризации.

Исходя из распределительной диаграммы для сернистой кислоты, следует, что при pH 4,5 в водном растворе сульфита натрия мольная доля гидросульфит-иона близка к 1. При указанном значении кислотности теоретически в растворах сульфитов наряду с гидросульфит-ионами

HSO_3^- присутствует 0,1 – 0,2% SO_3^{2-} ионов. Следовательно, УФ-спектр водного раствора сульфита натрия при данной величине pH определяется исключительно гидросульфит-ионом.

Изучение УФ-спектров проводилось в диапазоне длин волн 190–350 нм при pH 4,50 в растворах с концентрацией сульфита натрия от 10^{-3} до 0,75 моль/л. Установлено, что в концентрационном диапазоне от 10^{-3} до 0,15 моль/л наблюдается bathochromный сдвиг пика, присущего гидросульфит-иону от 198 до 220 нм. В растворах с концентрацией свыше 0,01 моль/л появляется пик, соответствующий пиросульфит-иону, что говорит о начале димеризации гидросульфит-ионов. В концентрированных растворах ($> 0,15$ М) пики поглощения, характерные для гидросульфита и пиросульфита сливаются и становятся неразличимыми. Данные растворы не подчиняются закону Бугера-Ламберта-Бера. Что, вероятно, связано с наличием димеризации гидросульфит-ионов.

При измерении оптической плотности для раствора сульфита натрия с фиксированной концентрацией и изменяющимся pH (регулирование pH осуществляли добавлением серной кислоты, которая в исследуемом диапазоне длин волн не поглощает), установлено, что максимум поглощения 256,6 нм, присущий пиросульфиту сдвигается до значения 273,4 нм соответствующего сернистому газу, растворенному в воде при pH = 2,75, что говорит о неустойчивости сильноокислых сульфитных растворов.

Спектр поглощения сульфитного раствора при pH 1,5 практически идентичен УФ-спектру раствора SO_2 и спектру пиросульфита натрия. Поэтому с достаточной достоверностью можно утверждать, что в кислых растворах при одинаковой молярной концентрации эквивалента и pH растворы сульфита натрия, пиросульфита натрия и диоксида серы имеют одинаковый ионный состав. Поэтому в процессе сульфитизации железистого кека наравне с сульфитом натрия могут применяться пиросульфит натрия и растворы сернистого газа.

Наличие пиросульфит-иона в растворе сульфита натрия при pH сульфитной конверсии равно 3,0 говорит о возможном участии $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$ -иона в окислительно-восстановительном процессе, приводящем к появлению дитионата натрия.

Для определения доли пиросульфита в сульфитных растворах проведено сопоставление данных по окислительно-восстановительному и кислотно-основному титрованиям растворов с одинаковым содержанием сульфита натрия при различных pH. Установлено, что в растворе с концентрацией сульфита натрия 0,1 моль/л около 20% гидросульфита подвергается димеризации ионов.

При определении качественного состава жидкой фазы после сульфитизации гидроксида железа(III), фильтрат, отделенного от пуль-

пы обезвоживался в атмосфере гелия над серной кислотой в течение 30 дней. Сухой остаток подвергался рентгенофазовому анализу, который показал, что в жидкой фазе после сульфитизации присутствуют дитионат натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_6$, сульфат натрия, сульфат железа(II) и хлорид натрия.

Рентгенограмма кристаллов дитионата натрия, выделенных из фильтрата после сульфитизации гидроксида железа(III) совпадает с приведенной голландскими исследователями [3], которые показали что в молекуле дитионата атомы серы связаны между собой посредством связи S-S. Если предположить, что ион $\text{S}_2\text{O}_6^{2-}$ образуется при димеризации сульфитных радикалов, возникающих при окислении сульфит-ионов, то в дитионате атомы серы должны быть связаны через кислород $-\text{S}-\text{O}-\text{S}-$ или $-\text{S}-\text{O}-\text{O}-\text{S}-$, т.е. структура радикалов [4] не позволяет сформировать связь S-S. Поэтому с определенной достоверностью можно утверждать, что пиросульфит-ионы при окислении в системе $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{SO}_4)-\text{Na}_2\text{SO}_3-\text{H}_2\text{O}$ окисляются до дитионата.

Литература:

1. **Васёха, М. В., Мотов Д. Л.** Окислительно-восстановительные равновесия в системе $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{H}_2\text{SO}_4)-\text{Na}_2\text{SO}_3-\text{H}_2\text{O}$ с осаждением сульфита железа (II) прекурсора для выделения Fe_2O_3 // Журнал прикл. химии. - 2005. - т. 78. - № 1. - С. 41-44.
2. **Golding R. M.**, Ultraviolet absorption studies of the bisulphate-pyrosulphite equilibrium // J.chem.soc.-1960.-ст.3711-3716.
3. **Kiers S., Piepenbroek A., Vos A.** // Refinement of disodium ditionate dihydrate // Acta Cryst. 1978. B.34. P.888-890
4. **Carlyle D.W. Zeck O.F.** Electron transfer between sulfur (IV) and hexaaquoiron (III) ions in aqueous perchlorate Solution. Kinetics and mechanisms of uncatalyzed copper (II)-catalyzed reactions // Inorganic Chemistry. - 1973. - V. 12. - № 12. - P. 2978-2983.

ПОЛИКОНДЕНСАЦИЯ 1- И 1,3-ДИГАЛОГЕНПРОПАН-2-ТИОНОВ В ПРИСУТСТВИИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО НАТРИЯ

Дабига О. Н. (Чита, ГОУ ВПО «Читинский государственный университет», кафедра химии, dabiga75@mail.ru)

Polycondensation of 1-chloropropane-2-thione and 1,3-dibromopropane-2-thione in the presence of metal sodium was studied. These oligomers obtained were structurally characterized by ESR, NMR, IR spectroscopy, elemental analysis. They were found to be new semiconductors.

Актуальным направлением в химии высокомолекулярных соединений является получение новых полимеров с сопряженными кратными связями в цепи, обладающих свойствами полупроводимости, фотопроводимости, парамагнетизма и термостабильности. Такие соединения перспективны для дальнейшего использования в микроэлектронике, оптоэлектронике, нанотехнологиях. В связи с поиском новых полупроводниковых материалов с ценными свойствами возрос интерес к высокомолекулярным элементоорганическим соединениям. Несмотря на интенсивные исследования в этой области, возможность синтеза полимерных систем с окислительно-восстановительными функциями (C=S, S-N) изучена недостаточно.

1-Галогенпропан-2-тионы и 1,3-дибромпропан-2-тион впервые синтезированы Шагун Л.Г. и сотр. в ИрИХ СО РАН [3, 5], являются новыми высокоактивными мономерами. Свойства этих соединений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физические свойства 1-хлорпропан-2-тиона и 1,3-дибромпропан-2-тиона

Соединение	Внешний вид	ЯМР δ, м.д.	
		¹ H	¹³ C
CH ₃ C(=S)CH ₂ Cl	розово-красное масло, устойчивое при -40 °С	2,78 (3H, CH ₃), 4,86 (2H, CH ₂)	41,25 (CH ₃), 63,71 (CH ₂), 248,48 (C=S)
BrCH ₂ C(=S)CH ₂ Br	фиолетовое масло, устойчивое при -15 °С	4,91 (2H, CH ₂)	49,73 (CH ₂), 248,48 (C=S),

Ранее нами изучен процесс их гомополиконденсации, в результате которого получены парамагнитные полимеры, обладающие электропроводимостью [2]. В продолжение этих исследований, с целью улучшения свойств полимерных сероорганических систем, в настоящей работе обсуждается процесс поликонденсации 1-хлорпропан-2-тиона и 1,3-дибромпропан-2-тиона в присутствии металлического натрия. Экспериментальная работа выполнялась автором в Иркутском институте химии по гранту ЧитГУ 2006 года № 42-ГР.

Образование высокомолекулярных соединений из дигалогенорганических прозводных под действием металлического натрия происходит путем удлинения их цепи с выделением хлорида натрия. Тиокарбонильная группа выступает вторым реакционным центром, по которому может идти реакция с металлическим натрием. Так, известно, что тио-

бензофенон вступает в реакцию с эквимольным количеством натрия в среде ТГФ, образуя радикал-анионный комплекс [6]. Далее при взаимодействии с п-дихлорсиленом образуется полимер. Металлический натрий в этом случае инициирует процесс полимеризации. В молекуле 1-хлорпропан-2-тиона имеется два, а 1,3-дибромпропан-2-тиона – три реакционных центра, доступных атаке натрия. При этом следует учесть, что исследуемые соединения чрезвычайно активны и вступают в реакцию гомополиконденсации.

Экспериментальные методы исследования.

Поликонденсация 1-хлорпропан-2-тиона с металлическим натрием. К охлажденному до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ раствору 1,302 г (0,06 моль) натрия (предварительно расплавленном в м-ксилоле) в ТГФ добавляли 3 г (0,03 моль) 1-хлорпропан-2-тиона при перемешивании и продувании аргона. Температуру постепенно повышали до $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. После окончания реакции (контроль с помощью ТСХ) выпавший белый осадок и непрореагировавший натрий отфильтровали. Реакционную смесь в виде оранжевой жидкости вылили в чашку Петри, и оставили на воздухе для отверждения. Высушенную полимерную пленку растворили в хлороформе и высадили гексаном. Получили продукт в виде коричневого порошка.

Поликонденсация 1,3-дибромпропан-2-тиона с металлическим натрием. К охлажденному до $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ раствору 0,55 г (0,02 моль) натрия (предварительно расплавленном кипячением в м-ксилоле) в ТГФ добавляли 1,2 г (0,0052 моль) 1,3-дибромпропан-2-тиона при постоянном перемешивании и продувании азота. При $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ раствор обесцветился. Выпавший осадок отфильтровали, а реакционную смесь продолжали перемешивать до окончания реакции (контроль ТСХ). Раствор приобрел желтую окраску. После декантации непрореагировавшего натрия, реакционную смесь вылили в чашку Петри и оставили на воздухе для затвердевания. Образовавшуюся полимерную пленку растворили в хлороформе и высадили гексаном. Получили продукт в виде черного блестящего порошка.

Синтезированные продукты поликонденсации исследовали с помощью современных физических методов: ЭПР, ЯМР и ИК-спектроскопии и изопиестического на базе оборудования ИрИХ СО РАН. Спектры ЯМР ^1H регистрировали в растворе CDCl_3 на приборе Bruker DPX-400. ИК-спектры записывали на приборе IFS-25 в таблетках с хорошо прокаленным KBr. Контроль за ходом реакции и чистотой выделяемых продуктов осуществляли методом тонкослойной хроматографии на пластинках Silufol UV-254, в качестве элюента использовали хлороформ, проявитель – пары иода. Электрическую проводимость определяли с помощью электрометрического усилителя ВК-2-16 и тера-

омметра Е6-13А. Исследуемые образцы приготовлены в виде таблеток посредством прессования под давлением 300 кг/см^2 (до постоянного значения электрического сопротивления). В измерительной ячейке использованы прижимные медные электроды и охранный кольцо для устранения поверхностных токов. Молекулярную массу растворимых олигомеров определяли изопиестическим микрометодом, в качестве эталона использовали ПЭГ-1000, растворитель – хлороформ.

Результаты и их обсуждение.

В таблице 1 представлены данные термической устойчивости, растворимости, удельной электропроводности и элементного анализа продукта поликонденсации 1-хлорпропан-2-тиона в присутствии металлического натрия.

Т. разл., °С	Растворимость	M_n	$\sigma, \text{ Ом}^{-1} \times \text{см}^{-1}$	$\omega, \%$			
				C	H	S	Cl
175-177	CHCl_3 , ТГФ	3500	$7,7 \times 10^{-13}$	48,44	5,17	26,83	10,37

Таблица 1 – Характеристики продукта поликонденсации 1-хлорпропан-2-тиона (Na)

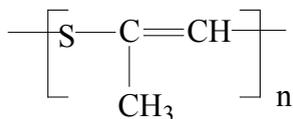
Величина среднечисловой молекулярной массы продукта поликонденсации 1-хлорпропан-2-тиона, полученная изопиестическим методом, позволяет отнести его к олигомерам. Согласно результатам измерения электропроводности, этот олигомер является изолятором. Следует отметить, что величина его удельной электропроводности выше на порядок по сравнению с электропроводностью гомополимера [5]. Этот факт, вероятно, можно объяснить более длинной системой сопряжения. Согласно Тагеру А.А. [4], в органических полупроводниках реализуется перескоковый механизм переноса тока из одной полисопряженной области в другую.

Одним из характерных свойств полимеров с сопряженными связями является наличие сигнала электронного парамагнитного резонанса, который объясняется образованием комплексов с переносом заряда (теория полярных состояний Блюменфельда и Бендерского). Методом ЭПР установлено, что исследуемый олигомер дает симметричный синглет при $g = 2,0054$, имеет ширину $\Delta H_{\max} = 7,6 \text{ Э}$ и интенсивность $N = 7 \times 10^{17}$ сп/г, которая соответствует концентрации парамагнитных центров (неспаренных электронов).

Вследствие ограниченной растворимости олигомера спектр ПМР дает плохо разрешенные мультиплеты в области δ , м.д.: 0,85 – 1,23 (CH_3), 3,36 – 3,44 (CH_2Cl) и 6,44 ($>\text{C}=\text{CH}$).

В ИК-спектрах исследуемого олигомера присутствуют полосы поглощения при 2920 и 2870 см^{-1} , относящиеся к валентным колебаниям связи С-Н в СН_3 . Деформационные колебания этой связи вызывают полосы поглощения 1443 и 1373 см^{-1} . В олигомере, полученном из 1-хлорпропан-2-тиона, нет группы SH, о чем свидетельствует отсутствие характерной полосы при 2250-2500 см^{-1} . Полоса поглощения 752 см^{-1} указывает на наличие в структуре макромолекул связей С-Cl, 1064-1095 см^{-1} относится к деформационным колебаниям связей С=C-S, а 1626 см^{-1} принадлежит валентным колебаниям связей С=C. Сигнал при 1235 см^{-1} в ИК-спектре соответствует валентным колебаниям группы С=S.

Результаты ПМР и ИК-спектроскопии позволяют установить структурную формулу повторяющегося звена:



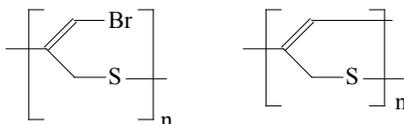
Рассчитанная с помощью эмпирических данных элементного анализа брутто-формула соединения имеет вид $\text{C}_{4,03}\text{H}_{5,12}\text{S}_{0,84}\text{Cl}_{0,29}$ или $\text{C}_{56}\text{H}_{72}\text{S}_{12}\text{Cl}_4$. Повторяющееся звено олигомера совпадает с предположенным ранее для гомоолигомеров [5]. Более высокая температура разложения соответствует более высокой среднечисловой массе олигомера. Присутствие в системе металлического натрия способствует ускорению процесса. Это позволяет повысить электрофизические характеристики синтезируемого олигомера.

Энергия связи С-Br почти в два раза меньше, чем энергия связи С-Cl (278,04 и 432,64 кДж/моль), поэтому 1,3-дибромпропан-2-тион гораздо активнее подвергается процессу поликонденсации, чем 1-хлорпропан-2-тион. Проведенные ранее исследования [1] показали, что 1,3-дибромпропан-2-тион легко вступает в реакцию гомополиконденсации с образованием нерастворимого в воде и органических растворителях полимера. Анализ полученных полимеров в этом случае усложняется наличием еще одного реакционного центра и вариантов повторяющихся звеньев может быть несколько. В таблице 2 представлены данные термической устойчивости, растворимости, удельной электропроводности и элементного анализа продукта поликонденсации 1,3-дибромпропан-2-тиона в присутствии металлического натрия. Установлено, что растворимая в хлороформе фракция представляет собой олигомер с среднечисловой молекулярной массой 1700. Электропроводность этого соединения выше на порядок, чем у гомополимера [1].

Таблица 2 – Характеристики продукта поликонденсации 1,3-дигалогенпропан-2-тиона (Na)

Т. разл., °С	Растворимость	$\sigma, \text{ Ом}^{-1} \times \text{см}^{-1}$	M_n	$\omega, \%$			
				C	H	S	Br
178-180	CHCl_3	$4,6 \times 10^{-8}$	170 0	31,8 7	4,6 9	30,5 8	29,1 1

ИК-спектр исследуемого олигомера содержит полосы поглощения в области следующих частот, см^{-1} : 2922, 2861 ($\nu_{\text{C-H}}$), 1664 ($\nu_{\text{C=C}}$), 1411, 1375 ($\delta_{\text{C-H}}$), 1229, 1161 ($\nu_{\text{CH}_2\text{Br}}$), 1098-1051 ($\delta_{\text{C=C-S}}$), 707 ($\delta_{\text{C-S}}$), 610 ($\nu_{\text{C-Br}}$). Вероятная структурная формула повторяющегося звена представлена ниже:



Рассчитанная с помощью эмпирических данных элементного анализа брутто-формула имеет вид $\text{C}_{2,66}\text{H}_{4,70}\text{S}_{0,96}\text{Br}_{0,36}$ или $\text{C}_{32}\text{H}_{56}\text{S}_{12}\text{Br}_4$ указывает на преобладание в цепи повторяющихся звеньев не содержащих атомов брома, значит в процесс задействованы все три реакционных центра молекулы мономера.

Из проведенного исследования следует заключить, что 1- и 1,3-дигалогенпропан-2-тионы являются высокоактивными мономерами, в результате поликонденсации которых образуются парамагнитные полупроводниковые олигомеры. Использование металлического натрия позволяет ускорить протекание процесса и получить продукты с более высокой электропроводностью.

Литература:

1. **Воронков М. Г.** Гомополиконденсация 1,3-дигалогенпропан-2-тиона / М.Г. Воронков, О.Н. Дабижа, И.А. Токарева, И.А. Дорофеев, Л.Г. Шагун // ЖОХ. – 2009. – № 5. – С. 863 – 865.
2. **Дабижа О. Н.** Синтез полимеров на основе 1-галогенпропан-2-тионов и 1,3-дигалогенпропан-2-тиона и их использование для создания полимер-силикатных нанокомпозитов: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. хим. наук 02.00.06/ Дабижа О.Н. – Санкт-Петербург, 2010. – 20 с.
3. **Дорофеев И. А.** Гидротиолиз 1,3-дигалогенпропан-2-тионов / И.А. Дорофеев, Л.Г. Шагун, И.А. Михайлова, М.Г. Воронков // ЖОХ. – 2006. - № 11 (42). - С. 1636-1638.

5. Тагер А.А. Физико-химия полимеров / А.А. Тагер. – М.: Химия, 1968. – 536 с.

6. Шагун Л. Г. Гомополиконденсация 1-галогенпропан-2-тионов / Л.Г. Шагун, О.Н. Дабижа, М.Г. Воронков, Г.Ф. Мячина, Г.И. Сарапулова, Т.И. Вакульская, Л.Е. Протасова, А.М. Панов // Известия АН. Сер. хим. – 2000. – № 2. – С. 330 – 333.

7. Yuji Minoura Syntheses and reactions of thiobenzophenone-alkali metal complexes / Minoura Yuji and Tsuboi Sadao // Journal Organic Chemistry. 1972. - № 13 (37). – P. 2064 – 2069.

ГИДРОЛИЗ N-АЦЕТИЛГЛЮКОЗАМИНА В КИСЛОТАХ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

Долгопятова Н. В., Новиков В. Ю., Коновалова И. Н., Путинцев Н. М. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра химии, e-mail: iranion@yandex.ru.)

One of directions of chitin use is its hydrolysis to monomers. More often in the process of acid hydrolysis monomers are receiving in the form of salts of relevant acids in which hydrolysis is made. In the process of acid hydrolysis the monomers are generating in the form of salts of relevant acids in which hydrolysis is made. N-acetyl-D-glucosamine, received by acetylation of D-glucosamine has been used in research. Hydrolysis of N-acetyl-D-glucosamine made in various acids (HCl, HClO₄, H₃PO₄) with concentration from 1.0 to 12.2 mol/dm³ at various temperature. As a result of work, specific reaction rates of N-acetyl-D-glucosamine hydrolysis in various acids have been calculated. Mechanism of acid hydrolysis of N-acetyl-D-glucosamine was discussed.

Одним из основных направлений использования хитина является гидролиз его до мономеров. Полную деполимеризацию хитина обычно проводится в кислой среде под действием соляной кислоты при нагревании [1]. В этих условиях расщепляются гликозидные связи в полисахариде с образованием мономеров – глюкозамина ГЛА и N-ацетилглюкозамина АцГЛА. Чаще всего в процессе кислотного гидролиза получают мономеры в виде солей соответствующих кислот, в присутствии которых проводится гидролиз.

Параллельно деполимеризации хитина протекает реакция деацетилирования. Деацетилированный мономер – глюкозамин – используется в медицине для лечения артритов.

Ранее было установлено, что реакция деацетилирования полисахарида хитина описывается кинетическим уравнением 1-го порядка и

зависимость скорости этой реакции от концентрации кислоты носит экстремальный характер с максимумом при концентрации соляной кислоты 29,8% [5]. Поэтому теоретический и практический интерес представляет исследование особенностей гидролиза мономера хитина N-ацетилглюкозамина в зависимости от температуры опыта, концентрации и природы кислоты.

В представленной работе изучен процесс деацелирования АцГ-лА для оценки константы скорости и энергии активации этих реакций в кислотах различной природы.

Экспериментальная часть

Хитин получали из панцирей камчатского краба по известной технологии [6].

Гидролиз хитина с целью получения D-глюкозамина проводили при постоянном перемешивании в концентрированной соляной кислоте при 98 °С в течение 2,5 часов. Соотношение хитина и кислоты составило 1:20.

В работе использовали N-ацетилглюкозамин, полученный ацелированием D-глюкозамина.

Гидролиз N-ацетилглюкозамина проводили в различных кислотах (HCl, HClO₄, H₃PO₄) с концентрациями от 1 до 12,2 моль/дм³ при температуре 80⁰С и при температурах 40, 60, 70 и 80⁰С для соляной кислоты. Полученные гидролизаты нейтрализовали водным раствором NaOH сначала с концентрацией 2 моль/л, затем 0,1 моль/л до pH 6,5, фильтровали через пористый стеклянный фильтр ПОР 10 и определяли в них содержание N-ацетилглюкозамина и глюкозамина в мг/мл. Содержание N-ацетилглюкозамина определяли фотометрическим методом [3]. Общие сахара определяли по методике [2]. Количество глюкозамина рассчитывали по разнице между общим количеством сахаров и количеством N-ацетилглюкозамина.

На рисунке 1 представлены кинетические кривые гидролиза N-ацетилглюкозамина и образования глюкозамина в растворах HCl, HClO₄, H₃PO₄ при эквивалентной концентрации кислот 6 моль/л и температуре 80⁰С.

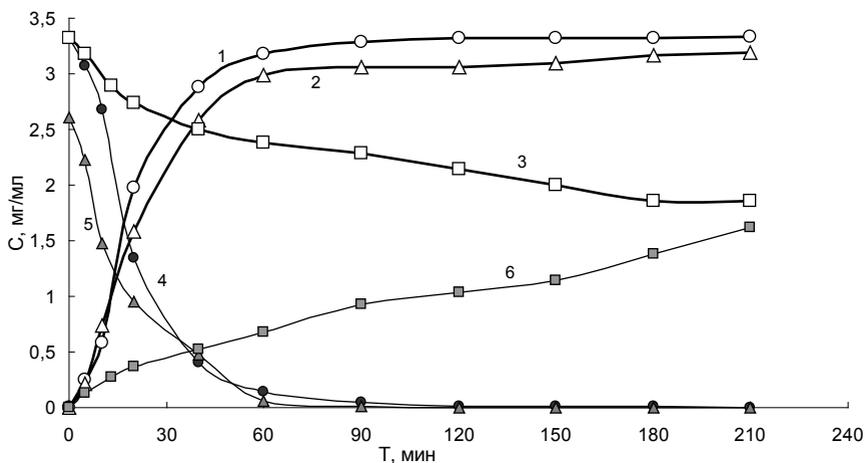


Рис. 1 – Кинетические кривые гидролиза АцГЛА в HCl (1), HClO₄ (2), H₃PO₄ (3) и кинетические кривые образования ГЛА в HCl (4), HClO₄ (5), H₃PO₄ (6). Концентрация кислот = 6 Н.

В работах [4], [5] было показано, что скорость реакций деацетилирования хитина и АцГЛА зависит от концентрации соляной кислоты. Поэтому такая же зависимость была исследована при гидролизе АцГЛА в HClO₄ и H₃PO₄.

Константы скорости реакции деацетилирования АцГЛА в различных кислотах разной концентрации были рассчитаны, пользуясь уравнением (1) для описания реакции первого порядка [7]:

$$k = 1/T \times \ln(C_0/C) \quad (1)$$

где T-продолжительность реакции, с⁻¹; C- текущая концентрация вещества к моменту времени T, мг/мл, C₀ – исходная концентрация вещества, мг/мл.

Результаты расчета приведены в таблице 1. Анализируя данные этой таблицы и сравнивая их с данными, полученными в работе [4], можно сказать, что константы скорости реакции деацетилирования АцГЛА в HCl и HClO₄ и хитина в HCl при 353 К имеют одинаковый порядок.

На рисунке 2 показана зависимость константы скорости реакции деацетилирования АцГЛА от концентрации HCl и HClO₄.

Используя зависимость константы скорости реакции от температуры была рассчитана энергия активации (E_a) гидролиза ацетамидной связи из уравнения Аррениуса[7]:

$$k = A e^{-E_a/RT} \quad (2)$$

Энергия активации составила 82,2 кДж/моль.

Таблица 1 – Константы скорости реакции гидролиза АцГЛА в растворах HCl, HClO₄, H₃PO₄ различной концентрации при температуре опыта 80⁰С.

HCl		HClO ₄		H ₃ PO ₄	
C, моль/л	kA	C, моль/л	kA	C, моль/л	kA
1	0,0053	1	0,0041	1	0,00109
3	0,0262	3	0,0256	3	0,00125
5	0,0351	5	0,0425	5	0,0019
6	0,0453	6	0,0507	6	0,00412
7,77	0,0538	6,5	0,0286	7,77	0,00379
9,5	0,0425	7,77	0,0128	9,5	0,00347
12,2	0,0417	8,5	0,0114	12,2	0,00253

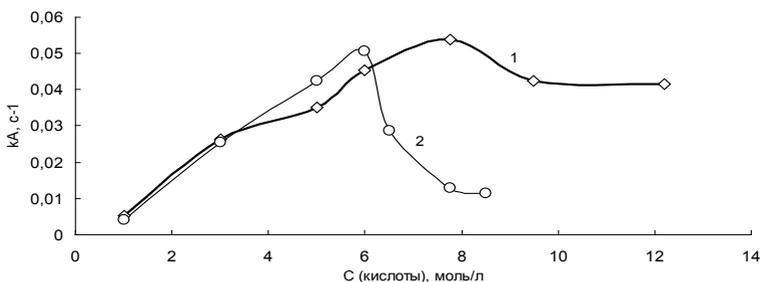


Рис. 2 – Зависимость константы скорости реакции деацетилирования АцГЛА от концентрации HCl (1) и HClO₄ (2) при температуре 80⁰С.

Выводы

В результате работы рассчитаны константы скорости реакции гидролиза N-ацетилглюкозамина в различных кислотах. Рассчитана энергия активации реакции гидролиза N-ацетилглюкозамина в HCl. Выяснено, что зависимость скорости реакции деацетилирования N-ацетилглюкозамина от концентрации кислот носит экстремальный характер с максимумами при концентрации кислоты около C (HCl) = 8 моль/л, C (HClO₄) = 6 моль/л, C (H₃PO₄) = 6 моль/л. Максимальные

скорости реакции при гидролизе в HCl и в HClO₄ практически одинаковы.

Литературы:

1. **Horowitz S. T., Roseman S., Blumental H. J.** // J.Am.Chem. Soc. 1957. V. 79. N.18. P. 5046-5049.
2. **Imoto T., Yagishita K.** // Agr. Biol. Chem.1971. V. 35. N.7. P. 1154-1156.
3. **Reissing J. L., Strominger J. L., Leloir L. F.** // J. Biol. Chem. 1955. V. 217. N. 2. P. 959-966.
4. **Гизатулина Г. А., Чеботок Е. Н., Новиков В. Ю.,** Коновалова И.Н. // Ж..прикл. химии. 2005. Т. 78. № 5. С.807-809.
5. **Новиков В. Ю.** // Ж.. прикл. химии. 1999. Т. 72. №1. С. 147-152.
6. **Нудьга, Л. А.** Получение хитозана и изучение его фракционного состава / Л.А.Нудьга, Е. А. Плиско, С. Н. Данилов // Журнал общей химии. – 1971. – Т - 41, N 11. – С. 2555-2559.
7. **Семиохин И. А., Страхов Б. В., Осипов А. И.** Кинетика гомогенных химических реакций. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1986. 232 с.

**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ
ЛЮМИНИСЦЕНТНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОЧАСТИЦ**

*** Иони Ю. В., ** Шаляпина А. Я., * Ткачев С. В., ** Краснова Е.С., ***Э. М. Хохлов,* Губин С. П.** (г. Москва, *Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Москва, **Московская академия тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова, кафедра Химии и технологии наноразмерных и композиционных материалов, ***Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, email: Acid-ladj@mail.ru)

This paper describes the synthesis of fluorescent carbon nanoparticles, which are then investigated by the complex methods of physicochemical analysis (using X-ray analysis, various types of spectroscopy and elemental analysis).

В последнее время квантовые точки (люминисцентные наночастицы) являются предметом интенсивных исследований из-за их уникальных свойств: высокая химическая стойкость, сопротивление к фотодegradации и корректируемые оптические свойства [1,2]. Использование люминисцентных наночастиц, таких как CdSe и

CdTe, весьма перспективно для применения их в биологических сенсорах, однако есть серьезное препятствие этому – высокая токсичность.

Люминесцентные наночастицы на основе углерода могут стать альтернативой известным квантовым точкам (CdSe, CdTe). Они также обладают фотолюминесценцией и нетоксичны. Такие наночастицы могут найти широкое применение в медицине, а также в солнечных фотоэлементах [3,4].

Люминесцентные наночастицы получали путем термического разложения органических прекурсоров (лимонной кислоты и гексоз) при добавлении гексадециламина в качестве пассивирующего реагента в высококипящем растворителе при температуре 185-200°C в течение 4 часов. Полученный раствор темно-коричневого цвета трижды промывали ацетоном, после чего получали дисперсию углеродных наночастиц в толуоле, которую исследовали методом ИК-спектроскопии, УФ-спектроскопии, люминесцентной спектроскопии. Сухой остаток наночастиц углерода был изучен методом элементного C-N-N анализа и рентгенофазовым анализом (РФА).

Из элементного анализа видно, что люминесцентные наночастицы на основе углерода содержат: 67,48 - 67,67%С; 17,06 – 17,89% Н; 4,08 - 4,14% N. Присутствие атомов азота объясняется наличием гексадециламина, который добавляется в качестве пассивирующего реагента.

Из ИК-спектров получены следующие пики: 1670см^{-1} , 1710см^{-1} и $2840\text{-}3000\text{ см}^{-1}$, соответствующие колебаниям С=О, С-О-N- и –СН₂- и –СН₃ групп.

При исследовании диаграммы рентгенофазового анализа (Рис. 1) наблюдаются пики в области $2\theta = 20\text{-}24^\circ$.

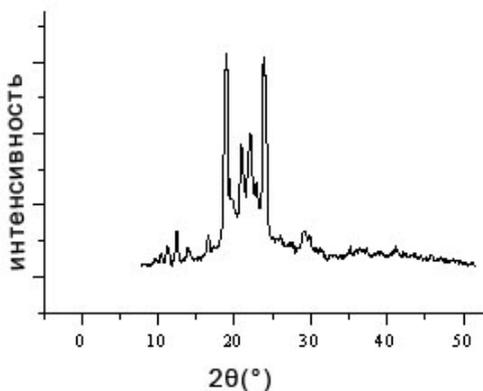


Рис.1 Диаграмма РФА люминесцентных наночастиц на основе углерода

На рис.2а представлен спектр поглощения дисперсии углеродных наночастиц в толуоле. На рис. 2б – спектр люминесценции дисперсии. Из спектра люминесценции дисперсии наночастиц на основе углерода в толуоле видно, что люминесценция сильная, спектр широкий, пик в области 570 нм (Рис. 2). Для возбуждения люминесценции использовался аргоновый лазер, длина волны 488 нм. Все спектры получены для неразбавленного золя.

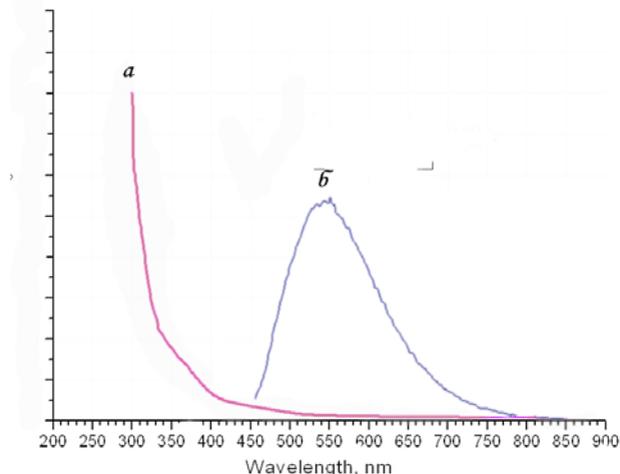


Рис. 2 Спектры поглощения (а) и люминесценции (б) углеродных наночастиц в толуоле

При прохождении импульсного лазерного излучения через кювету с толуолом, а затем через кювету с дисперсией углеродных наночастиц в толуоле отчетливо видна яркая люминесценция дисперсии наночастиц (Рис.3).

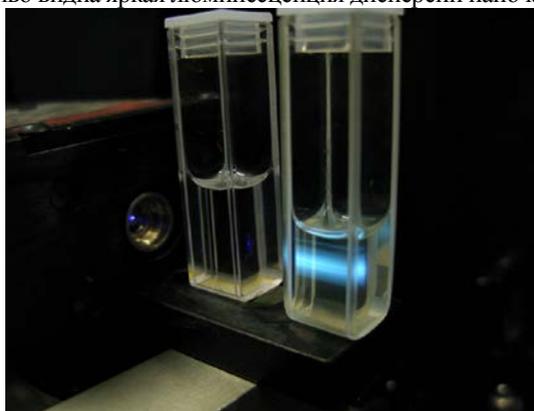


Рис. 3 Фотолюминесценция углеродных наночастиц в толуоле под действием лазерного излучения.

Таким образом, в результате выполненной работы показана возможность синтеза люминесцентных углеродсодержащих наночастиц путем термического разложения органического соединения.

Литература:

1. **A.P Alivisatos** // The use of nanocrystals in biological detection// Nat. Biotechnol. 2004, 47-49.
2. **Alan G. Joly, Wei Chen**//Upconversion luminescence of CdTe nanoparticles// Phys. Review B 2005, 71, 165304
3. **Y.-P. Sun, B. Zhou, et al.** // Quantum-sized carbon dots for bright and colorful photoluminescence // J. Am. Chem. Soc. 2006, 128 (24), 7756.
4. **Haitao Li, Xiaodie He Dr. et al.** // Water-Soluble Fluorescent Carbon Quantum Dots and Photocatalyst Design // Angewandte Chemie International Edition 2010, 49 (26), 4430–4434

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НАНОЧАСТИЦ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИНКА

Шаляпина А. Я., * Иони Ю. В., ** Хохлов Э. М., * Полякова Л. А., * Запорожец М. А., Соловьева А. Ю., * Губин С. П. (*г. Москва, Московская академия тонкой химической технологии им. М. В. Ломоносова, кафедра Химии и технологии наноразмерных и композиционных материалов, *Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, ** Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, email: anastasya-g@list.ru*)

Developed a chemical-technological process of nano-sized zinc oxide as a shell of magnetite. A comparative analysis of the size, shape, composition and spectral characteristics of ZnO nanoparticles in the initial dispersion and on the surface of Fe₃O₄.

В последнее время исследователей привлекают внимание мультифункциональные наночастицы. Особенностью таких наночастиц является то, что они могут объединять в себе различные свойства, например, магнитные и полупроводниковые, что приводит к значительному расширению области применения таких материалов.

В данной работе были получены и исследованы экспериментальные образцы двух видов: жидкофазная дисперсия наночастиц ZnO [1] в изопропиловом спирте и дисперсия core/shell наночастиц Fe₃O₄/ZnO [2-3]. Синтез core/shell наночастиц проводился путем гидролиза солей без использования поверхностно-активных веществ и дополнительных стабилизирующих добавок. Комплексная характеристика образцов включала в себя сравнительный анализ размеров наночастиц, их формы, состава и спектральных характеристик. Для этого использовали рентгенофазовый анализ (РФА) [4], просвечивающую электронную микроскопию (ПЭМ) [5] и спектры люминесценции [6] дисперсий оксида цинка и Fe₃O₄/ZnO.

На рисунке 1 а представлены микрофотографии ПЭМ наночастиц оксида цинка и core/shell наночастиц. На изображениях видно, что наночастицы исследуемой дисперсии ZnO образуют близкую к сферической форму, а также обладают узким распределением по размерам.

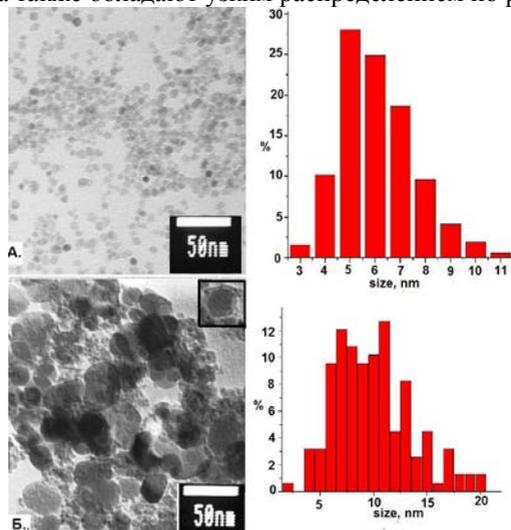


Рис. 1. Микрофотографии и распределение наночастиц по размерам: а- дисперсия наночастиц ZnO; б – core/shell наночастицы Fe₃O₄/ZnO, б- показывает светлопольное электронно-микроскопическое изображение полученного образца Fe₃O₄/ZnO. На изображениях наблюдаются наночастицы с широким распределением по размерам.

Средний размер наночастиц ZnO исходной дисперсии составил по данным ПЭМ $\approx 5 - 7$ нм, core/shell наночастиц Fe₃O₄/ZnO $\approx 12 - 15$ нм.

Анализ рентгенограммы ZnO показал, что все рефлексы соответствуют рефлексам оксида цинка с гексагональной решеткой (JCPDS 36-1451). Исследование фазового состава core/shell наночастиц с помощью РФА показал наличие двух фаз: магнетита (JCPDS 19-0629, параметры решетки: кубическая, $a = 8,396$) и оксида цинка (JCPDS 26-1136 с параметрами решетки: гексагональная, $a = 3,249$, $b = 5,205$). Средний размер наночастиц оксида цинка, оцениваемый по области когерентного рассеивания, составил ≈ 6 нм для наночастиц ZnO и 9 – 10 нм для core/shell наночастиц.

Для подтверждения структуры core/shell и наличия оболочки из оксида цинка были проведены исследования методом фотолюминесценции (ФЛ).

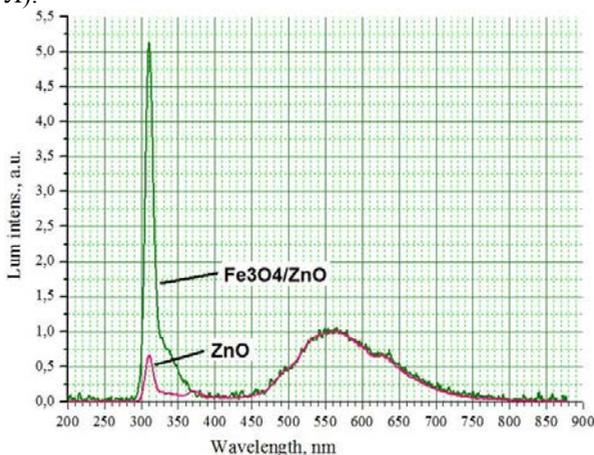


Рис. 2. Спектры люминесценции ZnO и $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZnO}$.

Из литературных данных [7] известно, что наночастицы ZnO имеют два характерных пика люминесценции: первый - в области ближнего ультрафиолета и второй - в видимой области спектра.

Для возбуждения люминесценции дисперсии наночастиц $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZnO}$ в изопропанол, использовались светодиоды УФ диапазона UVTOP275PW-TO39 и UVTOP310PW-TO39, производства НПК «ПЛАНАР», работавшие в режиме непрерывного излучения с длинами волн 275 нм и 310 нм и выходной мощностью $\approx 0,4$ мВт.

Как видно из рисунка 2, спектры в значительной мере повторяют друг друга. В отношении положения максимума (560 нм) и ширине пика по полувысоте спектры практически идентичны. В core/shell наночастицах наноразмерного пика (375 нм) не наблюдается, т.к. это не отдельная наночастица оксида цинка, а поверхностный слой на оксиде железа. Следовательно, наличие оксида цинка на поверхности магнетита дока-

зывает широкий, зеленый пик $\approx 560 \pm 50$ нм, соответствующий рекомбинационному свечению, обусловленному поверхностными дефектами нанокристаллов. Пик при 310 нм соответствует рассеянному излучению УФ – диода.

Интерес к железосодержащим наночастицам обусловлен тем, что они могут быть основой магнитных наноматериалов, которые имеют перспективу использования в системах записи и хранения информации, для создания постоянных магнитов, магнитных сенсоров и т.д. Наночастицы оптически активного материала ZnO, обладая высокой яркостью с узким спектром испускания, высокой фотостабильностью, имеют перспективу применения в оптоэлектронике, фотокатализе в качестве биологических меток и сенсоров и создания различных лекарственных форм. Объединение магнитных и спектральных свойств в одной наночастице позволит расширить область применения материалов на их основе.

Работа выполнена при финансовой поддержке фонда фундаментальных исследований (РФФИ грант 08-03-00681) и программы Фундаментальных исследований президиума РАН 21П6 и ОХ 2.4.

Литература:

1. **Zhou J., Xu N. S., Wang Z. L.** // Dissolving behavior and stability of ZnO wires in biofluids: a study on biodegradability and biocompatibility of ZnO nanostructures // *Adv. Mater.* 2006, 18, 2432.
2. **Tang J., Myers M., Bosnick K.A., Brus L.E.** // Magnetite Fe₃O₄ nanocrystals: spectroscopic observation of aqueous oxidation kinetics // *J. Phys. Chem. B.* 2003. No. 107. P. 7501.
3. **Sun D., Wong M., Sun L., Li Y., Miyatake N., Sue H.** // Purification and stabilization of colloidal ZnO nanoparticles in methanol // *J. Sol-Gel Sci Technol.* 2007. V. 43. P. 237.
4. **Ковба Л. М., Трунов В. К.** // Рентгенофазовый анализ. М.: Изд-во МГУ, 1976. с. 160.
5. **Синдо Д., Оикова Т.** // "Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия". Москва: Техносфера. 2006. с. 265.
6. **Шаповрев А.С., Иванов В.К.** // Сборник тезисов докладов участников Международного конкурса научных работ молодых ученых в области
8. **Wang Z.G., Zu X.T., Zhu S., Wan L.M.** // Green luminescence originates from surface defects in ZnO nanoparticles // *Physica E. V.* 35. 2006. P. 199–202.

КИНЕТИКА ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА СЛОЖНЫХ БЕЛКОВЫХ СИСТЕМ

Кучина Ю. А., Широкина А. Ю., Коновалова И. Н., Новиков В. Ю., Деркач С. Р. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра химии, e-mail: uak2008@mail.ru)

ABSTRACT. The kinetic characteristic of the enzymatic hydrolysis of complicated protein systems was studied. It was calculated the maximum speed, effectiveness ratio and energy activation of hydrolysis reaction.

Рациональное использование морских биоресурсов является важным направлением современных научных исследований. Решения в этой области связаны с созданием комплексных малоотходных технологий глубокой переработки гидробионтов. Одной из таких технологий является изготовление белковых гидролизатов, которые широко используются в медицинской, пищевой, комбикормовой и микробиологической промышленности. В зависимости от области использования к белковым гидролизатам предъявляют разные требования, зависящие в первую очередь от степени гидролиза [1]. Для оптимизации получения гидролизата необходимо изучение кинетических закономерностей процесса гидролиза белоксодержащего сырья. Кинетические характеристики позволяют количественно оценить этот процесс и определить его эффективность. В работе [2] отмечается, что использование классической химической и ферментативной кинетики для описания гидролиза сложных многокомпонентных белковых смесей комплексными ферментными препаратами приводит к определению кинетических констант, имеющих отрицательное значение. В связи с этим ряд исследователей [3-5] предложили формальный подход к описанию процесса гидролиза сложных многокомпонентных белковых систем. Так, для описания кинетических закономерностей протекания ферментативного гидролиза разработана модель предусматривающая наличие «быстрой» и «медленной» стадий процесса. Согласно этой модели, реакцию систему рассматривают как сумму независимо реагирующих белковых макромолекул, скорость распада каждой из которых определяется её кинетическими характеристиками. Тогда скорость гидролиза пептидных связей, обладающих близкой реакционной способностью, может быть определена по уравнению [5]:

$$V_t = V_{\max} e^{-kt} \quad (1)$$

где V_t – скорость гидролиза, V_{\max} – максимальная скорость гидролиза, k – константа эффективности протекания процесса гидролиза пептидных связей, t – время гидролиза.

Прологарифмировав эту зависимость, получим:

$$\ln V_t = \ln (C_{aa} / t) = \ln V_{\max} - kt \quad (2)$$

Скорость гидролиза (V_t) выражается отношением текущей концентрации азота аминогрупп аминокислот и низших пептидов к моменту времени t . Согласно принятой модели реакция ферментативного гидролиза белоксодержащего сырья может быть описана кинетическим уравнением первого порядка [5]. В качестве основной функции отклика использовали показатели количества концевых аминогрупп олигопептидов, высвобождающихся в ходе реакции.

В данной работе изучен процесс гидролиза белоксодержащего сырья под действием ферментного препарата панкреатина, рассчитаны максимальные скорости и константы эффективности процесса ферментализации.

Объекты и методы исследования

В качестве белоксодержащего сырья использовали рыбную муку соответствующую ГОСТ 2116-2000 (содержание общего азота 70 % масс.), мороженую рыбу (путассу) с низкой товарной ценностью (содержание общего азота 15,5 % масс.) и некондиционную креветку (ТУ 15-01869-82) (содержание общего азота 15,1 % масс.).

Ферментализацию проводили под действием ферментного препарата панкреатина с активностью 8*USP – 200 ед., (производства США “ICN Biochemicals”).

Кинетические параметры процесса изучали по изменению концентрации аминного азота в реакционной среде в процессе ферментализации. Ферментализацию белоксодержащего сырья проводили при температурах 40, 45 и 50 °С и рН = 7,8 ± 0,2 в течение 7 часов, отбирая пробы в начале процесса через 30, 60, 90 и 120 минут, а далее через каждый час. Количество аминного азота определяли методом формольного титрования, объем пробы составлял 1 см³. Для определения концентрации аминного азота в водорастворимой белковой фракции предварительно проводили очистку отобранной пробы от высокомолекулярных соединений путем изоэлектрического осаждения белков с последующей фильтрацией через бумажный фильтр «белая лента».

Экспериментальная часть

На рисунках 1 и 2 приведена экспериментальная зависимость изменения концентрации аминного азота в процессе ферментализации белоксодержащего сырья.

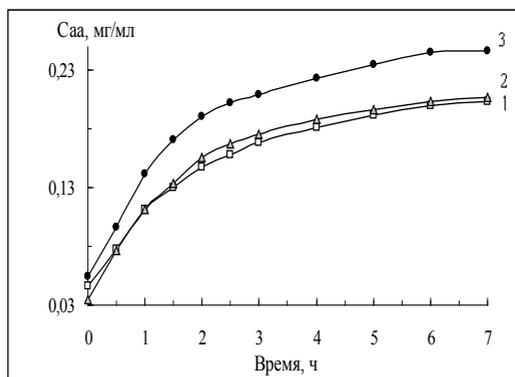


Рис. 1. Кинетические кривые ферментализа рыбная мука (1), креветки (2) и путассу (3) при температуре 50°C. C_{aa} - концентрация аминного азота (мг/мл).

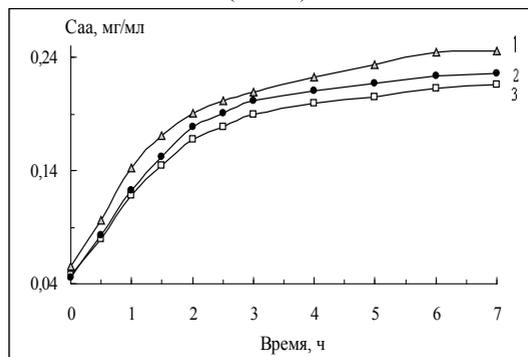


Рис. 2. Кинетические кривые ферментализа путассу при температурах 50 °C (1), 45 °C (2) и 40 °C (3). C_{aa} - концентрация аминного азота (мг/мл).

Анализ кинетических кривых гидролиза белоксодержащего сырья под действием панкреатина показал, что реакция может быть описана кинетическим уравнением первого порядка [6]. При проведении аппроксимации кинетической кривой, характеризующей зависимость изменения концентрации аминного азота в процессе ферментализа, получаем ломаную линию с двумя прямолинейными участками, условно характеризующими «быструю» и «медленную» стадии процесса. На «быстрой» стадии ферментализа за короткий промежуток времени (1,5 – 2 часа) наблюдается наибольшее увеличение концентрации аминного

азота в реакционной среде. На «медленной» стадии увеличение аминного азота незначительно (рис. 1, 2). Построение кинетических кривых в координатах $\ln(C_{aa}/t) = f(t)$ позволило определить V_{max} методом нулевой экстраполяции на ось ординат и k - константу эффективности протекания процесса гидролиза на «быстрой» и «медленной» стадиях процесса. На рисунке 3 приведен пример графического определения максимальной скорости и константы эффективности процесса ферментативного гидролиза белоксодержащего сырья (для рыбной муки и путассу).

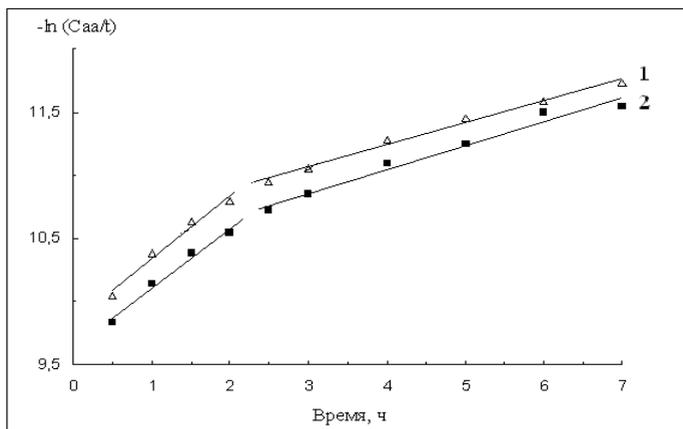


Рис. 3. Графическое определение максимальных скоростей и констант эффективности процесса ферментативного гидролиза рыбной муки (1) и путассу (2).

Результаты расчета максимальной скорости и константы эффективности процесса ферментации белоксодержащего сырья представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Кинетические характеристики процесса гидролиза белоксодержащего сырья под действием панкреатина при температуре 50 °С

Кинетическая характеристика	Белоксодержащее сырье		
	Рыбная мука	Путассу	Креветка
	«Быстрая» стадия		
$V_{max} \times 10^4, \text{ г л}^{-1} \text{ с}^{-1}$	2.76	3.23	2.63
$k \times 10^3 \text{ с}^{-1}$	8.73	8.21	7.91
	«Медленная» стадия		

$V_{\max} \times 10^4, \text{ г л}^{-1} \text{ с}^{-1}$	1.51	1.87	1.63
$k \times 10^3 \text{ с}^{-1}$	3.03	3.37	3.35

Анализ результатов, представленных в таблице 1, показал, что значения максимальной скорости и константы эффективности процесса ферментативного гидролиза имеют одинаковый порядок и не зависят от вида белоксодержащего сырья.

Увеличение температуры реакции с 40 °С до 45 °С приводит к незначительному росту значений максимальной скорости и константы эффективности процесса (табл. 2). При температуре 50 °С наблюдается увеличение этих кинетических характеристик на «быстрой» стадии процесса на 15 %.

Таблица 2

Кинетические характеристики процесса гидролиза путассу под действием панкреатина при температурах 40, 45 и 50 °С.

Кинетическая характеристика	Температура, °С		
	40	45	50
	«Быстрая» стадия		
$V_{\max} \times 10^4, \text{ г л}^{-1} \text{ с}^{-1}$	2.72	2.77	3.23
$k \times 10^3 \text{ с}^{-1}$	7.84	7.91	8.21
	«Медленная» стадия		
$V_{\max} \times 10^4, \text{ г л}^{-1} \text{ с}^{-1}$	1.72	1.84	1.87
$k \times 10^3 \text{ с}^{-1}$	3.31	3.35	3.37

По зависимости константы скорости реакции от температуры была рассчитана энергия активации (E_A) гидролиза пептидной связи для «быстрой» и «медленной» стадий из уравнения Аррениуса:

$$k = Ae^{-E_A / RT} \quad (3)$$

Энергия активации «быстрой» и «медленной» стадий процесс ферментализации составила соответственно 130.63 и 80.55 кДж/моль.

Выводы:

1. Кинетические характеристики процесса гидролиза белоксодержащего сырья под действием панкреатина не зависят от вида белоксодержащего сырья. Значение максимальной скорости процесса ферментативного гидролиза на «быстрой» стадии в 1.5 раза больше, чем на «медленной» стадии. Коэффициент эффективности ферментализации на

«быстрой» стадии в 2 раза больше аналогичного показателя на «медленной» стадии.

2. Интенсивное увеличение кинетических характеристик наблюдается на «быстрой» стадии процесса при повышении температуры с 45 °С до 50 °С.

3. Энергия активации «быстрой» стадии процесса ферментализа составляет 130.63 кДж/моль, «медленной» - 80.55 кДж/моль.

Литература:

1. **Неклюдов, А. Д.** Свойства и применение белковых гидролизатов / А. Д. Неклюдов, А. Н. Иванкин, А. В. Бердугина // Прикладная биохимия и микробиология. - 2000.- Т. 36.- №5. - С. 525-534.

2. **В. М. Беликов, Т. В. Антонова, Б. В. Квасов** // Биоорганическая химия.- 1979.- Т. 5.- № 3.- С. 449-457.

3. **С. В. Богатков, Т. Т. Фролова, И. М. Грачева И. М.** // Прикладная биохимия и микробиология. - 1982. - Т. 18.- №1. - С. 71-75.

4. **В. И. Ивашов, А. Д. Неклюдов, Н. В. Федорова, Р. А. Хромова** // Доклады РАН.- 1992.- Т. 322.- №5.- С. 989-993.

5. Кинетические характеристики ферментативного гидролиза сложных белковых субстратов для получения питательных сред / А. Д. Неклюдов, А. В. Бердугина, А. Н. Иванкин, Б.С. Карпо // Прикладная биохимия и микробиология. - 2002. - Т. 38.- № 4. - С. 381-388.

6. Основы химической кинетики и катализа. Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Байрамов.- М.: Издательский центр «Академия», 2003.- 256 с.

Работа выполнена в рамках выполнения федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИЦЕЛЛЯРНЫХ СИСТЕМ ЦЕТИЛТРИМЕТИЛАММОНИЯ БРОМИДА

Маклакова А. А., Деркач С. Р., Воронько Н. Г. (г. Мурманск, МГТУ)

The aim of this work was to investigate the influence of gelatin (a few addition) on the rheological properties of cetyltrimethylammonium bromide (СТАВ) and to obtain the experimental flow curves for СТАВ without gelatin addition.

Rheological measurements were performed using a rate-controlled rheometer with external submersible-type rotor.

Для мицеллярных дисперсий ПАВ, которые существуют при превышении некоторой концентрации, называемой критической концентрацией мицеллообразования (ККМ) характерно резкое изменение вискозиметрических параметров с изменением концентрации. Это связано с самоассоциацией молекул ПАВ в водном растворе за счет гидрофобных взаимодействий. Для длинноцепочечных ПАВ, к которым относится цетилтримелламмония бромид наблюдается изменение формы мицелл с ростом их содержания в растворе вплоть до их активного объединения в ассоциаты при превышении некоторого критического значения объемной доли мицелл, образуется коагуляционная структура.

Целью настоящей работы было исследование концентрационной зависимости реологических параметров систем, содержащих катионное ПАВ цетилтриметиаммоний бромида (ЦТАБ) в области больших концентраций, влияние добавки незначительного количества биополимера желатины на реологическое поведение мицеллярной системы.

Вискозиметрические измерения проводили на ротационном вискозиметре с выносным ротором погружного типа «Brookfield RVDV-II+Pro». Данный прибор относится к реометрам с контролируемой скоростью сдвига (CR-реометр) и традиционно используется для оценки технологических свойств желирующих растворов. Показан резкий рост динамической вязкости и напряжения сдвига при достижении некоторой концентрации ионного ПАВ в водном растворе за счет образования сложных ассоциатов червеобразных мицелл ЦТАБ вплоть до образования гелей, начиная с концентрации ПАВ более 10 % (рис. 1 а). Дальнейший рост содержания мицелл в растворе приводит к уплотнению коагуляционной структуры – скачок численного выражения динамической вязкости системы почти на порядок при изменении концентрации ЦТАБ менее чем на 10%.

Показано, что незначительная добавка желатины (0,5% масс.) к растворам ЦТАБ аналогичных концентраций (рис. 1 б) приводит к резкому возрастанию значений динамической вязкости (более, чем в 100 раз) и напряжения сдвига во всем диапазоне концентрации катионного ПАВ.

Работа проведена при финансовой поддержке РФФИ (проект 10-03-00310-а).

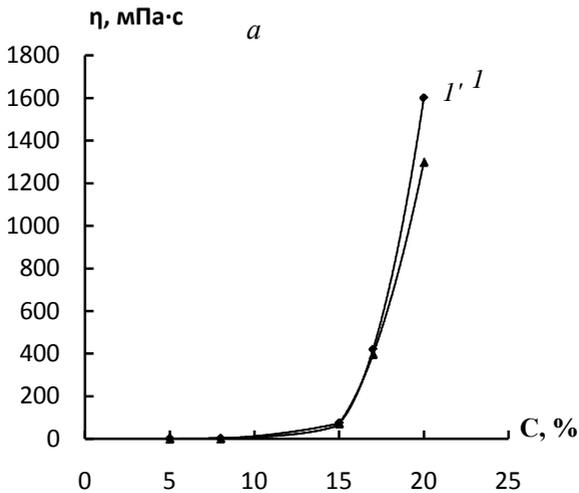
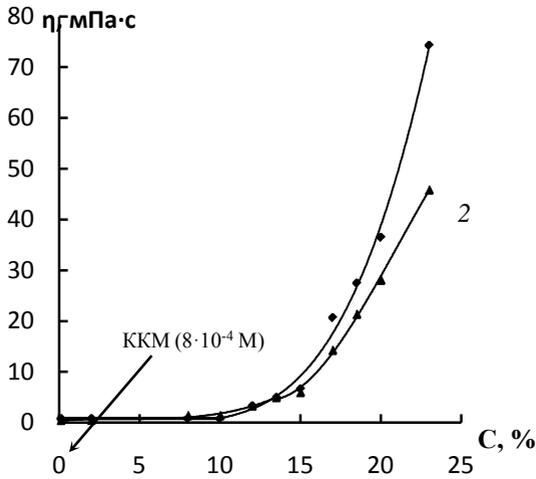


Рис.1 Зависимость эффективной вязкости мицеллярных дисперсий ЦТАБ от концентрации ЦТАБ при 1, 1' - $\dot{\gamma} = 55.8 \text{ c}^{-1}$, 2, 2' - $\dot{\gamma} = 97.7 \text{ c}^{-1}$, без желатины (а) и с желатиной $C=0,5 \%$ (б) при $t = 25^\circ\text{C}$

**ДИФфуЗИОННАЯ ДИНАМИКА ФОТОПРОЦЕССОВ
ПРИ ИСПАРЕНИИ КАПЛИ ЖИДКОСТИ**

Самусев И. Г., Мыслицкая Н. А., Хитрин А. В., Брюханов В. В.
(г. Калининград, ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», научно-исследовательская лаборатория микро- и нанотехнологий, the_samusev@yahoo.com)

Diffusion-controlled photoprocesses of rhodamine 6G molecules aggregates in water droplet have been studied.

Введение. Научный интерес к такому объекту как капля испаряющейся биологической жидкости, вызван многочисленными приложениями задач медицинской диагностики. На основе метода клиновидной дегидратации (анализ структур, образовавшихся при высыхании капли биологической жидкости), выявлять широкий набор различных заболеваний. В работе [1] было показано, что при испарении капли биологической жидкости происходит перераспределение компонентов: на периферии капли накапливается белок, а в центральной части – соль. Однако, до сих пор нет полной ясности относительно химического состава периферической и центральной частей высушенных капель биологических жидкостей, а также динамических характеристик самого раствора в разных частях испаряющейся капли.

В нашей работе, на основе экспериментальных данных по исследованию интенсивности свечения флуоресценции растворенного в капле воды компоненты – красителя эозина – с помощью моделей диффузии/испарения в капле, а также фотофизических процессов дезактивации свечения люминесценции, мы смоделировали явление взаимосвязи между динамикой переноса вещества в объеме капли и концентрационным тушением возбужденных состояний молекул красителя.

Экспериментальные результаты и их обсуждение. На рис.1 приведены зависимости интенсивности быстрой флуоресценции молекул эозина в водном растворе высыхающей капли в двух ее точках – в середине капли и на ее периферии (вблизи линии пиннинга).

Из рис.1 видно, что зависимости имеют четко выраженный линейный наклон с различными скоростями уменьшения интенсивностей: скорость уменьшения интенсивности быстрой флуоресценции молекул эозина вблизи линии пиннинга выше, чем скорость в центре капли. По-видимому, это связано с процессами агрегации красителя, связанной с выносом вещества из центра капли на ее периферию [2].

Смоделируем динамические процессы агрегации растворенного компонента в капле с помощью уравнения диффузии/испарения, а также на основе вышеприведенных фотофизических экспериментальных данных.

Законы сохранения вещества для раствора плотности ρ и растворенного компонента концентрации n в капле радиуса R соответственно имеют вид [1]:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho h) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r}(r \rho h v) + J \sqrt{1 + \left(\frac{\partial h}{\partial r}\right)^2} = 0,$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho n h) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r}(r \rho n h u) = 0, \quad (1)$$

Здесь $h(r, t)$ – высота капли в точке с координатой r ($0 \leq r \leq R$) в момент времени t ; v – скорость капиллярного течения внутри капли; J – плотность потока пара с поверхности капли; $\vec{u} = \vec{v}_{diff} + \vec{v}$ – скорость перемещения растворенного компонента, вызванная как капиллярным течением, так и диффузией с характерной скоростью

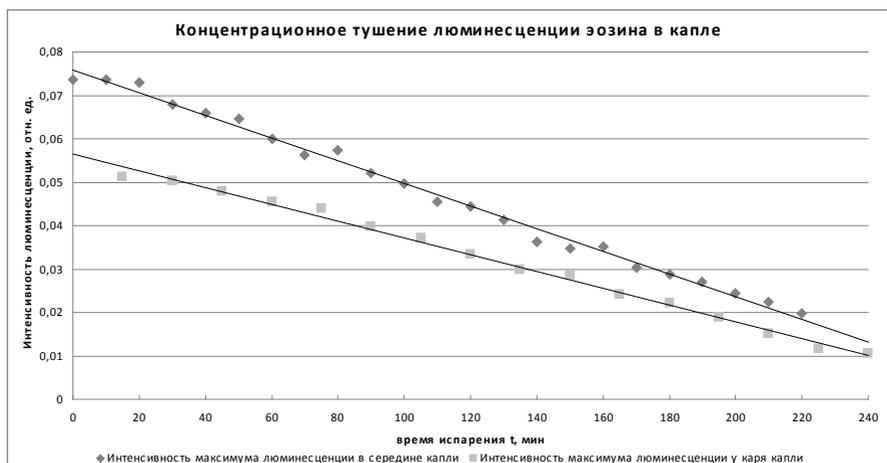


Рис.1. Зависимость интенсивности максимума спектра быстрой флуоресценции в середине и на краю капли водного раствора эозина от времени испарения

$$\vec{v}_{diff} = -\frac{D}{n} \frac{\partial n}{\partial r}. (2)$$

Упростим задачу: 1) во-первых, будем считать, что за время наблюдения плотность капли в разных ее точках не изменяется и не зависит от r , т.е. $\rho \neq \rho(r)$; 2) во вторых, предположим, что высота h капли много меньше ее толщины: $(\partial h / \partial r)^2 \ll 1$; 3) в третьих, полагаем, что коэффициент D диффузии постоянен по всему объему капли: $D \neq D(r)$. Тогда система (1) преобразуется к виду [1]

$$\frac{\partial n}{\partial t} = \frac{D}{r} \frac{\partial n}{\partial r} + D \frac{\partial^2 n}{\partial r^2} + \frac{D}{h} \frac{\partial n}{\partial r} \frac{\partial h}{\partial r} - v \frac{\partial n}{\partial r} + \frac{Jn}{\rho h}. (3)$$

Будем считать форму капли параболической, т.е. $h(r, t) = (h_0 - v_0 t)(1 - r^2 / R^2)$. Предполагая, что плотность потока пара J является постоянной величиной: $J = 0,5\rho v_0^2$, определим поле скоростей внутри капли [1]:

$$v = -\frac{1}{\rho h} \int_0^r \left[J \sqrt{1 + \left(\frac{\partial h}{\partial r} \right)^2} + \rho \frac{\partial h}{\partial t} \right] r dr \approx -\frac{1}{\rho h} \int_0^r \left(J + \rho \frac{\partial h}{\partial t} \right) r dr = \frac{v_0 r}{4(h_0 - v_0 t)}. (4)$$

Введе безразмерные величины: $x = \frac{r}{R}$; $\tau = \frac{v_0 t}{h_0}$; $\mathfrak{R} = \frac{D h_0}{v_0 R^2}$,

где \mathfrak{R} – безразмерный параметр, определяющий, какой из процессов – испарение или диффузия – играет доминирующую роль в перераспределении компонентов раствора. Тогда дифференциальное уравнение диффузии/испарения (3) примет вид

$$\frac{\partial n}{\partial \tau} = \mathfrak{R} \frac{\partial^2 n}{\partial x^2} + \left[\frac{\mathfrak{R}}{x} - \frac{2x\mathfrak{R}}{(1-x^2)} - \frac{x}{4(1-\tau)} \right] \frac{\partial n}{\partial x} + \frac{n}{2(1-\tau)(1-x^2)}. (5)$$

Для определения безразмерного коэффициента \mathfrak{R} рассмотрим экспериментальные данные по динамике высыхания капли $R = 5$ мм; $h_0 = 1,5$ мм; $D = 1,5 \cdot 10^{-3}$ мм²/с; $v_0 = 1,1 \cdot 10^{-4}$ мм/с. Тогда $\mathfrak{R} = 0,81$ [2].

Для решения полученного дифференциального уравнения были применены численные методы с использованием пакета программ MAPLE 12.0. На рис. 2 приведена зависимость приведенной концентрации $n(r)/n(0)$ растворенного компонента от безразмерного расстояния $x = r/R$ от центра капли.

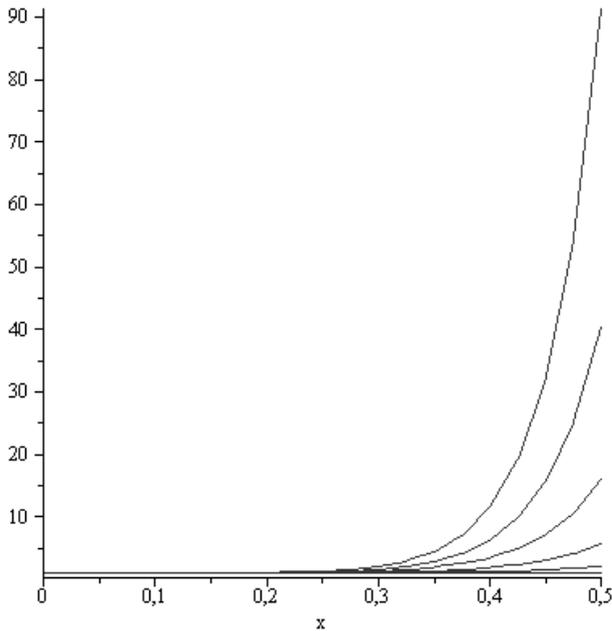


Рис.2. Результаты моделирования процессов диффузии/испарения в капле: зависимость приведенной концентрации растворенного компонента (эозина) от безразмерного расстояния $x = r/R$ от центра капли

Из рис.2 видно, что данная модель действительно адекватно описывает динамику процессов в капле, в результате которых концентрация в середине капли уменьшается, а начиная примерно от расстояний $r = 0,3 - 0,4R$ наблюдается резкое увеличение концентрации растворенного компонента [2].

Для объяснения экспериментальной линейной зависимости интенсивности максимума спектра быстрой флуоресценции молекул эозина в капле было выдвинуто предположение о том, что в процессе испарения капли происходит концентрационное тушение флуоресценции вследствие агрегации красителя на периферии капли. В нашей работе была найдена константа скорости тушения с помощью уравнения Штерна – Фольмера. Для этого были проанализированы экспериментальные результаты линейной зависимости интенсивность флуоресценции молекул красителя от времени при высыхании капли. Из наклонов графиков зависимости $I_{\text{фл}} = f(t)$ и результатов моделирования диффузионных процессов была найдена константа скорости статического тушения и константа скорости диффузии [2].

Выразим отношение интенсивностей быстрой флуоресценции молекул эозина на периферии и в центре капли:

$$\frac{I(0)}{I(R)} \Big|_t = \frac{\varphi(0)}{\varphi(R)} \frac{n(0,t)}{n(R,t)} = (1 + K[Q]) \frac{n(0,t)}{n(R,t)} \quad (8)$$

где $I(R)$, $I(0)$ и $\varphi(R)$, $\varphi(0)$ – соответственно интенсивности максимума спектра быстрой флуоресценции эозина и квантовые выходы вблизи линии пиннинга и в центре капли; K константа скорости статического тушения (агрегации); $[Q] = n(R,t) \sim 10^{-2}$ моль/л – концентрация молекул тушителя (эозина).

Используя экспериментальные данные по фотофизике процессов в капле (рис.1) для момента времени $t = 60$ мин, в работе была найдена константа скорости статического тушения (агрегации) молекул эозина в капле: $K = k\tau_0 = 1,32 \cdot 10^4$ л/моль (здесь k – константа скорости динамического тушения, $\tau_0 = 1,2$ нс – время жизни возбужденного состояния молекулы эозина в водном растворе). Найденное значение K позволило определить константу динамического тушения k , которая оказалась равной $1,1 \cdot 10^{13}$ л/(моль·с). Столь значительная величина константы динамического тушения, а также тот факт, что концентрация эозина в периферийной части капли быстро увеличивается при $r \rightarrow R$, позволили предположить, что модель динамического тушения должна быть детализирована посредством учета диффузионной модели. Поскольку значение безразмерного коэффициента \mathfrak{R} близко к единице, можно предположить, что процесс тушения (агрегации) является результатом двух конкурирующих между собой процессов – динамического тушения

и диффузионного движения. Последнее, как известно [2], может приводить к сильному отклонению от линейного уравнения Штейна – Фольмера. В нашей работе представляло интерес определить характерный радиус R центров свечения – агрегатов по известной константе скорости диффузии k_{diff} . Стационарное решение уравнения диффузии дает следующее выражение для квантового выхода флуоресценции [2]:

$$\frac{\varphi(0)}{\varphi(R)} = \frac{(1 + k_{\text{diff}} \tau_0 [Q])}{w} \quad (9)$$

Здесь $w = 1 + y\sqrt{\pi} \exp(y^2) \operatorname{erfc}(y)$,

$y = \frac{4R^2 \sqrt{\pi} D N_A [Q]}{\sqrt{\tau_0^{-1} + 4\pi R D N_A [Q]}}$; R – эффективный радиус соударения моле-

кул; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹ число Авогадро; $[Q]$ – концентрация тушителя, моль/м³. Принимая во внимание, что коэффициент диффузии $D = 1,5 \cdot 10^{-3}$ мм²/с, концентрация тушителя $[Q] = 10^{-2}$ моль/л = 10 моль/м² и время жизни возбужденного состояния озона в водном растворе $\tau_0 = 1,2$ нс, константа скорости диффузии $k_{\text{diff}} = 4,5 \cdot 10^6$ л/(моль·с) подставим в соотношение (9) значение безразмерного параметра y и получим (значение функции ошибок $\operatorname{erfc}(y)$ определялось в программе MAPLE 12.0). Таким образом, характерный радиус соударений частиц – агрегатов составил значение $R = 6,9$ нм.

Литература:

1. **Тарасевич Ю. Ю.** Качественный анализ закономерностей высыхания капли многокомпонентного раствора на твердой подложке / Ю.Ю. Тарасевич, Д.М. Православнова // Журнал физической химии. – Т.77. -В.2. -2007. С.17-21.
2. **Брюханов В. В.** Исследование процессов переноса в испаряющейся капле раствора наночастиц серебра / В.В. Брюханов, Н.А. Мыслицкая, А.В. Хитрин, А.М. Иванов // Известия КГТУ. -№20. -2011. С.18-24.

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХОНДРОИНСУЛЬФАТОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ

Порцель М. Н., Новиков В. Ю., Коновалова И. Н. (г. Мурманск, ФГОУ ВПО «МГТУ», кафедра химии; e-mail: snowmax@mail.ru)

Marine aquatic organisms are interesting as a raw material for preparing of such polysaccharides as chondroitin sulfate (CS). The paper shows HPLC method for quantitative analysis of CS by the content of galactosamine in acid hydrolysates. Kinetic curves of CS hydrolysis at different concentrations of acid were constructed. Mathematical model of the acid hydrolysis of CS were calculated based on the experimental data. Rate constants reaction of galactosamine formation and destruction in the experimental conditions were calculated. Method for quantitative determination of chondroitin sulfate in raw materials (tissues, drugs and foods) was proposed.

Морские гидробионты представляют интерес как сырьё для получения такого полисахарида как хондроитинсульфат. Природный полисахарид хондроитинсульфат представляет собой сульфатированный гликозаминогликан, макромолекулы которого состоят из чередующихся мономерных звеньев глюкуроновой кислоты и N-ацетил-галактозамина, сульфатированного в 4 или 6 положении. Хондроитинсульфат является широко используемой пищевой добавкой для лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний суставов и позвоночника, например, артроза и остеохондроза. Для изготовления препаратов используется хондроитинсульфат с низкой молекулярной массой, который получают различными методами кислотного гидролиза. Поэтому важной практической и теоретической задачей является изучение физико-химических закономерностей процесса кислотного гидролиза хондроитинсульфата до олигомеров и мономеров с последующей их идентификацией и установлением количественных соотношений между ними.

Для количественного определения хондроитинсульфата часто применяется спектрофотометрический метод Дише, основанный на цветной реакции уоновых кислот с карбазолом [1, 2]. Глюкуроновая кислота, входящая в состав хондроитинсульфата реагируя с карбазолом даёт розовое окрашивание. На наш взгляд, для количественного анализа на содержание хондроитинсульфата полисахаридов из гидробионтов данный метод не подходит, так как почти все виды гликозаминогликанов (гиалуруоновая кислота, дерматансульфат, хондроитинсульфат), содержат в своём составе уоновые кислоты. Метод Дише не является избирательным, а показывает суммарное содержание гликозаминогликанов. Поэтому в качестве избирательного метода определения хондроитинсульфата нами использован метод ВЭЖХ на обращенной фазе, были подобраны условия хроматографирования [2]. Количество хондроитинсульфата оценивали по содержанию галактозамина в кислотных гидролизатах. Этот метод количественного анализа полисахаридов по

их структурным мономерам может быть применён и к другим природным полисахаридам, например, к хитину.

Для выделения моносахаридов обычно используется кислотный гидролиз исходного полисахарида. Кислотный гидролиз хондроитинсульфата до мономеров проводили в водном растворе HCl при температуре 100°C и соотношении кислоты и хондроитинсульфата 100:1. Для удаления HCl после гидролиза образцы высушивали под вакуумом. Образовавшийся в процессе гидролиза галактозамин, восстанавливали 1% раствором NaBH_4 до спирта. Образовавшийся спирт выделяли методом ВЭЖХ на обращенной фазе. Хроматографирование образцов проводили на жидкостном хроматографе LC-10A_{VP} (Shimadzu Corp., Япония) с использованием эксклюзионной колонки TSK-gel Alpha-4000 ($30 \times 0,78$ см) с предколонкой TSK-guardcolumn Alpha ($6 \times 0,4$ см) (TOSOH, Япония). Выходящие с колонок фракции регистрировали по оптическому поглощению веществ с помощью ультрафиолетового спектрофотометрического детектора RF-10AXL на длинах волн 337 нм и 454 нм. Для построения калибровочной линии использовали растворы с известной концентрацией галактозамина. Количество галактозамина в пробе пропорционально площади соответствующего пика на хроматограмме.

Были построены кинетические кривые гидролиза хондроитинсульфата при различных концентрациях кислоты. Кинетические кривые гидролиза хондроитинсульфата приведены на рисунке 1.

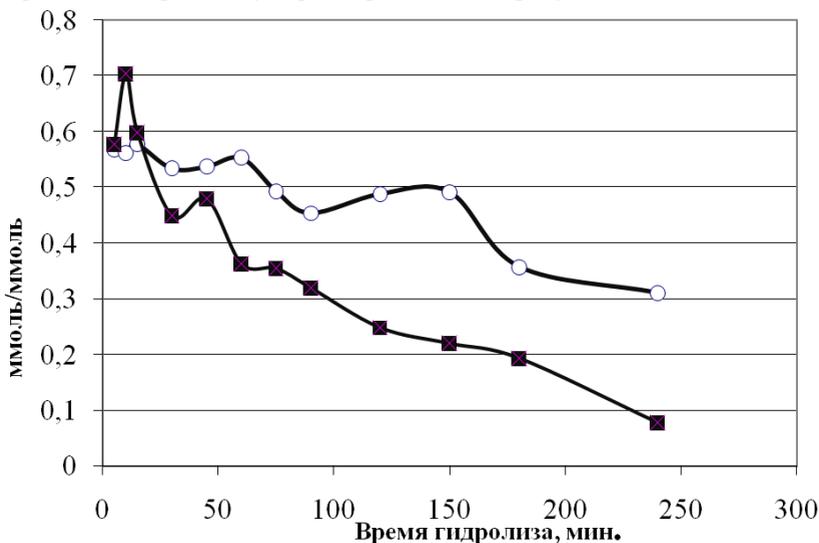


Рис.1 - Кинетические кривые гидролиза хондроитинсульфата.
Концентрация HCl: 1. – 4 моль/дм³; 2. – 6 моль/дм³.

Анализ кинетических кривых гидролиза показал, что реакция может быть описана кинетическим уравнением первого порядка.

На основании полученных экспериментальных данных были предложены математические модели процесса кислотного гидролиза хондроитинсульфата, с помощью которых можно определить исходное содержание хондроитинсульфата в исходных препаратах. Рассчитаны константы скоростей реакции образования галактозамина в условиях эксперимента.

Разработан метод количественного определения хондроитинсульфата в гидробионтах и продуктах на их основе.

Литература:

1. **Jin-Ho Jo, Jeong-Ryong Do, Young-Moung Kim, Dong-Soo Kim, Taek-Kyun Lee, Seon-Bong Kim, Seung-Mock Cho, Suk-Nam Kang, Douck Choun Park** Optimization of shark (*Squatina Oculata*) cartilage hydrolysis for the preparation of chondroitin sulfate / Jin Ho Jo // Food Sci. Biotechnol. 2005, Vol. 14, No.5, P. 651-655.
2. **Zacharias Dische** A new specific color reaction of hexuronic acids / Zacharias Dische // J. Biol. Chem. 1947 No.167. P. 189-198.
3. **Daniel R. Studelska, Kari Giljum, Lynda M. McDowell, and Lijuan Zhang** Quantification of glycosaminoglycans by reversed-phase HPLC separation of fluorescent isoindole derivatives / Glycobiology 2006, Vol. 16, No. 1, P. 65–72.

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛЯРИЗАЦИИ ГИДРАЗИНА

Манюгин И. О., Зиновьева А. Б., Путинцев Н. М., Путинцев Д. Н. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра химии, E-mail: putincevnm@mstu.edu.ru)

Polarization characteristics p , $L(x_F)$, F , $\alpha_{\text{деф}}^{\text{полн}}$, ε_{∞} , $P_{\text{деф}}^{\text{полн}}$, $P_{\text{М деф}}^{\text{полн}}$ and $P_{\text{М}}$ of liquid hydrazine were calculated.

Гидразин (N₂H₄) – полярное вещество. Колебательный спектр молекулы гидразина хорошо объясняется одной изомерной формой с углом поворота групп NH₂ относительно друг друга 90° [1]. Постоянный дипольный момент молекулы (μ) гидразина равен 6.04×10⁻³⁰ Кл м [2]. Значения статической диэлектрической проницаемости жидкого гидразина при тем-

пературах 5, 15, 25, 35 и 50°C равны: 56.9; 54.2; 51.7; 49.5 и 46.5 [3]. Значение ϵ_S при 20°C получено интерполяцией экспериментальных данных [3]

$$\epsilon_S^{20} = \epsilon_S^{25} + \frac{\epsilon_S^{15} - \epsilon_S^{25}}{10} \quad 5 = 51.7 + 1.25 = 52.95.$$

Молярная масса и плотность гидразина: $M = 32.045 \times 10^{-3}$ кг/моль, $\rho(20^\circ\text{C}) = 1008$ кг/м³ [4]; $\rho(25^\circ\text{C}) = 1004$ кг/м³ [2]. Отсюда значения мольного объема при 20 и 25°C соответственно равны 31.79 и 31.92×10^{-6} м³/моль.

Рассчитаем значения характеристик поляризации гидразина p , $L(x_F)$, F , $\alpha_{\text{деф}}^{\text{полн}}$, ϵ_∞ , $P_{\text{деф}}^{\text{полн}}$, $P_{M \text{ деф}}^{\text{полн}}$ и P_M (табл.). Расчет характеристик поляризации произведем из соотношений [5-7]

$$P_M = (\epsilon_S - 1)V_0 = \frac{N_A}{\epsilon_0} \left[\frac{p^2}{kT} L(x_F) \right], \quad (1)$$

$$L(x_F) = \frac{2U_{\text{вз}}}{2U_{\text{вз}} + RT}, \quad (2)$$

$$N_A pFL(x_F) = 2U_{\text{вз}}, \quad (3)$$

$$N_A \alpha_{\text{деф}}^{\text{полн}} F^2 = 2U_{\text{вз}}, \quad (4)$$

$$P_{M \text{ деф}}^{\text{полн}} = (\epsilon_\infty - 1)V_0 = \frac{N_A}{\epsilon_0} \alpha_{\text{деф}}^{\text{полн}}, \quad (5)$$

$$\alpha_{\text{деф}}^{\text{полн}} = \frac{pL(x_F)}{F}, \quad (6)$$

$$\frac{P_{M \text{ деф}}^{\text{полн}}}{P_{M \text{ деф кр}}^{\text{полн}}} = f(\tau), \quad (7)$$

$$U_{\text{вз}} \square \frac{RT}{2\epsilon} \frac{\epsilon_S - \epsilon_\infty}{-1}, \quad (8)$$

где p – дипольный момент молекулы в среде, ϵ_S – статическая диэлектрическая проницаемость вещества, ϵ_∞ – деформационная или

высокочастотная диэлектрическая проницаемость, $\alpha_{\text{деф}}^{\text{полн}}$ – полная деформационная поляризуемость молекулы, $P_{\text{М деф}}^{\text{полн}}$ и $P_{\text{М деф кр}}^{\text{полн}}$ – молярные деформационные поляризации вещества при исследуемой и критической температуре $T_{\text{кр}}$ ($P_{\text{М деф кр}}^{\text{полн}} = 43.356 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$), $T_{\text{кр}} = 653.2 \text{ К}$, F – напряженность локального электрического поля, $N_{\text{А}} = 6.022 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$, $U_{\text{вз}}$ – внутренняя энергия взаимодействия вещества, $L(x_{\text{F}})$ – функция Ланжевена, V_0 – объем одного моля вещества, $R = 8.314 \text{ Дж/моль К}$, $k = 1.38066 \times 10^{-23} \text{ Дж/К}$, $\epsilon_0 = 8.85419 \times 10^{-12} \text{ Ф/м}$. Выражения для функции $f(\tau)$ приведены в [7]. Формулы, содержащие функцию Ланжевена, справедливы только для полярных конденсированных сред, включая и критическое состояние вещества. В случае газообразного состояния функция $L(x_{\text{F}})$ должна заменяться на $(g_{\text{k}}/3)$, где g_{k} фактор Кирквуда.

Из выражений (1) - (4), (8) следует, что для нахождения характеристик поляризации гидразина необходимо иметь сведения по величине $U_{\text{вз}}$. Значения $U_{\text{вз}}$ при температурах ниже температуры парообразования $113.5 \text{ }^\circ\text{C}$ определим по теплоте парообразования [8] из формулы Ватсона

$$\Delta H_{\text{пар}}^T = 57120(1 - T / 653.2)^{0.380}$$

и выражения $U_{\text{вз}} \approx (\Delta H_{\text{пар}} - RT)$.

Алгоритм расчета. Из выражений (1), (3), (2), (4), (5) или (7), (6),

(8) поочередно находим значения ϵ_{S} , $L(x_{\text{F}})$, ρ и $P_{\text{М}}$, F , $\alpha_{\text{деф}}^{\text{полн}}$, ϵ_{∞} , $P_{\text{М деф}}^{\text{полн}}$ и $P_{\text{М деф кр}}^{\text{полн}}$. Состояние жидкого гидразина при $T = 293.15 \text{ К}$ выбираем в качестве реперного и используя выражения (1) - (8) рассчитываем с характеристики поляризации при других температурах (табл.).

Из данных табл. следует, что экспериментальные значения ϵ_{S} гидразина [3] отличаются от расчетных не более чем на 2.6 %. Расхождение, по-видимому, обусловлено погрешностью определения энергии взаимодействия.

Таблица Значения характеристик поляризации гидразина (ρ , 10^{-30} Кл м ; F , 10^{10} В/м ; $P_{\text{М деф}}^{\text{полн}}$, $10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$; $\alpha_{\text{деф}}^{\text{полн}}$, $10^{-42} \text{ Кл м}^2/\text{В}$; $U_{\text{вз}}$, Дж/моль)

T, K	ρ	L(x _F)	F	$P_{\text{М.деф}}^{\text{полн}}$	$\alpha_{\text{деф}}^{\text{полн}}$	ε_{∞}	ε_S	U _{вз}
278.15	10.13 3	0.974 37	1.478 32	45.42 6	667.9 02	2.44 6	57.4 0	4395 0
293.15	10.05 3	0.972 51	1.464 56	45.40 2	667.5 49	2.42 8	52.9 5	4311 3
298.15	10.02 6	0.971 87	1.459 89	45.39 3	667.4 16	2.42 2	51.5 7	4283 0
323.15	9.883	0.968 56	1.435 74	45.34 6	666.7 26	2.39 3	45.3 1	4138 2
386.65 про- гноз	9.478	0.958 81	1.367 42	45.20 1	664.5 91	229 0	32.3 1	3741 7

Примечание. Значение $43.356 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$ при критической температуре является условным, так как при $t > 200^\circ\text{C}$ гидразин распадается на аммиак и молекулярный азот.

Выводы. В работе впервые произведен расчет характеристик поляризации вещества (ρ , F, $P_{\text{М.деф}}^{\text{полн}}$ и ε_{∞}), формирующих свойства жидкого гидразина. Найденные значения характеристик поляризации не противоречат экспериментальным и литературным данным.

Литература:

1. **Свердлов, Л. М.** Колебательные спектры многоатомных молекул / Л. М. Свердлов, М. А. Ковнер, Е. П. Крайнов. – М. : Наука, 1970. – 559 с.
2. Химическая энциклопедия. В 5 т. Т. 1 / гл. ред. И. Л. Кнунянц. – М. : Сов. энциклопедия, 1988. – 623 с.
3. **Ахадов, Я. Ю.** Диэлектрические параметры чистых жидкостей: справочник / Я. Ю. Ахадов. – М. : Изд-во МАИ, 1999. – 856 с.
4. **Рид, Р.** Свойства газов и жидкостей / Р. Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд. – Л. : Химия, 1982. – 591 с.
5. **Путинцев, Н. М.** Диэлектрическая проницаемость полярных диэлектриков / Н. М. Путинцев, Д. Н. Путинцев // Журн. физ. химии. – 2007. – Т. 81, № 4. – С. 667–671.
6. **Путинцев, Н. М.** Деформационная поляризация вещества / Н. М. Путинцев, Д. Н. Путинцев // Журн. физ. химии. – 2007. – Т. 81, № 4. – С. 660–666.

7. **Путинцев, Д. Н.** Метод прогнозирования поляризации веществ / Д. Н. Путинцев, Н. М. Путинцев // Журн. физ. химии. – 2008. – Т. 82, № 8. – С. 1474–1478.

8. **Морачевский, А. Г.** Физико-химические свойства молекулярных неорганических соединений / А. Г. Морачевский, И. Б. Сладков. – Л. : Химия, 1987. – 188 с.

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИОННОЙ ДИ- ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ВОДЫ

Путинцев Д. Н., Путинцев Н. М. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра химии, E-mail: putincevnm@mstu.edu.ru)

Deformation permittivity (ϵ_∞) and its components of water were calculated. For water at saturation line was detected that ϵ_∞ , $\epsilon_\infty^{\text{внутр}}$, $\epsilon_\infty^{\text{межм}}$, $\Delta n_{\text{межм}}$ and $\Delta n_{\text{межм}}$ decrease if the temperature increases and $\Delta n_{\text{яд}}$ has maximum at $T = 0.785T_{\text{cr}}$ in the temperature range ($T_{\text{melt}} - T_{\text{cr}}$).

В [1-4] разработан механизм поляризации молекулярных систем и установлены соотношения между энергией взаимодействия и характеристиками поляризации вещества

$$P_M = (\epsilon_S - 1)V_0 = \frac{N_A}{\epsilon_0} \left[\frac{p^2}{kT} L(x_F) \right], \quad (1)$$

$$L(x_F) = \frac{2U_{\text{вз}}}{2U_{\text{вз}} + RT}, \quad (2)$$

$$N_A pFL(x_F) = 2U_{\text{вз}}, \quad (3)$$

$$N_A \alpha_{\text{деф}}^{\text{полн}} F^2 = 2U_{\text{вз}}, \quad (4)$$

$$P_M^{\text{полн}} = (\epsilon_\infty - 1)V_0 = \frac{N_A}{\epsilon_0} \alpha_{\text{деф}}^{\text{полн}}, \quad (5)$$

$$\alpha_{\text{деф}}^{\text{полн}} = \frac{pL(x_F)}{F}, \quad (6)$$

$$\frac{P_{\text{М деф}}^{\text{полн}}}{P_{\text{М деф кр}}^{\text{полн}}} = f(\tau), \quad (7)$$

$$\alpha_{\text{деф}}^{\text{внутр}} = \frac{\mu}{F} \frac{L(x_F)}{F}, \quad (8)$$

$$\alpha_{\text{деф}}^{\text{межм}} = \frac{P_{\text{деф}}^{\mu} L(x_F)}{F}, \quad (9)$$

$$(\epsilon_{\infty}^{\text{внутр}} - 1)V_0 = \frac{N_A}{\epsilon_0} \alpha_{\text{деф}}^{\text{внутр}}, \quad (10)$$

$$\epsilon_{\infty}^{\text{межм}} V_0 = \frac{N_A}{\epsilon_0} \alpha_{\text{деф}}^{\text{межм}}, \quad (11)$$

$$p = \mu + P_{\text{деф}}^{\mu}, \quad (12)$$

где p – дипольный момент молекулы в среде, μ – постоянный дипольный момент, $P_{\text{деф}}^{\mu}$ – деформационный дипольный момент в направлении μ , ϵ_S – статическая диэлектрическая проницаемость вещества, ϵ_{∞} – деформационная или высокочастотная диэлектрическая проницаемость, $\alpha_{\text{деф}}^{\text{полн}}$ – полная деформационная поляризуемость молекулы, $P_{\text{М деф}}^{\text{полн}}$ и $P_{\text{М деф кр}}^{\text{полн}}$ – молярные деформационные поляризации вещества при исследуемой и критической температуре $T_{\text{кр}}$ ($P_{\text{М деф кр}}^{\text{полн}} = 38.642 \times 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$ [3]), $T_{\text{кр}} = 647.27 \text{ К}$, F – напряженность локального электрического поля, $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$, $U_{\text{вз}}$ – внутренняя энергия взаимодействия вещества, g_k – фактор Кирквуда, $L(x_F)$ – функция Ланжевена, V_0 – объем одного моля вещества, $R = 8.314 \text{ Дж/моль К}$, $k = 1.38066 \times 10^{-23} \text{ Дж/К}$, $\epsilon_0 = 8.85419 \times 10^{-12} \text{ Ф/м}$, $\alpha_{\text{деф}}^{\text{внутр}}$, $\alpha_{\text{деф}}^{\text{межм}}$ и $\epsilon_{\infty}^{\text{внутр}}$, $\epsilon_{\infty}^{\text{межм}}$ – внутримолекулярные и межмолекулярные составляющие $\alpha_{\text{деф}}^{\text{полн}}$ и ϵ_{∞} , соответственно. Выражения для функции $f(\tau)$ приведены в [3]. Формулы, содержащие функцию Ланжевена, справедливы только для полярных конденсированных сред, включая и кри-

тическое состояние вещества. В случае газообразного состояния функция $L(x_F)$ должна заменяться на $(g_k/3)$.

В [5] диэлектрическая проницаемость ϵ_∞ подразделяется на составляющие

$$(\epsilon_\infty)^{1/2} = n_v + \Delta n_{\text{яд}} + \Delta n_{\text{межм}}, \quad (13)$$

$$(\epsilon_\infty^{\text{внутр}})^{1/2} = n_v + \Delta n_{\text{яд}}, \quad (14)$$

где n_v – абсолютный показатель преломления вещества, $\Delta n_{\text{яд}}$ – вклад в ϵ_∞ от деформации ядерной плотности молекул, $\Delta n_{\text{межм}}$ – вклад в ϵ_∞ от трансляционных и либрационных колебаний молекул.

Из выражений (13) и (14) видно, что если известны значения ϵ_∞ , $\epsilon_\infty^{\text{внутр}}$ и n_v , то можно найти $\Delta n_{\text{яд}}$ и $\Delta n_{\text{межм}}$:

$$\Delta n_{\text{межм}} = (\epsilon_\infty)^{1/2} - (\epsilon_\infty^{\text{внутр}})^{1/2}, \quad (15)$$

$$\Delta n_{\text{яд}} = (\epsilon_\infty^{\text{внутр}})^{1/2} - n_v. \quad (16)$$

Для расчета значения ϵ_∞ и $\epsilon_\infty^{\text{внутр}}$ будем использовать выражения (1) – (12) и наиболее надежные экспериментальные данные по ϵ_S [6] и V_0 [7], а также значения $U_{\text{вз}}$, рассчитанные с учетом колебательно-го спектра молекулы [1- 4].

Значения показателя преломления воды и пара на линии насыщения приведены в [8]. Значения ϵ_∞ , $\epsilon_\infty^{\text{внутр}}$, $\epsilon_\infty^{\text{межм}}$, $\Delta n_{\text{межм}}$ и $\Delta n_{\text{яд}}$ найдены из выражений (1) – (16) и занесены в табл.1.

Таблица 1. Значения характеристик поляризации воды вдоль линии насыщения

T, K	ϵ_S [6]	ϵ_∞	$\epsilon_\infty^{\text{внутр}}$	$\epsilon_\infty^{\text{межм}}$	$\Delta n_{\text{межм}}$	$\Delta n_{\text{яд}}$
273.16	87.81	3.24447	2.47186	0.77261	0.22903	0.23789
293.15	80.27	3.24680	2.48537	0.76143	0.22538	0.24316
313.15	73.22	3.23437	2.49080	0.74357	0.22021	0.24730
333.15	66.73	3.21169	2.49070	0.72099	0.21392	0.25064
353.15	60.81	3.18200	2.48644	0.69556	0.20697	0.25345
373.15	55.41	3.14651	2.47879	0.66631	0.19943	0.25584
393.15	50.50	3.10709	2.46845	0.63864	0.19156	0.25846
423.15	43.94	3.04217	2.44858	0.59359	0.17939	0.26079
473.15	34.74	2.91995	2.40412	0.5158	0.15826	0.26470
493.15	31.53	2.86531	2.38176	0.48355	0.14944	0.26590
503.15	30.01	2.83680	2.36949	0.4673	0.14497	0.26642
513.15	28.53	2.80664	2.35611	0.45053	0.14034	0.26680
523.15	27.08	2.77437	2.34146	0.43291	0.13546	0.26697

533.15	25.68	2.74148	2.32604	0.41544	0.13060	0.26716
543.15	24.30	2.70607	2.30900	0.39707	0.12547	0.26644
553.15	22.94	2.66797	2.29016	0.37781	0.12008	0.26672
573.15	20.26	2.58294	2.24641	0.3365	0.10835	0.26516
593.15	17.56	2.48003	2.19079	0.28924	0.09468	0.26175
613.15	14.72	2.34741	2.11503	0.23238	0.07781	0.25495
633.15	11.36	2.14522	1.99180	0.15342	0.05335	0.23979
643.15	8.70	1.93803	1.85573	0.08230	0.02988	0.21609

Из табл.1 видно, что с увеличением температуры воды на линии насыщения значения ϵ_∞ , $\epsilon_\infty^{\text{внутр}}$, $\epsilon_\infty^{\text{межм}}$, $\Delta n_{\text{межм}}$ с ростом температуры уменьшаются, а значения $\Delta n_{\text{яд}}$ сначала увеличиваются, а затем уменьшаются. Максимум зависимости $\Delta n_{\text{яд}} = f(T)$ располагается вблизи $T = 0.785T_{\text{кр}}$.

Анализ зависимости действительной части диэлектрической проницаемости (ϵ') от частоты приложенного поля [9] показывает, что ориентационная поляризация в воде, как и в нормальных спиртах [10], имеет три области дисперсии. Каждая область дисперсии имеет свое значение диэлектрической проницаемости и предельное значение частоты приложенного поля (рис.1): (0 – 176) ГГц: $\epsilon_{\infty 1} = 5.73$; (176 – 1038) ГГц: $\epsilon_{\infty 2} = 4.06$; (1038 – 3780) ГГц: $\epsilon_{\infty 3} \approx 3.25$. Очевидно, что теоретическое значение ϵ_∞ (3.2468) при 20°C (табл.1) равно $\epsilon_{\infty 3}$, а частота электрического поля, при которой исчезает ориентационная поляризация всех структурных образований в воде (различных ассоциатов и отдельных молекул [10]) равна 3.78×10^{12} Гц (126 см^{-1}).

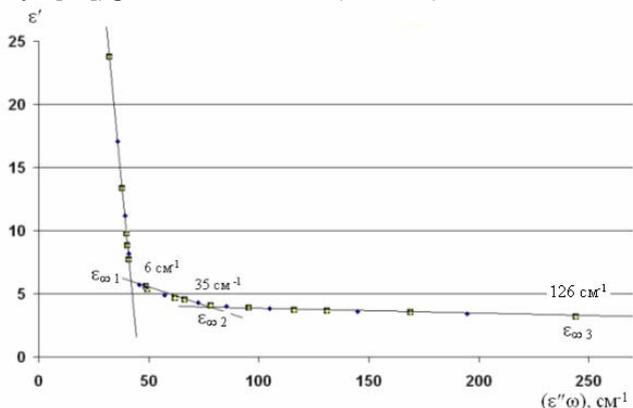


Рис.1. Зависимость ϵ' воды от ($\epsilon''(\omega)$)

Дальнейшее увеличение частоты электрического поля приводит к дисперсии деформационной поляризации. Из рис.2 видно, что вблизи частоты 5580 ГГц (186 см^{-1}) величина $\epsilon' = \epsilon_{\infty}^{\text{ВНУТР}} = (n_v + \Delta n_{\text{яд}})^2 = 2.48537$, а вблизи частоты 17370 ГГц (579 см^{-1}) величина ϵ' равна n_v^2 .

Согласно общепринятой интерпретации [5,11] межмолекулярный спектр воды вблизи 20°C имеет две широкие полосы: полоса ($160\div 190$) см^{-1} и полоса с максимумом 580 см^{-1} . Первая из этих полос относится к трансляционным колебаниям молекул как целого; вторая – к крутильным колебаниям ядер водорода вокруг (O...H)-связей. Из рис.2 видно, что $\epsilon_{\infty}^{\text{МЕЖМ}}$ обусловлена трансляционными колебаниями молекул (предельное значение $\omega = 186 \text{ см}^{-1}$), а внутримолекулярная – либрационными колебаниями (предельное значение $\omega = 578 \text{ см}^{-1}$).

Анализ данных табл. 1 показывает:

- расчетное значение ϵ_{∞} воды при 20°C находится в согласии с литературными данными (3.17, 3.34, 3.48) [9, 12,13];
- при увеличении температуры воды от $T_{\text{пл}}$ до 643.15K значения ϵ_{∞} , $\epsilon_{\infty}^{\text{ВНУТР}}$, $\epsilon_{\infty}^{\text{МЕЖМ}}$ и $\Delta n_{\text{межм}}$ уменьшаются;
- ядерная составляющая ϵ_{∞} воды в интервале (273.16 – 643.15) К имеет пологий максимум, что затрудняет определение его точного расположения на оси Т.

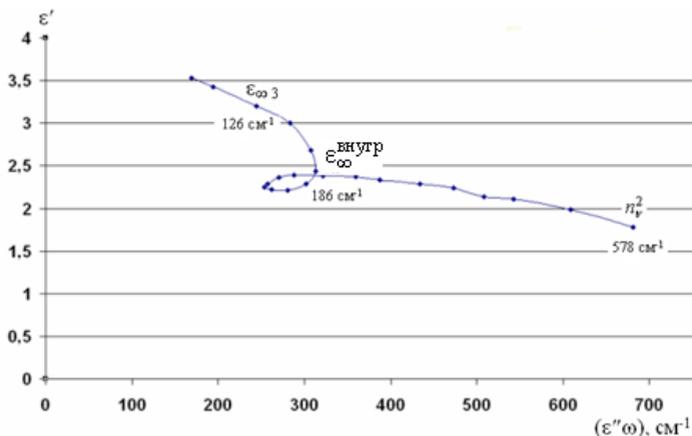


Рис. 2. Зависимость $\epsilon' = f(\epsilon''\omega, \text{см}^{-1})$ воды

Аналогичным образом ведет себя зависимость $K_S = f(T_S)$ [14], где K_S – коэффициент упаковки молекул в структуре воды, а подстрочный символ (s) означает линию насыщения. Величина K_S зависит от числа молекул в элементарной ячейке, объема одной молекулы и объема элементарной ячейки. В жидкой воде кристаллическая решетка отсутствует, но зависимость K_S от числа ближайших соседей сохраняется. Следовательно, аналогичное поведение кривых $K_S = f(T_S)$ и $\Delta n_{\text{яд}} = f(T_S)$ не является случайным и обусловлено зависимостью данных величин от локальной плотности (от числа ближайших соседей молекулы). Отсюда можно предположить, что причиной появления максимума $\Delta n_{\text{яд}}$ является увеличение числа ближайших соседей молекулы и, что максимум зависимости $\Delta n_{\text{яд}} = f(T_S)$ в жидкой воде должен располагаться при температуре максимума коэффициента упаковки молекул в воде ($T_{\text{макс}} = 0.785T_{\text{кр}} \approx 508\text{K}$ [14]). Расхождение в расположении максимумов зависимостей $\Delta n_{\text{яд}} = f(T_S)$ и $K_S = f(T_S)$, по-видимому, объясняется погрешностями определения величин ϵ_S , V_0 , $U_{\text{вз}}$ и n_V .

Литература:

1. **Путинцев Н. М., Путинцев Д.Н.** //Журн. физ. химии, 2007. Т. 81, № 4. С. 667.
2. **Путинцев Н. М., Путинцев Д.Н.** // Там же. 2007. Т. 81. № 4. С. 660.
3. **Путинцев Д.Н., Путинцев Н.М.** // Там же. 2008. Т82. № 8. С. 1474.
4. **Путинцев Н. М., Путинцев Д.Н.** // Там же. 2008. Т. 82. № 11. С. 2018.
5. **Свищев И.М.** // Там же. 1992. Т. 66. № 6. С. 1537.
6. **Uematsu M., Franck E. U.** // J. Phys. Chem. Ref. Data. 1980. Vol. 9. № 4. P. 1291.
7. **Ривкин С. Л., Александров А. А.** Теплофизические свойства воды и водяного пара. М. : Энергия, 1980. 424 с.
8. **Harvey A. H., Gallagher J.S., Levelt Sengers J. M. H.** //J. Phys. Chem. Ref. Data. 1998. Vol. 27, № 4. P.761.
9. **Liebe H. J., Hufford G. A., Manabe T.** // International Journal of Infrared and Millimeter Waves. 1991. Vol. 12, № 7. P. 659.это 9
10. **Ахадов Я.Ю.** Диэлектрические параметры чистых жидкостей. М.: МАИ, 1999. 854 с.это 10
11. **Эйзенберг Д., Кауцман В.** Структура и свойства воды. Л.: Гидрометеоиздат, 1975. 279 с. Это 11
12. **Любимов Ю. А.** // Журн. физ. химии. 2006. Т. 80, № 12. С. 2278. это 12

13. **Castner E. W., Maroncelli M.** // J. Mol. Liquids. 1998. № 77. P. 1–36. это 13
14. **Путинцев Н. М., Путинцев Д.Н.** //ДАН. 2003. Т. 390, № 4. С. 503.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУПЕРПАРАМАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ С МОЛЕКУЛАМИ РОДАМИНА 6Ж В ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕ

Самусев И. Г., Зарезин А. Б., Александров К. Ю. (*г. Калининград, ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», научно-исследовательская лаборатория микро- и нанотехнологий, the_samusev@yahoo.com*)

Local magnetic field of superparamagnetic nanoparticles and strong heterogeneous magnetic field influence onto spectral-kinetic features of rhodamine 6G in polyvinyl alcohol polymer matrix have been studied.

Введение. При изучении влияния магнитных полей на флуоресценцию используются две различные методики. В первой изучается рекомбинационная люминесценция, возникающая при двойной инъекции в образец электронов и дырок из специально изготовленных контактов. Вторая методика, используемая в нашей работе, состоит в исследовании влияния магнитных полей на замедленную флуоресценцию антрацена при фотовозбуждении. Первоначально эти работы разделялись на две группы: изучение замедленной флуоресценции на участках квадратичной или линейной зависимостей ее интенсивности от интенсивности возбуждающего света, причем интерпретация эффектов различалась. Однако более поздние исследования [1] привели к выводу, что магнитный эффект на замедленную флуоресценцию антрацена во всех случаях обусловлен влиянием магнитного поля на величину константы скорости триплет-триплетной аннигиляции γ . С помощью наблюдения замедленной флуоресценции в антрацене было исследовано влияние магнитных полей на тушение триплетных экситонов радикалами и другими парамагнитными примесями. Было показано [1], что этот эффект обусловлен уменьшением в магнитном поле константы скорости тушения триплетных экситонов парамагнитными центрами, образующимися при облучении.

В настоящей работе проводились исследования влияния локального магнитного поля суперпарамагнитных наночастиц Fe_2O_3 (радиус 100 нм) на спектры поглощения и флуоресценции, а также кинетику длительной люминесценции молекул родамина 6Ж, внедренных в полимерную матрицу поливинилового спирта.

Методика эксперимента. В работе в качестве образцов исследования использовались плёнки, где полимерной матрицей выступал поливиниловый спирт (ПВС). Были получены три плёнки (толщиной 0,3 мм) с концентрацией родамина 6Ж 10^{-5} моль/л: первая плёнка содержала чистый краситель, вторая краситель с наночастицами с концентрацией 10^{13} л^{-1} , третья – родамин 6Ж с поляризованными наночастицами той же концентрации. Для поляризации наночастиц использовался сильный постоянный магнит. Размер магнитных наночастиц представлял собой 100 нм, ядро из магнетита, окруженное оболочкой из молекул поливинилового спирта. Определение спектров поглощения и люминесценции проводилось на спектрофотометре «СФ-200» и анализаторе ФЛЮОРАТ «ПАНОРАМА» соответственно; в качестве импульсного источника возбуждения применялась лазерная система LQ-129, состоящая из лазера YAG:Nd³⁺ и блока питания лазера. Для возбуждения свечения молекул красителей – излучение на длине волны $\lambda = 532 \text{ нм}$.

Результаты. В первой серии экспериментов были получены спектры поглощения и люминесценции образцов (Рис.1 и Рис.2), на них видно, что максимумы поглощения падают с добавлением и поляризацией суперпарамагнитных наночастиц, а максимумы спектров флуоресценции образцов с наночастицами лежат выше и сдвинуты относительно пленки с чистым красителем в более длинноволновую область. Можно предположить, что данный признак свидетельствует об образовании новых типов центров свечения – эксиплексов.

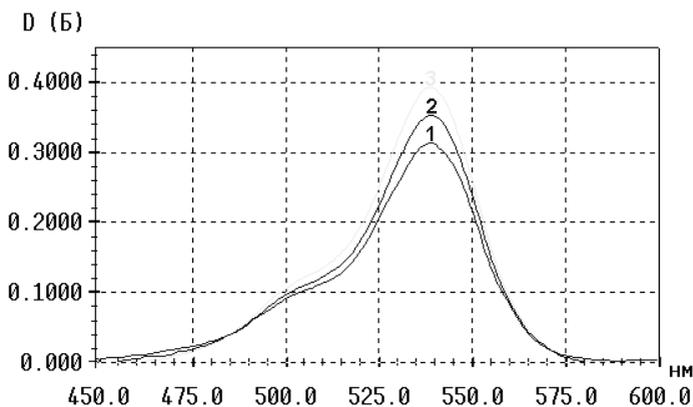


Рис.1. Спектр поглощения: 1 – Родамин 6Ж ($C_1=10^{-5}$ моль/л) в ПВС; 2 – Родамин 6Ж ($C_1=10^{-5}$ моль/л) с наночастицами ($C_2=10^{13} \text{ л}^{-1}$) в ПВС; 3 – Родамин 6Ж ($C_1=10^{-5}$ моль/л) с поляризованными наночастицами ($C_2=10^{13} \text{ л}^{-1}$) в ПВС

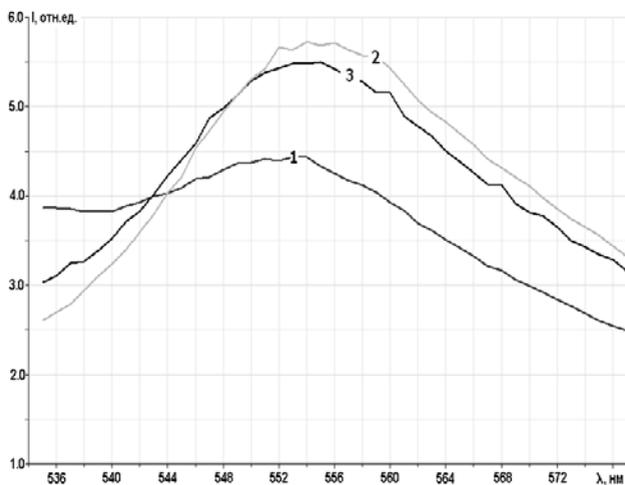


Рис.2. Спектр люминесценции (возбуждение 495 нм): 1 – Родамин 6Ж ($C_1=10^{-5}$ моль/л) в ПВС; 2 – Родамин 6Ж ($C_1=10^{-5}$ моль/л) с наночастицами ($C_2=10^{13}$ л $^{-1}$) в ПВС; 3 – Родамин 6Ж ($C_1=10^{-5}$ моль/л) с поляризованными наночастицами ($C_2=10^{13}$ л $^{-1}$) в ПВС

Железо в магнетите имеет положительный заряд, что является причиной ярко выраженных акцепторных свойств, а молекула родамина 6Ж будет в результате донором электронов. При взаимодействии будут образоваться комплексы с переносом заряда – эксиплексы, это и отражает изменения в спектрах поглощения и люминесценции.

Во второй серии экспериментов исследовались кинетики замедленной флуоресценции (возбуждение на длине волны 532 нм, регистрация – 555 нм) и фосфоресценции (возбуждение на длине волны 532 нм, регистрация 695 нм) образцов (Рис.3 и Рис.4). Данные кривые кинетики можно аппроксимировать по методу наименьших экспоненциальной зависимости.

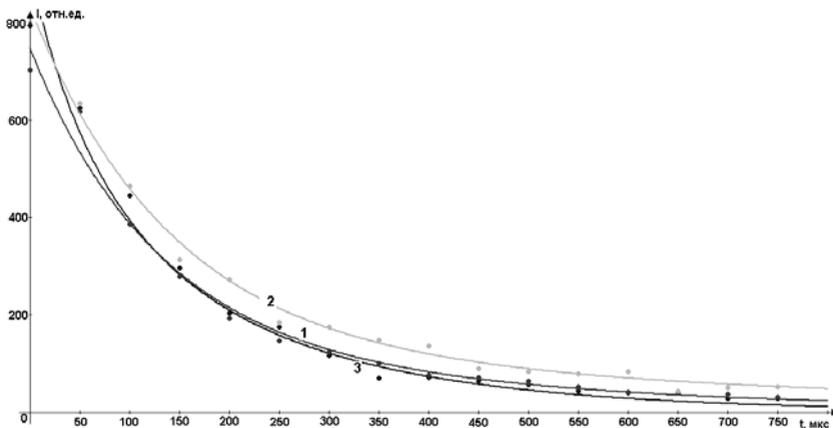


Рис.3. Кинетика замедленной флуоресценции (возбуждение 532 нм, регистрация 555 нм): 1 – Родамин 6Ж ($C_1=10^{-5}$ моль/л) в ПВС; 2 – Родамин 6Ж ($C_1=10^{-5}$ моль/л) с наночастицами ($C_2=10^{13}$ л $^{-1}$) в ПВС; 3 – Родамин 6Ж ($C_1=10^{-5}$ моль/л) с поляризованными наночастицами ($C_2=10^{13}$ л $^{-1}$) в ПВС

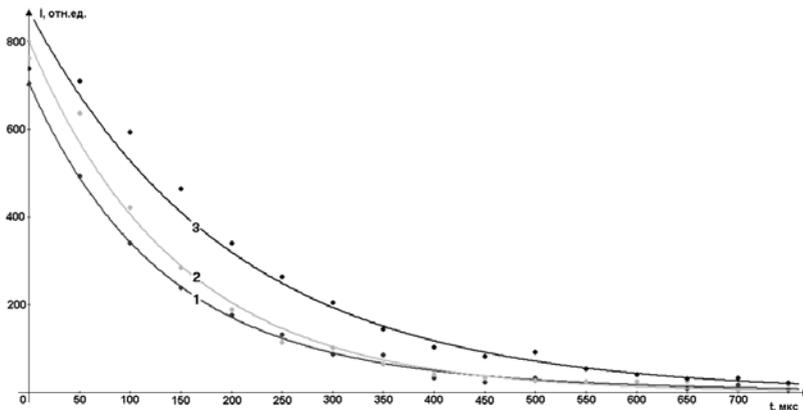


Рис.4. Кинетика фосфоресценции (возбуждение 532 нм, регистрация 695 нм): 1 – Родамин 6Ж ($C_1=10^{-5}$ моль/л) в ПВС; 2 – Родамин 6Ж ($C_1=10^{-5}$ моль/л) с наночастицами ($C_2=10^{13}$ л $^{-1}$) в ПВС; 3 – Родамин 6Ж ($C_1=10^{-5}$ моль/л) с поляризованными наночастицами ($C_2=10^{13}$ л $^{-1}$) в ПВС

Результаты моделирования кинетик замедленной флуоресценции и фосфоресценции образцов приведены в Таблице 1. Из приведенных модельных уравнений видно, что константы скоростей (приведены в мкс⁻¹) для замедленной флуоресценции и фосфоресценции примерно совпадают, а также уменьшаются с добавлением и поляризацией суперпарамагнитных наночастиц. При поляризации суперпарамагнитных наночастиц удается наблюдать аннигиляционную замедленную флуоресценцию, откуда можно сделать вывод об увеличении концентрации триплетных эксиплексов в образце.

Таблица 1

	Замедленная флуоресценция	Фосфоресценция
Родамин 6 Ж в матрице поливинило- вого спирта	$I(t) = 593 \exp(-0,008t) + 154 \exp(-0,0024t)$	$I(t) = 609 \exp(-0,008t) + 97 \exp(-0,0034t)$
Родамин 6 Ж + суперпара- магнитные наночастицы в матрице поливинило- вого спирта	$I(t) = 689 \exp(-0,0072t) + 142 \exp(-0,0014t)$	$I(t) = 802 \exp(-0,0068t)$
Родамин 6 Ж + поляризо- ванные во внешнем сильном не- однородном магнитном поле супер- парамагнит- ные наночастицы в матрице поливинило- вого спирта	$I(t) = \frac{4,4}{0,011 \exp(0,0044t)}$	$I(t) = 871 \exp(-0,005t)$

Выводы. Наблюдаемые магнитные эффекты удается объяснить с помощью следующей общей модели. Энергия взаимодействия парамагнитных частиц (или экситонов) с локальным магнитным полем суперпарамагнитных наночастиц соизмерима с энергией спин-спиновой взаимодействия на расстояниях порядка межмолекулярных. Поэтому можно ожидать, что магнитное поле влияет на процессы, зависящие от спина, в которых проявляется это взаимодействие. Эти процессы могут иметь место в системах из двух частиц с ненулевым спином, таких, например, как два триплетных экситона, триплет и радикал и т.д. Если такая система не может быть охарактеризована полным спином, то внешнее магнитное поле будет смешивать ее различные спиновые подсостояния и изменять вероятности перехода системы из одного состояния в другое [1].

Возможность воздействовать на скорость реакции с помощью внешних постоянных или переменных резонансных магнитных полей определяется действием этих полей на спиновое состояние пары частиц с коррелированными спинами. Будет ли скорость каждой конкретной реакции зависеть от магнитного поля, каков диапазон напряженностей полей, оказывающих влияние на ход реакции, и сильно ли проявится действие поля – все это определяется многими условиями. Главные из них следующие. В ходе реакции должна образовываться и участвовать в реакции пара парамагнитных частиц. Реакция в паре должна идти по крайней мере по двум конкурирующим каналам, причем выбор канала должен зависеть от мультиплетности пары. Время жизни пар τ должно быть достаточно большим, чтобы спиновое состояние пары имело возможность эволюционировать в магнитном поле. Величина τ не должна быть много меньше ω^{-1} , где ω – частота, характеризующая эволюцию спинового состояния пары. Время жизни τ пары должно быть достаточно малым по сравнению с временем релаксации T спинов, $\tau < T$, чтобы не успевало произойти равновероятное заселение всех спиновых состояний. Можно представить себе и такой случай, когда время жизни пар соизмеримо с T . Тогда возможен механизм влияния внешнего магнитного поля на спиновое состояние частиц в паре, связанный с зависимостью T от внешнего магнитного поля. Обычно T увеличивается с ростом поля. Поэтому в сильном поле происходит менее полная релаксация спинов пар, чем в нулевом поле, и соответственно может наблюдаться влияние внешнего поля, обусловленное различной степенью поляризации пар, вызванной зависящей от спина реакцией [2].

Литература:

1. **Соколик И.А.** Влияние магнитных полей на фотопроцессы в органических твердых телах / И. А. Соколик, Е. Л. Франкевич // УФН. -1973, -Т.111. -№2.-С.261-288.
3. **Зельдович Я.Б.** Магнитно-спиновые эффекты в химии и молекулярной физике / Я.Б. Зельдович, А.Л. Бучаченко, Е.Л. Франкевич // УФН. -1988, -Т.155. -№1.-С.6-18.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАЗМОННЫХ ПРОЦЕССОВ
В ПЛЕНКАХ ПОРИСТОГО СЕРЕБРА, ПОЛУЧЕННЫХ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

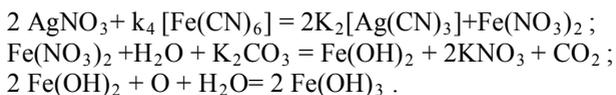
Слежкин В. А., Брюханов В. В., Горлов Р. В. (г. Калининград, ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», кафедра физики, E-mail: vslezhkin@mail.ru)

Fluorescence enhancement rhodamine 6G in a matrix of polyvinyl spirit on the silver films received by electrochemical method has been investigated. It is found that on continuous silver films plasmon a resonance on frequency of 400 nm takes place.

Введение. Физика наноразмерных объектов – интенсивно развивающаяся область. Материалы, содержащие наночастицы благородных металлов, активно изучаются в настоящее время благодаря их важным свойствам, связанным с формированием в видимой области спектра полос резонансного поверхностного поглощения и существенным усилением полей вблизи поверхности металлических наночастиц. Резонансное усиление локальных характеристик светового поля оказывает существенное воздействие на формирование линейных и нелинейных оптических свойств агрегированных нанодисперсных структур, причем степень проявления этих резонансов может эффективно регулироваться изменением топологических и морфологических параметров наноконструктов. Значительное усиление локального поля и его высокая неоднородность – важные факторы, приводящие к появлению так называемых поверхностно-усиленных оптических эффектов, например гигантского комбинационного рассеяния и усиления люминесценции молекул, помещенных вблизи поверхности металлических наноструктур [1-5]. Следует отметить, что, как правило, в литературе экспериментальные данные получены на островковых серебряных пленках или в растворах, содержащих коллоидные частицы. В настоящей работе исследовалась быстрая флуоресценция молекул родамина 6Ж (Р6Ж), вне-

дренных в матрицу поливинилового спирта, которая создавалась на серебряных пластинах (пленках) с различной степенью шероховатости, полученных электроосаждением.

Для электрохимического серебрения образцов с медной основой применяли сенородистороданистый электролит [6], в котором серебро присутствует в виде цианистого комплекса, но не содержит свободного цианида следующего состава, г/л: калий железистосинеродистый - 35; калий роданистый - 80; калий углекислый - 35; серебро (в пересчете на металл) - 25. Электролит готовили следующим образом. Отдельно растворяли требуемые количества азотнокислого серебра, желтой кровяной соли (железистосинеродистого калия) и поташа, все растворы доводили до кипения и затем сливали вместе и кипятили еще 2 ч, причем в тот момент, когда начинал образовываться красно-бурый осадок, добавляли примерно 0,5 мл перекиси водорода для ускорения реакции образования цианистого комплекса серебра. При кипячении в непрозрачной посуде идут следующие реакции:



Для растворения серебряных анодов в электролит вводили роданистый калий. Электролит по своим свойствам близок к цианистому, так как разряд ионов серебра идет из цианистого комплекса: $[\text{Ag}(\text{CN})_3]^{2-} + e^- = \text{Ag} + 3 \text{CN}^-$, поэтому и все зависимости в этом электролите будут идентичны цианистому, в частности, выход по току близок к 100 %.

Серебряные пленки получали на медных подложках, поверхность которых полировали до металлического блеска. После полировки поверхность промывали этанолом, затем обезжиривали в 5 %-ном растворе гидроксида натрия, промывали водой, высушивали и промывали толуолом. После высушивания при 60 °С и промывания водой электроосаждали серебро при температуре 18-20 °С и плотности тока 5 мА/см² в течение 15 мин, что соответствовало матовой (с определенной шероховатостью – высотой выступов) серебряной пленке толщиной до 5 мкм. Затем изменяли шероховатость и пористость одной части поверхности образца путем анодного растворения серебряной пленки на слой толщиной 0,25; 0,5; 0,75 и 1,0 мкм при плотности тока 5 мА/см². После электроосаждения и анодного растворения образцы промывали в течение 10 мин проточной водой для удаления солей электролита. На высушенную при температуре 60 °С поверхность серебра наносили водный раствор роданида 6Ж с ПВС. Образцы высушивали при 60 °С в

течение суток. В образовавшемся слое полимерной пленки ПВС толщиной 25 мкм концентрация Р6Ж составляла $3 \cdot 10^{-3}$ М.

Спектры флуоресценции исследовали на спектрофлуориметре «Флюорат-02-Панорама». Образцы располагали так, что световой поток был направлен к нормали поверхности под углом 45° . Возбуждение осуществлялось неполяризованным излучением ксеноновой лампы высокого давления монохроматора спектрофлуориметра. Программное обеспечение прибора «Panorama Pro» позволяла строить спектры с нормированием в программе «Эксел».

Для изучения морфологии полученных пленок использовали сканирующий электронный микроскоп JSM-6390 и туннельный микроскоп СММ-2000. Для контроля применяемых поверхностей проведено сравнение сигнала флуоресценции молекул Р6Ж, нанесенных на поверхности полированного и матового покровных стекол микроскопа. Матовое стекло получено шлифовкой полированного стекла абразивным порошком с размером частиц около 1 мкм.

На рис.1 представлены сканы поверхности различных серебряных пленок, из которых видно, что пленки серебра мелкозернистые с размером зерен от 300 до 500 нм. Анодное растворение на толщину 0,5 мкм приводит к уменьшению размера зерен до 100 нм и менее. Следует отметить, что анодное растворение приводит не только к уменьшению размеров зерен, но и к увеличению пористости, что хорошо просматривается на рис.1. Во второй серии экспериментов исследовались спектры флуоресценции пленок ПВС с Р6Ж на серебряных пленках с различной технологией приготовления, в том числе и на пористой поверхности стекла.

Следует отметить, что наибольший интерес в наших исследованиях представляло исследование с возбуждением флуоресценции пленок Р6Ж вблизи 400 нм. Это связано с основной задачей исследования обнаружить усиление электронных переходов в молекулах Р6Ж в результате диполь-дипольного переноса энергии с электромагнитной волны, распространяющейся в серебряной пленке (плазмонный резонанс), на электронные состояния молекул красителя в тонкой пленке ПВС [7]. С этой целью были исследованы спектры флуоресценции пленок ПВС с Р6Ж на различных серебряных пленках.

Было установлено, что при возбуждении различными длинами волн: 337, 350, 400 и 510 нм максимум спектров флуоресценции красителя лежал в области 570 нм, однако интенсивность его значительно изменялась в зависимости от длины волны возбуждения и шероховатости поверхности серебряной пленки. На рис. 2 представлены спектры флуоресценции молекул Р6Ж в пленке ПВС ($C = 3 \cdot 10^{-3}$ М) на стеклянных и серебряных пленках с различной технологией приготовления (см.

подписи под рисунком) при возбуждении с $\lambda = 400$ нм. Из рисунка видно, что наибольшая интенсивность флуоресценции у пленок ПВС с молекулами Р6Ж наблюдается на серебряных пленках с матовой поверхностью. Следует напомнить, что такие пленки с матовой поверхностью создавались обычным электрохимическим осаждением на медную пластину все время строго при одинаковых условиях. Из сравнения амплитуд флуоресценции красителя в максимуме полосы свечения видно, что состояние пористости подложки играет решающую роль в величине интенсивности красителя в пленке ПВС. Такое увеличение интенсивности флуоресценции молекул Р6Ж на матовой серебряной пленке даже больше, чем на зеркальной серебряной пленке, хотя вторичное возбуждение пленки отраженным светом должно быть, на наш взгляд, более значительно. Аналогичные спектры были построены и для других волн возбуждения, указанных выше. Представляло интерес построить отношение интенсивностей флуоресценции молекул Р6Ж в пленке ПВС в зависимости от шероховатости поверхности при различных длинах волн возбуждения.

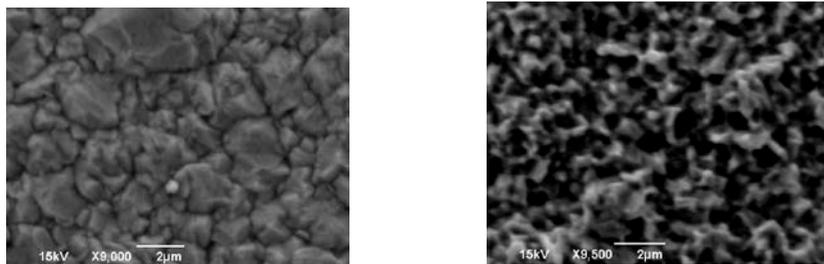


Рис.1. Сканы поверхности электроосажденных серебряных пленок, полученных на электронном микроскопе JSM-6390: после электроосаждения (x 9,000) и анодного растворения на 0,75 мкм (x 9,500)

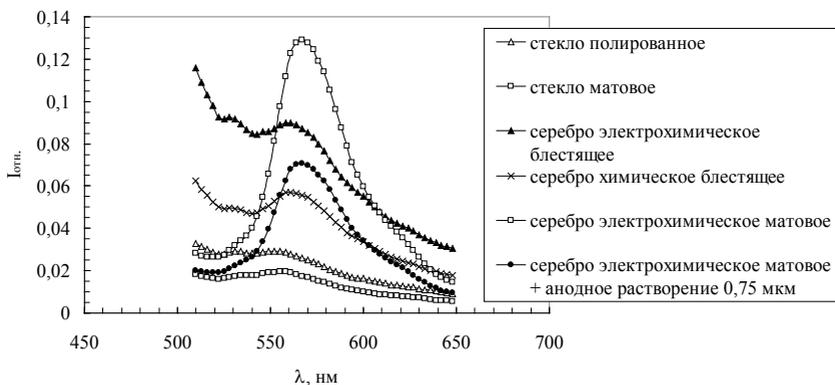


Рис.2. Спектры флуоресценции молекул родамина 6Ж ($C=3 \cdot 10^{-3}$ М) в пленке ПВС на серебряных пленках и стекле; $\lambda_B=400$ нм, толщина ПВС 25 мкм.

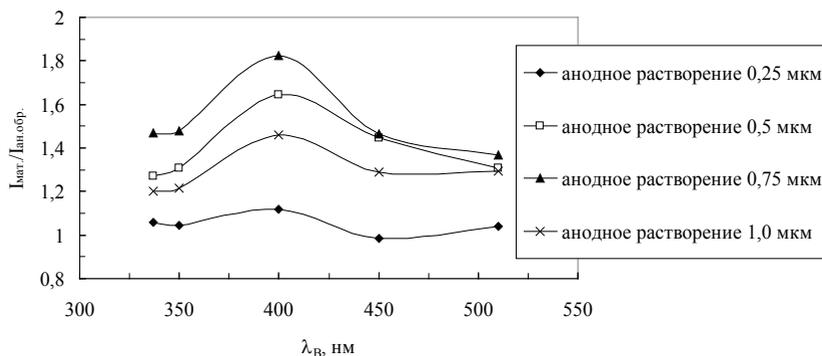


Рис.3. Отношение интенсивностей флуоресценции молекул Р6Ж ($C=3 \cdot 10^{-3}$ М) в пленке ПВС на матовой серебряной пленке в максимуме флуоресценции ($\lambda=570$ нм) к интенсивности на серебряных пленках с различным анодным растворением в зависимости от длины волны, толщина ПВС 25 мкм.

На рис.3 представлено отношение интенсивностей флуоресценции молекул Р6Ж ($C=3 \cdot 10^{-3}$ М) в пленке ПВС на матовой поверхности в максимуме спектра флуоресценции к интенсивностям флуоресценции на серебряных пленках с различным анодным растворением в зависимости от длины волны возбуждения. Из рисунка видно, что максимальные

величины отношений лежат в области спектра $\lambda = 400$ нм. Таким образом, можно сделать следующие выводы из полученных результатов.

Во-первых, полученные результаты хорошо подтверждают результаты исследования поверхности с помощью электронного микроскопа. Так, с увеличением величины анодного растворения отношение $I_{\text{мат}}/I_{\text{ан.обр}}$ начинает уменьшаться, что свидетельствует о сглаживании пористости и сужении пор, наверное, с увеличением их глубины. В результате этого меняется оптика шероховатой поверхности и появляется эффект «запутывания» излучения, прошедшего через пленки и отсутствие возбуждения от отраженного света. Другим, наиболее интересным выводом работы является обнаружение эффекта усиления флуоресценции пленок Р6Ж в ПВС при возбуждении пленок с $\lambda = 400$ нм. Известно [8-9], что длина волны плазмонного поглощения зависит от размеров наночастиц серебра и сдвигается из синей области в красную область спектра, причем для размеров частиц 20-80 нм этот максимум лежит в области 400 нм. В наших экспериментах для изученных пористых поверхностей имеют место аналогичные размеры выпуклостей на поверхности серебряных пленок, которые были оценены с помощью туннельного микроскопа.

Таким образом, в нашей работе впервые методами переноса энергии с электромагнитных возбуждений пористых пленок серебра был получен перенос электронной энергии на электронные состояния молекул Р6Ж в пленках ПВС.

Литературы:

1. **Aslan K.** Angular-dependet metal-enhanced fluorescence from silver island films / K. Aslan, S.N.Malyn, C.D.Geddes//Chem. Lett., 2008. vol. P.222-228.
2. Nanophotonic with Surfaqce Plasmons, Eds. V.M.Shalaev, S.Kawata, Elsevier, 2007.
4. **Дынич Р.А.** Влияние размеров металлических наночастиц на локальное поле вблизи их поверхности / Р.А. Дынич, А.Н. Попявина //ЖПС, 2008.-Т.75.-№6. С.831-837.
5. **Дынич Р.А.** Усиление локального поля вблизи сферических наночастиц в поглощающей среде/ Р.А. Дынич, А.Н. Попявина, В.В. Филиппов //ЖПС, 2009.-Т.76.-№ 5. С.746-751.
6. **Кулакович О.С.** Увеличение чувствительности флуоресцентного анализа с использованием островковых пленок серебра на примере альбумина, меченного флуоресцеинизотиоцианатом / О.С. Кулакович, Н.Д. Стрекаль., М.В. Артемьев и др.// ЖПС. 2006. Т.73. № 6. С. 797-800.

7. **Брюханов В.В.** Методика получения тонких серебряных пленок для изучения процессов обмена энергией электронного возбуждения между молекулами органолюминофоров и плазмонами твердого тела /В.В.Брюханов В.А Слешкин., Р.В.Горлов// Инновации в науке и образовании -2009: VII Международная научная конференции (23-25 окт.): труды в 2 ч./КГТУ.- Калининград, ч. 1-2009.-С. 307-310.
8. **Zhang Y.** Metal-enhanced fluorescence: Surface plasmons can radiate a fluorophore's structured emission /Y .Zhang, K.Aslan. M.J.R.Previte//Appl. Phys.Lett., 2007. vol. 90. P.053107-1 - 053107-3.
9. **Chakraborty P.** Review Metal nanoclusters in glasses as non-linear photonic materials // J. Mater. Sci., 1998. Vol. 33. P. 2235-2249.
10. **Bloemer M.J., Buncick M.C., Warmack R.J.** et al. Surface electromagnetic modes in prolate spheroids of gold, aluminum, and copper // JOSA B. 1998. Vol. 5. N 12. P. 2552-2559.

ДИФфуЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПОРИСТЫХ СРЕДАХ НА ГРАНИЦЕ ПОРИСТЫЙ КРЕМНЕЗЕМ – ЖИДКОСТЬ

Тихомирова Н. С., Брюханов В. В. (г. Калининград, ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», научно-исследовательская лаборатория микро- и нанотехнологий, the_samusev@yahoo.com)

Photoprocesses of fluorescence quenching by outer heavy atom on the homogeneous media (porous silica – liquid) have been studied

Введение. Пористые вещества в большинстве случаев обладают сложной нерегулярной, низкоразмерной и фрактальной структурой. По этой причине процессы диффузионного переноса вещества в гетерогенных средах обладают рядом особенностей по сравнению с процессами переноса в сплошных гомогенных средах [1, 2]. В работе представлялось интересным исследовать процессы диффузионного переноса вещества на границе пористый кремнезем-жидкость.

Методика эксперимента. В работе использовались кремнеземы:

1) силикагель С-80, удельная площадь поверхность 80 м²/г, диаметр пор 40 нм., фракция 0,2-0,35мм.

2) силикагель КСМГ (фракционированный мелкопористый), удельная площадь поверхности 75 м²/г (определялась экспериментально), диаметр пор 1нм., фракция 0,16 – 0,25мм.

3) силикагель КСКГ (фракционированный), удельная площадь поверхности $35 \text{ м}^2/\text{г}$ (определялась экспериментально), диаметр пор 10 нм , фракция $0,16 - 0,25 \text{ мм}$.

В работе были получены изотермы сорбции родамина 6Ж на пористых кремнеземах (рис.1 – 3). Концентрация родамина 6Ж в водном растворе определялась путем измерения оптической плотности раствора на спектрофотометре СФ-2000.

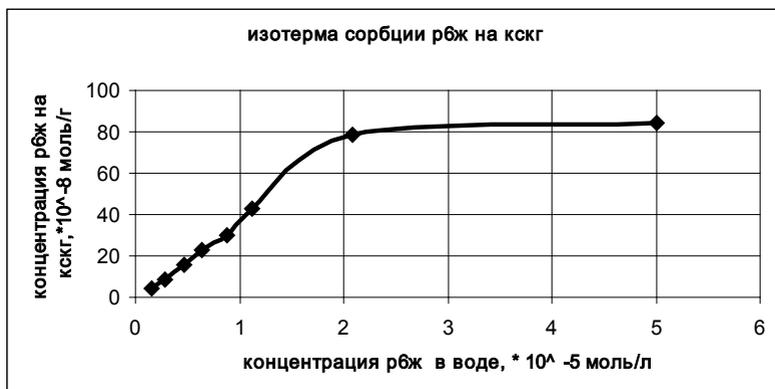


Рис.1. Изотерма сорбции родамина 6Ж на КСКГ.

Кремнеземы окрашивали родамином 6Ж., концентрация молекул рбЖ адсорбированного на кремнеземе определялась также путем измерения оптической плотности водного раствора рбЖ до и после адсорбции. Все кремнеземы окрашивались рбЖ с концентрацией на восходящей кривой изотермы, вдали от монослоя. Концентрация рбж на кремнеземах составила: 1) С-80: $21,89 \cdot 10^{-3} \text{ мол/нм}^2$; 2) КСМГ: $22,36 \cdot 10^{-3} \text{ мол/нм}^2$; 3) КСК: $24,46 \cdot 10^{-3} \text{ мол/нм}^2$. После адсорбции родамина 6Ж кремнеземы высушивали в печи при температуре 60°C .

Далее диффузионные процессы исследовались путем исследования тушения быстрой флуоресценции адсорбатов родаминовых красителей внешними тяжелыми атомами (ВТА) LiI.

На рис. 4 представлен спектр флуоресценции родамина 6Ж в присутствии ВТА соли LiI

в водном растворе. На рис. 5 представлен спектр флуоресценции родамина 6Ж на кремнеземе С-80 (спектры флуоресценции родамина 6Ж на КСМГ и КСКГС имеют аналогичный вид).

Измерения проводились на ФЛЮОРАТ-02 «Панорама», образцы возбуждали длиной волны 337 нм .

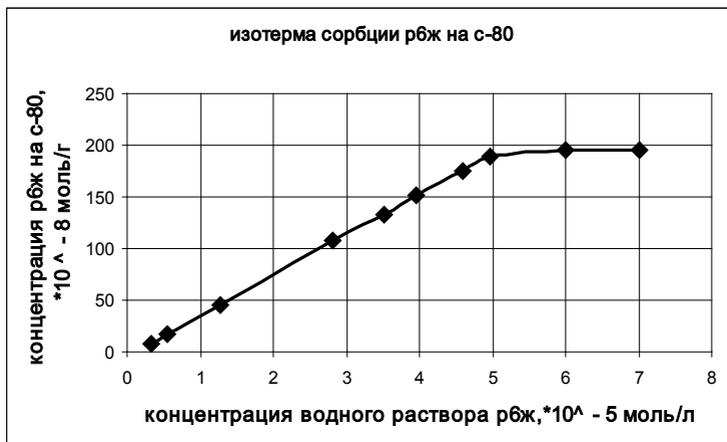


Рис.2. Изотерма сорбции родамина 6Ж на С-80



Рис.3. Изотерма сорбции родамина 6Ж на КСМГ

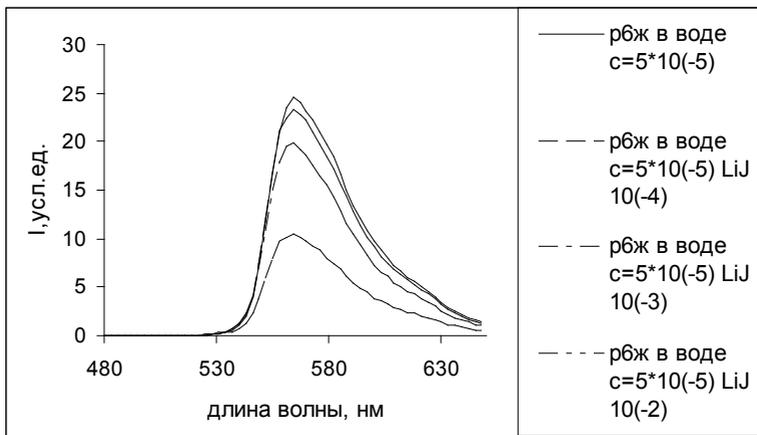


Рис. 4. Спектр флуоресценции родамина 6Ж в присутствии ВТА соли LiI в водном растворе.

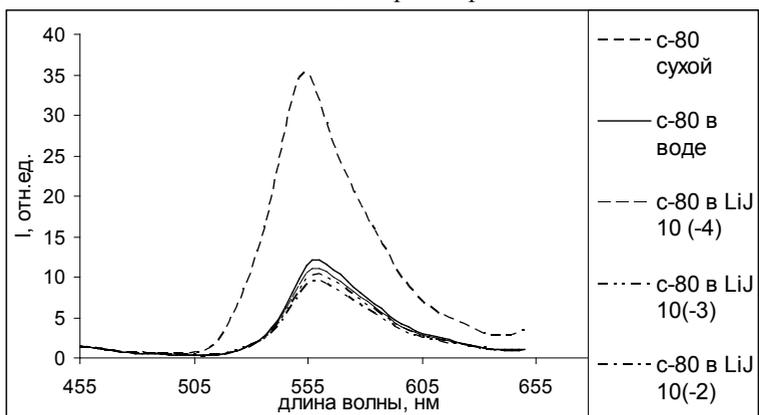


Рис.5. Спектр флуоресценции родамина 6Ж на поверхности С-80 в присутствии ВТА соли LiI

Установлено, что тушение быстрой флуоресценции родамина 6Ж на пористых кремнеземах подчиняется линейной зависимости Штерна-Фольмера [3]:

$$\frac{I_0}{I} = 1 + k_{SF} [Q] \quad (1)$$

где I_0 и I – соответственно интенсивности быстрой флуоресценции адсорбатов красителя без внешнего тяжелого атома (ВТА) и в присутствии ВТА; k_{SF} – константа тушения Штерна-Фольмера; $[Q]$ – концентрация ВТА соли LiI

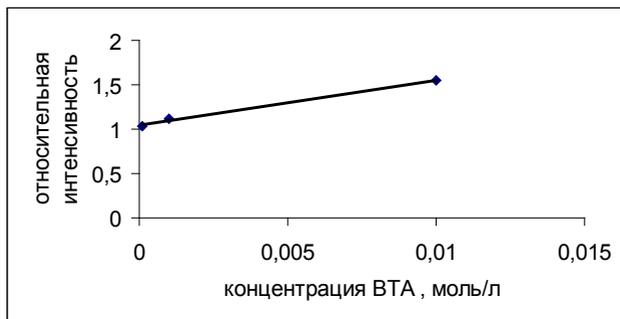


Рис. 6. Зависимость относительной интенсивности (I_0 / I) быстрой флуоресценции одамина 6Ж от концентрации ВТА соли LiI в воде

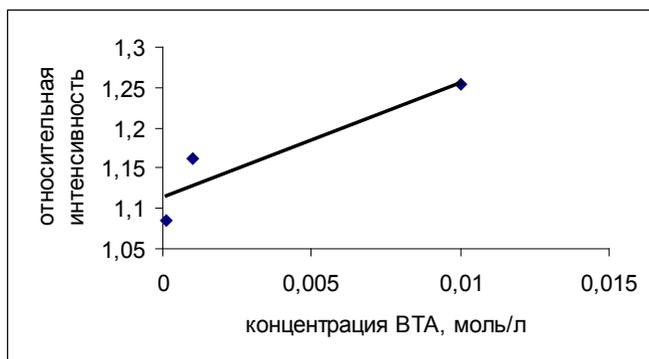


Рис. 7. Зависимость относительной интенсивности (I_0 / I) быстрой флуоресценции родамина 6Ж от концентрации ВТА соли LiI на поверхности C-80.

Кривые Штерна-Фольмера для КСКГ и КСМГ имеют аналогичный вид (см. рис. 6,7). Вычислены константы тушения быстрой флуоресценции для водного раствора красителя и для красителя на C-80, на КСКГ, на КСМГ соответственно $k_{SF} = 131,41$ л/моль, $k_{SF} = 15,66$ л/моль, $k_{SF} = 8,28$ л/моль, $k_{SF} = 13,54$ л/моль. При этом константы скорости тушения соответственно равны $k_Q = 26,28 \cdot 10^9 \text{ с}^{-1} \text{ л моль}^{-1}$, $k_Q = 3,13 \cdot 10^9 \text{ с}^{-1} \text{ л моль}^{-1}$, k_Q

$=1,66 \cdot 10^9 \text{ с}^{-1} \text{ л моль}^{-1}$, $k_Q = 2,71 \cdot 10^9 \text{ с}^{-1} \text{ л моль}^{-1}$ ($\tau_f = 5 \cdot 10^{-9} \text{ с}$), которые больше диффузионной константы в воде ($k_{\text{дн}_2\text{O}} = 5,6 \cdot 10^9 \text{ с}^{-1} \text{ л моль}^{-1}$).

Так как наблюдается различие констант тушения для объемного процесса тушения и гетерогенной системы, можно предположить, что в данном случае тушение проходило во внутренней области пор гранул адсорбента.

Литература:

1. **Эммануэль Н.М.** Экспериментальные методы химической кинетики / Н.М. Эммануэль, М. Г. Кузьмин -Москва: издательство Московского университета . -1985.
2. **Брюханов В.В.** Фрактальная кинетика люминесценции органич. люминофоров на поверхности твердых нанопористых адсорбентов / В.В. Брюханов, С.Г. Карстина, И.Г. Самусев -Калининград: издательство ФГОУ ВПО «КГТУ» -2008.
3. **Левшин В.Л.** Оптические методы исследования молекулярных систем. Ч.1. Молекулярная спектроскопия / В.Л. Левшин, А.М. Салецкий. -Москва: издательство МГУ. -1994.

УДК 542.943:542.978:547.841

4-,6-МЕТИЛЗАМЕЩЕННЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ИЗОБОРНИЛФЕНОЛА-ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ СВОБОДНО-РАДИКАЛЬНОГО ОКИСЛЕНИЯ

Хайруллина В. Р.¹, Миннинова Р. Т.¹, Габитов И. Т.¹, Сафарова А. Б.,¹ Герчиков А. Я.¹, Ахметханов Р. М.¹, Чукичева И. Ю.², Кучин А. В.² ¹ *Башкирский государственный университет, Уфа e-mail: gerchikov@inbox.ru, rimasufa@rambler.ru* ² *Институт химии Коми НЦ УрО РАН, e-mail: chukicheva-iy@chemi.komisc.ru*

The the antioxidant properties of technical mixtures containing 4 -, 6-methyl-substituted derivatives izobornilfenols have been studied. Antioxidant activity (AOA) of the examples is characterized by a rate constant of inhibition k_{In} . The effect of izobornilfenols on kinetic conformites of inhibition of thermal-oxidative dehydrochlorination of PVC plasticized with dioctylphthalate has been researched.

Введение

Изоборнилфенолы представляют собой перспективный класс стабилизаторов, прежде всего для предотвращения окислительных пре-

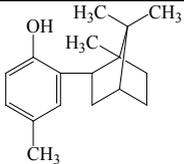
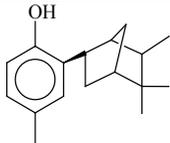
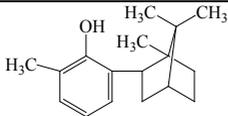
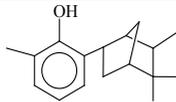
вращений в материалах медицинского назначения, пищевых упаковках, детских игрушках, а также в продуктах питания и кормах вследствие малой токсичности и высокой термостабильности [1-2]. Изучение количественных характеристик эффективности антиоксидантов необходимо для прогнозирования перспектив их использования. В связи с этим целью настоящей работы было количественное изучение антиокислительного действия технических смесей на основе и 4- и 6-метилзамещенных производных изоборнилфенола, а также их влияния на термоокислительную деструкцию поливинилхлорида.

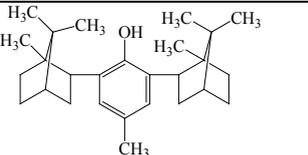
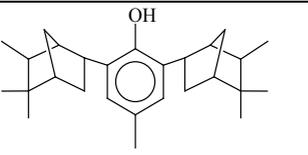
Методика эксперимента

В табл. 1 приведены структурные формулы соединений, входящих в состав исследуемых образцов.

Таблица 1.

Химический состав исследуемых образцов изоборнилфенолов.

Структурная формула вещества	ТФ1	ТФ2	ТФ3	ТФ4	ТФ5
 <p>I</p>	+ (92 %)	-	-	-	-
 <p>II</p>	+ (8 %)	-	-	-	-
 <p>III</p>	-	+	-	-	-
 <p>IV</p>	-	+	-	-	-

 <p>V</p>	-	-	+ (99 %)	+	+
 <p>VI</p>	-	-	+	+	+

Известно, что образцы ТФ1, ТФ2, ТФ4 и ТФ5 представляют собой технические смеси диалкилированных изоборнилфенолов, в то время как образец ТФ3 характеризуется 99%-ной степенью чистоты [3].

Все исследуемые образцы охарактеризованы спектрами ИК, УФ, ЯМР ^1H и ^{13}C [6]. Данные УФ-спектров образцов ТФ в 1,4-диоксане представлены в табл. 2.

Таблица 2

Данные УФ-спектров образцов ТФ в 1,4-диоксане

Вещество	λ_{max} , нм	Коэффициент экстинкции, ϵ , л/моль•см
ТФ1	282	2740
ТФ2	274	2280
ТФ3	283	3190
ТФ4	283	4000
ТФ5	289	2720

Антиокислительную активность (АОА) смесей изоборнилфенола ТФ1-ТФ5 изучали на модельной реакции инициированного окисления 1,4-диоксана с использованием метода кинетической спектрофотометрии – по изменению во времени концентрации изучаемых антиоксидантов при температуре 348 К [1, 4]. В качестве инициатора окислительного процесса использовали азодиизобутиронитрил (**АИБН**) [1].

Опыты по изучению АОА проводили при скорости инициирования $V_i = 2 \cdot 10^{-7}$ моль/л•с и температуре 348 К на спектрофотометре Shimadzu UV-2401 PC. Кинетические кривые расходования этих веществ регистрировали, измеряя снижение оптической плотности на максимуме их поглощения. Численное значение скорости расходования соединений

ТФ1-ТФ5 V_{ln} рассчитывали методом наименьших квадратов на начальном участке кинетической кривой расходования тестируемых образцов. 1,4-диоксан предварительно очищали по стандартной методике [1]. АОА исследуемых веществ характеризовали константой скорости ингибирования k_{ln} [4].

Изучение скорости термоокислительной деструкции поливинилхлорида (ПВХ), непластифицированного и пластифицированного диоктилфталатом (ДОФ) в отсутствие и в присутствии смесей изоборнилфенола ТФ4 оценивали по скорости дегидрохлорирования ПВХ в интервале температур 150-190 °С. Скорость дегидрохлорирования ПВХ определяли при термической экспозиции образцов полимеров по методике [5]. Ошибка эксперимента определения скоростей дегидрохлорирования не превышала 5 %.

Результаты и их обсуждение

Антиокислительные свойства смесей изоборнилфенолов изучены методом кинетической спектрофотометрии при постоянной температуре $T=348$ К и скорости инициирования $V_i=2 \cdot 10^{-7}$ моль/л•с. Из начальных участков кинетических кривых поглощения кислорода для каждого из антиоксидантов вычислены значения начальной скорости расходования антиоксидантов V_{ln} . Для определения количественных характеристик антиокислительной активности экспериментальные результаты обрабатывали в координатах уравнений (1) и (2).

$$V_{AO} = -\frac{d[AO]}{dt} = k_{ln} \cdot [AO] \cdot \sqrt{\frac{V_i}{2k_6}} \quad (1)$$

$$\ln D_t = \ln D_0 - kt \quad (2)$$

где D_0 , D_t и D_∞ – оптическая плотность вещества в начальный, текущий и конечный моменты времени; t – текущий момент времени, с; k – эффективная константа скорости расходования антиоксиданта, с⁻¹.

$$k = k_{ln} \cdot [RO_2^\bullet] \quad (3)$$

где $[RO_2^\bullet]$ – концентрация пероксильных радикалов 1,4-диоксана, $[RO_2^\bullet] = 5 \cdot 10^{-8}$ моль/л; k_{ln} – константа скорости взаимодействия пероксильных радикалов 1,4-диоксана с молекулой антиоксиданта, л/моль•с.

В табл. 3 приведены численные значения k_{ln} , рассчитанные по формулам (1) и (2).

Таблица 3.

Количественные характеристики АОА смесей, содержащих 4-, 6-метилзамещенные производные изоборнилфенола; T=348K

Шифр веществ	$k_{ln} \cdot 10^{-3}$, л/моль \cdot с ¹	$k_{ln} \cdot 10^{-3}$, л/моль \cdot с ²	ИЭ
ТФ1	4,7 ± 0,5	3,8 ± 0,4	1,00
ТФ2	-	4,7 ± 0,4	0,47
ТФ3	5,3 ± 0,5	3,7 ± 0,4	0,53
ТФ4	4,8 ± 0,5	4,2 ± 0,4	0,48
ТФ5	7,0 ± 0,5	7,0 ± 1,0	0,70
ионол	10,0 ± 1,0	-	1,00

1 - расчет эффективных констант скорости ингибирования выполнен по формуле (1) [1];

2 - расчет эффективных констант скорости ингибирования выполнен по формуле (2) [1].

Для сравнения эффективности антиокислительного действия этих веществ в этой же таблице приведены значения ионольных эквивалентов (ИЭ), вычисленные по формуле (4):

$$ИЭ = \frac{k_{ln}}{k_{ln}^{ионол}} \quad (4).$$

Полученные результаты позволяют заключить, что изученные нами изоборнилфенолы в составе технических смесей проявляют синергический эффект и по АОА сопоставимы с ионолом. Исходя из строения ингибиторов **ТФ1-ТФ5**, можно предположить сходство механизма их антиокислительного действия с этим антиоксидантом. В то же время, изученные соединения характеризуются меньшей по сравнению с ионолом летучестью, что позволяет использовать эти вещества в качестве стабилизаторов полимерных материалов. В связи с этим изоборнилфенолы исследованы в качестве стабилизаторов поливинилхлорида (ПВХ).

Показано, что введение образца ТФ4 в пластифицированный полимер приводит к снижению скорости термоокислительного дегидрохлорирования полимера. Максимальное снижение скорости элиминиро-

вания HCl из полимера, содержащего 40 мас.ч./100 мас.ч. ПВХ диоктилфталата, при различных температурах деструкции, как и в случае непластифицированного ПВХ, наблюдается при содержании ТФ4 2 ммоль/моль ПВХ. В то же время добавка ТФ4 к исходному ПВХ не приводит к существенному увеличению термостабильности образца, что проявляется в незначительном снижении скорости дегидрохлорирования. Скорость дегидрохлорирования пластифицированного ПВХ значительно выше, чем в отсутствии пластификатора, что объясняется вовлечением в реакцию термоокислительную деструкцию пероксирадикалов диоктилфталата. Таким образом, введение ТФ4 сопровождается торможением процесса радикально-цепного окисления пластификатора. При этом, увеличение концентрации терпенфенола больше оптимальной, поскольку скорость дегидрохлорирования возрастает за счет вовлечения в реакции продолжения цепи фенокисильных радикалов ингибитора [1].

Показано, что с увеличением температуры происходит закономерное увеличение скорости дегидрохлорирования ПВХ, пластифицированного ДОФ и стабилизированного антиоксидантом ТФ4.

В результате обработки экспериментальных данных по скорости дегидрохлорирования пластифицированного ПВХ в присутствии ТФ4 при различных температурах деструкции в координатах уравнения (5)

$$\ln V_{HCl} = const - \frac{E_{акт}}{RT} \quad (5)$$

оценено численное значение энергии активации термоокислительной деструкции пластифицированного ДОФ ПВХ, которая равна 120 ± 20 кДж/моль.

Литература:

1. **Denisov E.T., Afanas'ev I.B.** // Oxidation and antioxidants in organic chemistry and biology. Boca Raton: Taylor and Francis, 2005. 982 P.
2. **Minsker K.S., Kolesov S.V., Zaikov G.E.** Degradation and stabilization of vinylchloride based polymers // Pergamon Press, 1988. – P. 508.
3. **Чукичева И.Ю., Кучин А.В.** // Рос. хим. ж. – 2004. – т.48. - № 3. С. 31-37.
4. **Денисов Е.Т.** Константы скорости гомолитических жидкофазных реакций. М.: Наука, 1971. 712 С.
5. **Минскер К.С., Федосеева Г.Т.** Деструкция и стабилизация поливинилхлорида. - М.: Химия, 1979.- 272 с.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ВВЕДЕНИЯ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА НА КИНЕТИКУ ГИДРОЛИЗА БЕЛОКСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Широнина А. Ю., Кучина Ю. А., Коновалова И. Н., Новиков В. Ю., Деркач С. Р. (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет (МГТУ), кафедра химии, e-mail: nessy131@rambler.ru)

Influence of fractional entering of a fermental preparation on speed of hydrolysis has been studied. The kinetic characteristics of the reaction of the enzymatic hydrolysis are calculated.

Введение

Безотходная переработка морского сырья является важным элементом рационального использования природных ресурсов. Образующиеся в больших количествах отходы рыбоперерабатывающей промышленности могут служить источником белков, богатых незаменимыми аминокислотами. Представляют интерес также и отходы промышленной переработки крабов, содержащие гепатопанкреас, который может быть использован как источник ферментных препаратов. Другим направлением использования таких отходов является получение из них белковых гидролизатов, которые могут применяться в качестве кормовой добавки в рационе сельскохозяйственных животных, основы для микробиологических диагностических сред, компонента питательных растворов для послеоперационных больных и т.д. [1]. Ферментативный белковый гидролизат – это продукт, получаемый в процессе ферментолиза – расщепления белковых макромолекул на аминокислоты и низшие пептиды под действием ферментных препаратов. Для выбора оптимальных условий получения белковых гидролизатов различного назначения необходимо знать кинетические закономерности ферментолиза. Кинетические характеристики позволяют количественно оценить процесс гидролиза, а также влияние технологических параметров на скорость ферментативной реакции и качество гидролизатов.

В научной литературе достаточно подробно описано влияние различных технологических параметров (температура, pH, концентрация ферментного препарата, продолжительность гидролиза, химический состав белоксодержащего сырья, степень измельчения сырья, гидромодуль и др.) на качество ферментативных гидролизатов [2-4]. В то же время недостаточно сведений о кинетических закономерностях ферментолиза, в частности, о влиянии порционного введения ферментного препарата. На наш взгляд, такой способ введения ферментного препара-

та позволит повысить эффективность процесса гидролиза.

Целью данной работы является изучение влияния способа введения ферментного препарата на кинетические характеристики (максимальную скорость реакции и константу скорости) процесса ферментализа.

Объекты и методы исследования

Для проведения процесса гидролиза использовали измельченное белоксодержащее сырье (отходы переработки трески) и ферментный препарат, выделенный из гепатопанкреаса камчатского краба. Ферментный препарат произведен в лаборатории ФГУП «Полярный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии им. М. Н. Книповича». Сырье измельчали на волчке с диаметром отверстий решетки 5 мм и смешивали с водой в соотношении 1:1. Гидролиз сырья проводили при следующих условиях: рН = 7,5, Т = 50 °С, концентрация ферментного препарата - 6 г на 1 кг сырья.

При проведении гидролиза ферментный препарат вводили в исходную реакционную смесь однократно или порционно (таблица 1).

Таблица 1

Способ введения ферментного препарата в реакционную смесь

Способ введения фермента		Количество ферментного препарата г/ (кг сырья), за время от начала гидролиза				
		0 мин	15 мин	30 мин	60 мин	90 мин
Однократный, схема 1		6				
Порционный	схема 2	1,5		1,5	1,5	1,5
	схема 3	3	1,5	1,5		
	схема 4	4	2			

В данной работе для описания кинетических закономерностей ферментативного гидролиза белоксодержащего сырья была использована модель, предложенная в работе [5]. В соответствии с этой моделью реакция ферментализа состоит из «быстрой» и «медленной» стадий, реакционная система рассматривается как сумма независимо реагирующих белковых макромолекул, скорость распада каждой из которых определяется её кинетическими характеристиками. Тогда скорость гидролиза пептидных связей, обладающих одинаковой реакционной способностью, можно определить по уравнению [5]:

$$V_t = V_{\max} e^{-kt} \quad (1)$$

где V_t – скорость гидролиза, V_{\max} – максимальная скорость гидролиза, k – константа скорости протекания процесса гидролиза пептидных связей, t – время гидролиза.

Прологарифмировав эту зависимость, получим:

$$\ln V_t = \ln (C_{aa} / t) = \ln V_{\max} - kt \quad (2)$$

Скорость гидролиза (V_t) выражается отношением текущей концентрации азота аминокрупп аминокислот и низших пептидов (концентрация аминного азота) к моменту времени t . Согласно принятой модели реакция ферментативного гидролиза белоксодержащего сырья может быть описана кинетическим уравнением первого порядка, т.к. один из реагентов (вода) находится в избытке и его концентрация практически не меняется в ходе реакции.

Кинетические параметры (максимальную скорость гидролиза и константу скорости) процесса изучали по изменению концентрации аминного азота в реакционной среде. Для этого проводили отбор проб через определенные промежутки времени от начала ферментализации. Количество аминного азота определяли методом формольного титрования, объем пробы составлял 1 см³. Для удаления примесей и негидролизованых белков отобранную пробу предварительно центрифугировали в течение 20 минут при скорости 15 тыс. об./мин на центрифуге AVANTI J-25 «Beckman».

Результаты и их обсуждение

На рисунке 1 представлены кинетические кривые изменения концентрации аминного азота в процессе ферментализации при различных способах введения ферментного препарата. Анализ кинетических кривых показал, что реакция может быть описана кинетическим уравнением первого порядка. Данные кривые, построенные в координатах уравнения (2) приведены на рис. 2. Их можно аппроксимировать в виде ломаной линии с двумя прямолинейными участками, которые условно характеризуют «быструю» и «медленную» стадии процесса.

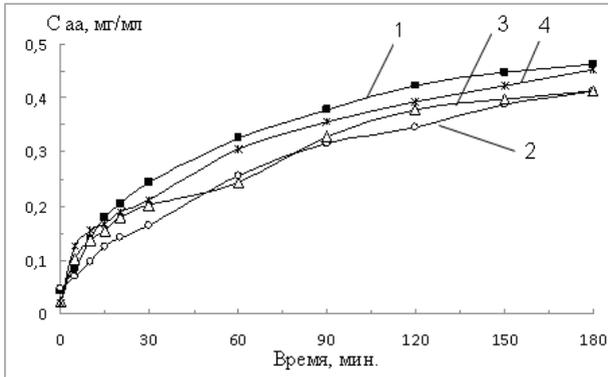


Рис. 1. Изменение концентрации аминокислотного азота при ферментации трески при различных способах введения ферментного препарата в соответствии с таблицей 1: схема 1 – кривая 1; схема 2 – кривая 2; схема 3 – кривая 3; схема 4 – кривая 4.

Построение графика в координатах $\ln(C_{aa}/t) = f(t)$ позволило определить максимальную скорость (V_{max}) методом нулевой экстраполяции на ось ординат и константу скорости (k) процесса ферментативного гидролиза на «быстрой» и «медленной» стадиях.

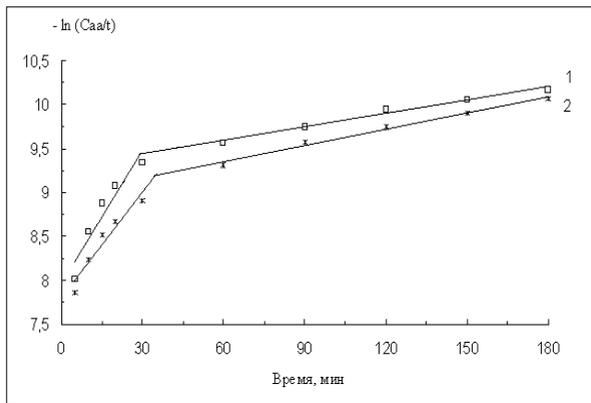


Рис. 2. Графическое определение максимальных скоростей и констант скоростей процесса ферментативного гидролиза отходов переработки трески при различных способах введения ферментного препарата: кривая 1 – однократное введение по схеме 1; кривая 2 – порционное введение по схеме 2 в соответствии с табл. 1.

Результаты расчета максимальной скорости и константы скорости ферментативного гидролиза представлены в таблице 2.

Таблица 2

Кинетические характеристики процесса гидролиза отходов переработки трески под действием ферментного препарата

Кинетическая характеристика	Способ введения ферментного препарата, по табл. 1			
	Схема 1	Схема 2	Схема 3	Схема 4
	«Быстрая» стадия			
$V_{1\max} \times 10^4, \text{ г л}^{-1} \text{ с}^{-1}$	4,1	3,5	3,7	4,5
$k \times 10^4, \text{ с}^{-1}$	7,0	8,9	7,4	8,7
«Медленная» стадия				
$V_{1\max} \times 10^4, \text{ г л}^{-1} \text{ с}^{-1}$	1,3	0,9	0,9	1,2
$k \times 10^4, \text{ с}^{-1}$	1,1	0,9	0,9	1,0

Анализ результатов, представленных в таблице 2, показывает, что способ введения ферментного препарата не оказывает существенного влияния на величину кинетических характеристик. Максимальная скорость гидролиза на «быстрой» стадии имеет наибольшее значение при порционном введении ферментного препарата по схеме 4. При введении ферментного препарата равными порциями в течение 90 минут (схема 2) максимальная скорость процесса гидролиза снижается на 25 %, но константа скорости при этом имеет наибольшее значение – $8,9 \times 10^{-4} \text{ с}^{-1}$.

Максимальная скорость и константа скорости процесса гидролиза на «медленной» стадии имеют наибольшие значения при однократном введении ферментного препарата по схеме 1, т.е. при введении в начальный момент времени максимальную концентрацию фермента.

Закключение

Кинетические характеристики гидролиза (максимальная скорость и константа скорости процесса) на «быстрой» стадии имеют наибольшие значения при порционном введении ферментного препарата по схеме 4 (0 мин – 4 г/кг сырья; 15 мин – 2 г/кг сырья), а на «медленной» стадии – при однократном введении по схеме 1. Значение максимальной скорости процесса ферментативного гидролиза на «быстрой» стадии в 3,5 - 4 раза больше, чем на «медленной» стадии. Константа скорости ферментализации на «быстрой» стадии в 7 - 9 раза выше, чем на «медленной» стадии.

Литература:

1. **Неклюдов, А. Д.** Свойства и применение белковых гидролизатов / А. Д. Неклюдов, А. Н. Иванкин, А. В. Бердугина // Прикладная биохимия и микробиология. - 2000.- Т. 36.- №5. - С. 525-534.
2. **Мухин, В. А.** Ферментативные белковые гидролизаты тканей морских гидробионтов: получение, свойства и практическое использование / В. А. Мухин, В. Ю. Новиков ; Поляр. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. – Мурманск : ПИНРО, 2001. – 97 с.
3. **Мухин, В. А.** Ферментативный белковый гидролизат из отходов промысла исландского гребешка *Chlamys islandica* / В. А. Мухин, В. Ю. Новиков, Л. С. Рыжикова // Прикладная биохимия и микробиология. - 2001. - Т. 37, №3. - С. 338-343.
4. **Кучина, Ю. А.** Ферментативный белковый гидролизат из путассу, полученный электрохимическим методом / Ю. А. Кучина, С. Ю. Дубровин, И. Н. Коновалова // Рыб. хоз-во. - 2009. - № 4. - С. 115-116.
5. Кинетические характеристики ферментативного гидролиза сложных белковых субстратов для получения питательных сред / А. Д. Неклюдов, А. В. Бердугина, А. Н. Иванкин, Б.С. Карпо // Прикладная биохимия и микробиология. - 2002. - Т. 38.- № 4. - С. 381-388.

Экология
и защита
окружающей среды

ВЛИЯНИЕ РАЗВЕДКИ И ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Волкова Е. В.¹, Щербакова И. М.² (*Апатиты, АФ МГТУ, кафедра геоэкологии, sherbakovaim@afmgtu.apatity.ru*)

Abstract. The collateral influence of seismic prospecting on the Arctic North Sea ecosystem is discussed in this article. Principal causes of destruction and intensive migration of sea organisms and bionts are allocated, and also ways of the decision of the given problem are resulted.

Арктика является полярной областью нашей страны. В её состав входят Северный Ледовитый океан и прилегающие подводные окраины Евразии и Северной Америки, образующие арктический шельф. Южной границей Арктики служит Северный полярный круг, который очерчивает площадь 21млн. км². Одна из главных трудностей при освоении Арктики – холодный арктический климат: среднегодовая температура, близкая к 0, низкий радиационный баланс, ледовое покрытие, многолетние (паковые) льды толщиной 2-4м, мощность торосов, порой превышающая 40м, айсберги.

В последние десятилетия на шельфе стали активно проводиться геологические работы, в том числе бурение глубоких и мелких скважин, геофизические работы, сопровождающиеся сейсмическими и пневматическими взрывами, оказывающие влияние не только на рыбные запасы в акватории Баренцева моря, но также на морских млекопитающих и бентосные организмы.

При промышленном освоении нефтегазовых месторождений воздействие на морские биоресурсы складывается из таких факторов, как: климатические условия, продолжительность светового дня, характер теплообмена поверхности океана с нижележащими слоями и атмосферой, пространственное распространение магнитных полей Земли, рельеф дна, типы берегов. Все они в значительной степени снижают естественную саморегулируемость среды, распределенных во времени, согласно этапу освоения месторождений. [1]

В связи с разработкой нефтегазовых месторождений на шельфе и островах Печорского моря в этой акватории в последние годы достаточно интенсивно проводится сбор данных о фоновом химическом загрязнении морской экосистемы.

До начала реализации крупномасштабных проектов разведки углеводородного сырья на шельфе Баренцева, Карского и Печорского морей прямое поступление сырой нефти на морские акватории имело

крайне ограниченный характер. Оно не может рассматриваться как фактор, существенно осложняющий экологическую обстановку в регионе, так как действующие районы нефтедобычи и трассы магистральных нефтепроводов находятся значительно южнее. Исключение составляют верхнее течение р. Печора и район п-ова Тазовский (южная часть Тазовской губы), где ведется активная разработка нефтяных месторождений.

В настоящее время активно проводятся геофизические и буровые работы в Баренцевом море для поиска углеводородного сырья. В ходе бурения скважин с использованием бурового раствора, содержащего канцерогенное вещество, выбросы при бурении шлама на дно моря оказали локальное влияние на морскую биоту.

Воздействие на морские организмы и экосистемы начинается уже на стадии изучения потенциально-нефтегазоносных бассейнов, выявления геологических нефтегазоносных структур с целью определения углеводородного потенциала недр. Масштабное развитие нефтегазового комплекса может представлять опасность не только в случае аварийных разливов нефти в море, но и на всех этапах разработки месторождения и транспортировки углеводородного сырья. Каждый из этих этапов сопровождается определённым набором факторов воздействия на окружающую среду. Их последствия обусловлены как гибелью отдельных организмов, так и изменением их среды обитания путём миграций рыб и морских млекопитающих, отчуждение целых акваторий.

Сейсморазведка – это первый и обязательный этап при освоении морских месторождений и поэтому необходимо оценивать наносимый при этом ущерб морским биоресурсам и разрабатывать природоохранные меры по минимизации данного воздействия. Морская сейсморазведка основана на генерировании сейсмических волн и регистрации их отраженных упругих колебаний. Источником звука являются излучающие системы из пневмоизлучателей (ПИ) так называемых «акустических пушек», генерирующих низкочастотные акустические волны.[4]

Наиболее чувствительны к воздействию пневмоисточников - усатые киты. Известны случаи нарушения миграционных путей лососевых рыб в районе сейсмических съёмок. Многие виды рыб покидают районы разведочных работ. Вслед за ними уходят и хищники, оставляя излюбленные местообитания. Некоторые организмы могут существовать только в строго определенных условиях, но многие из них погибают, так как не успевают адаптироваться к новой среде. Сюда же следует отнести шумы, создаваемые сейсморазведкой, мешающие морским организмам определять другие звуки, общаться между собой и искать пищу.[6]

Разведка и добыча углеводородов почти всегда сопровождается сбросом отходов в виде отработанных буровых растворов и шламов, в которых содержится огромное число токсичных примесей, тяжёлых металлов из выбуренных горных пород и глинистых взвесей, повышающих мутность воды в местах сброса. Большую опасность представляет использование буровых растворов на нефтяной основе. Шламы, пропитанные таким раствором, являются главным источником нефтяного загрязнения при буровых работах.

Другим немало важным источником загрязнения является сброс пластовых вод. Они отличаются не только высоким содержанием нефтяных углеводородов, тяжёлых металлов и солей, но и наличием природных радионуклидов, которые при контакте с морской водой могут выпадать в осадок и образовывать локальные микроскопления. Чем дольше месторождение эксплуатируется, тем больше пластовой воды образуются.

Для континентального шельфа России риски при добыче и транспортировке углеводородного сырья значительно выше. Это объясняется специфическими климатическими условиями, продолжительностью светового дня, характером теплообмена поверхности океана с нижележащими слоями и атмосферой, пространственным распространением магнитных полей Земли, рельефом дна, типами берегов и мелководных приливов в значительной степени, которые снижают естественную саморегулируемость среды. В связи с этим, развитие интенсивного судоходства и создание морских производственных объектов требует особого внимания к обеспечению экологической безопасности.

Работы по добыче и транспортировке углеводородного сырья в прибрежной зоне и на шельфе резко повышают риски загрязнения водной среды в этих районах, прежде всего, за счет аварийного или преднамеренного сброса добываемых или транспортируемых продуктов, а также горючесмазочных материалов с буровых установок, судов и обслуживающих механизмов, стоков с очистных сооружений и бытовых отходов.[2]

В результате транспортировки углеводородов подводным трубопроводом происходит нагрев и охлаждение придонных вод в зоне трубопровода. Длительные сроки эксплуатации газопроводов и непрерывно изменяющиеся параметры перекачки способствуют увеличению количества механических и развитию усталостных повреждений в металле труб, которые в свою очередь могут привести к авариям.[5]

Разработка нефтегазовых месторождений, также как и транспортировка углеводородного сырья, сопровождается аварийными разливами нефти или химических веществ. К наиболее частым причинам аварий отно-

яется выход оборудования из строя, ошибки персонала и экстремальные природные условия. Экологические последствия аварийных выбросов приобретают особенно тяжелый характер, когда происходят вблизи берегов или в районах с замедленным водообменом.

Интенсивное освоение нефтегазоносных участков шельфа Арктических морей со значительными запасами нефти и газа, вызывает проблему сочетания эксплуатационных и поисковых работ с сохранением биологического разнообразия северных и дальневосточных морей, являющихся основными поставщиками продукции рыбного хозяйства.[3]

Литература:

1 **Алексеев, М.Н.** Геология и подземные ископаемые шельфов России. / М.Н. Алексеев. – М.: ГЕОС, 2002. – 425 с.

2 **Бамбуляк, А., Францен, Б.** Транспортировка нефти из российской части Баренцева Региона. / А. Бамбуляк, Б. Францен. – Сванховд: Экологический центр, 2005. – 92 с.

3 **Будзуляк, Б.В.** Основные направления повышения надежности и безопасности газотранспортных систем ОАО «Газпром» / Б.В. Будзуляк // Газовая промышленность, №8, 2005. – С.14.

4 **Виноградов, А.Н., Виноградов, Ю.А.** Сейсмичность Баренцевоморского шельфа и обеспечение геодинамического мониторинга при эксплуатации Штокмановского газоконденсатного месторождения // Нефть и газ Арктического шельфа 2006. Материалы международной конференции, Мурманск, 15-17 ноября 2006. – Мурманск: МГТУ, 2006. – С.54-56.

5 **Кудакаев, С.М., Аминев, Ф.М.** Интеллектуальные системы для обеспечения промышленной и экологической безопасности магистральных газопроводов / С.М. Кудакаев, Ф.М. Аминев // Газовая промышленность, №5, 2004. – С.37.

6 **Сутягин, А.** Море дороже нефти? / А. Сутягин // Беллона-Мурманск «Природа и молодежь», №5, 2007. – С.7.

IMMUNOCHEMICAL DETECTION OF CYP1A IN POLAR COD (BOREOGADUS SAIDA) EXPOSED TO CRUDE OIL

Ekaterina Korshunova^{1, 2}, Jasmine Nahrgang²¹(Faculty of Biology and Ecology, Petрозаводsk State University, Russia ²Akvaplan-niva, N-9296 Tromsø, Norway, e-mail: Ekaterina.Korshunova@akvaplan.niva.no)

Аннотация: С развитием нефтегазовой деятельности в Арктике, появилась необходимость в разработке адаптированных средств мониторинга

окружающей среды и морских организмов, обитающих в северных широтах. Основная цель настоящей работы - определение изменения активности цитохрома P450 (CYP1A) в печени сайки (*Boreogadus saida*) в ответ на загрязнение среды сырой нефтью с использованием метода иммуноферментного анализа.

1. Introduction

With expanding oil and gas activities in the Arctic, the danger of crude oil discharges to the sea may appear. Crude oil can damage the Arctic environment and all Arctic marine organisms inhabiting it. It is therefore necessary to find appropriate monitoring tools to observe any changes in the environment and in marine organisms (Nahrgang et al., 2010a). In this study we tested a commonly used biomarker, cytochrome P450 1A (CYP1A), to detect the biological effect of crude oil in the liver of the polar cod (*Boreogadus saida*) (Nahrgang et al., 2010b).

CYP1A is part of the biotransformation system of xenobiotics in fish (Braunbeck et al., 1998). CYP1A can be induced in fish by some compounds such as polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), planar polychlorinated biphenyls (PCBs) and polycyclic aromatic compounds (PAHs) (Stegeman and Kloepper-Sams, 1987). One of the most comprehensively investigated techniques is the measurement of the catalytic 7-ethoxyresorufin-O-deethylase (EROD) activity of the CYP1A. However, immunochemical techniques, for instance the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), have been developed to quantify the corresponding protein levels (Celander and Forlin, 1991; Goksøyr et al., 1991a). ELISA is a rather simple and convenient method to semi-quantify the concentration of cytochrome P4501A in fish samples (Goksøyr, 1991).

Polar cod belongs to the family Gadidae (Carr et al., 1999). It is a circumpolar species broadly distributed over all the Arctic shelf seas, off northern Russia, Canada, Alaska, and Greenland. Polar cod is an ecological keystone species in the Arctic ecosystems as it transfers a major part of the energy from lower trophic levels (zooplankton) and higher trophic levels (Bradstreet and Cross, 1982; Tjelmeland, 2009). Hence, this species may potentially be of great importance for environmental monitoring of pollution in the Arctic marine food web.

The main goal of the present work was to evaluate the use of the CYP1A measured through ELISA as a biomonitoring technique on polar cod and to characterize its response in crude oil exposed polar cod.

2. Materials and methods

The experiment and analyses were conducted in the laboratory of Akvaplan-niva in Tromsø, Norway.

2.1. Experimental set up and sample preparation

Polar cod (N = 6 fish per treatments per sampling) were exposed to the water soluble fraction of crude oil at a low (3 g crude oil kg⁻¹ gravel), medium (6 g crude oil kg⁻¹ gravel) and high (12 g crude oil kg⁻¹ gravel) concentrations for four weeks. The detailed experimental design can be found in Nahr-gang et al. (2010b). The concentration in crude oil was decreasing exponentially over the entire experiment (Nahrgang et al., 2010b). Unexposed fish served as the control. After four weeks of exposure, the fish were transferred to clean seawater for an additional two weeks to study the depuration phase. Fish were fed weekly with the amphipod *Themisto libellula* during the entire experiment.

Fish were sampled at 2, 4, and 6 weeks. The fish were sacrificed via a sharp blow to the head. Fork length (± 0.1 cm) and weight (± 0.1 g) were recorded, and parts of liver were placed into separate cryotubes. Samples were frozen in liquid nitrogen and stored at -80 °C prior to analysis.

Liver samples were homogenized at 4 °C with a Potter-Elvehjem type homogeniser in a phosphate buffer (pH 7.4). Homogenates were centrifuged (10000 g, 4 °C) for 30 minutes. Supernatants were subsequently centrifuged (50000 g, 4 °C) for 2 hours for extraction of the microsomal fraction. Pellets (microsomes) were dissolved in Tris buffer (pH 7.4) and stored at -80°C.

2.2. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)

The analyses were run on random liver homogenates from week 2, 4 and 6. Therefore, samples from control and low exposed fish at week 2 were not present.

Total protein concentration (mg/ml) in the microsomal fraction was determined colorimetrically (Bradford 1976). Bovine serum albumine was used as a reference standard.

Protein levels of CYP1A in the microsomal fraction of the liver homogenates were semi-quantified using the “Semi-Quantitative Biomarkers ELISA” kit (Biosence laboratories, Norway) using antibodies (mouse monoclonal anti-cod CYP1A NP-7 IgG) against Atlantic cod proteins. Briefly, the microsomal fraction was diluted in 50 mM carbonate/bicarbonate buffer (pH 9.6) to obtain a final protein concentration of 10 μ l ml⁻¹. Diluted fractions were coated in microtiter plates overnight at 4 °C. The plates were then blocked for 1 hour with 2% Bovine serum albumin (BSA) in Phosphate Buffered Saline (PBS) buffer at room temperature and then incubated overnight, at 4 °C with primary antibody diluted (1:1000) in PBS - 1% BSA. After washing 3 x with PBS-Tween (T- PBS), the plates were incubated with secondary antibodies diluted in 1% PBS - 1% BSA, for 1hour at room temperature and washed 3 x with T- PBS. The signal was developed with a solution

containing 0.04% O-phenylenediamine dihydrochloride (OPD) - 0.012% hydrogen peroxide (H_2O_2). The reaction developed for 15 min for CYP1A and was stopped by the addition of 50 μ l H_2SO_4 (95-97%). Extinction was determined at a wavelength of 490 nm and is expressed as CYP1A value.

3. Results and Discussion

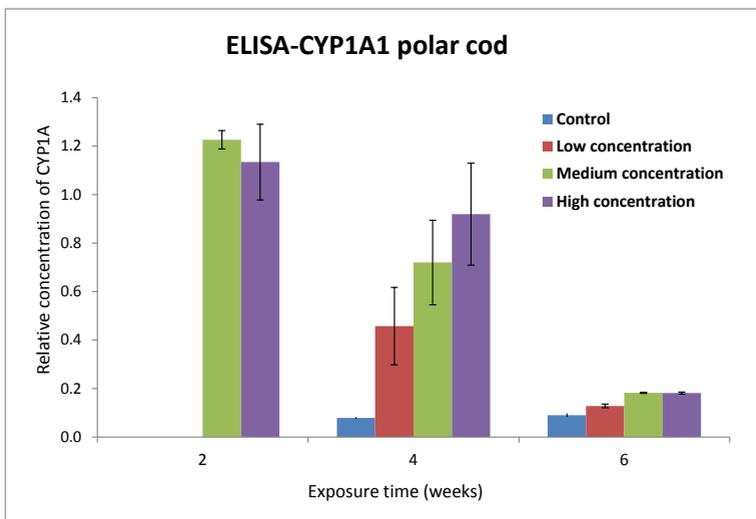


Fig. 1. Relative levels of cytochrome P4501A measured through ELISA in the liver of polar cod exposed to low, medium and high concentration of crude oil and non-exposed controls. Polar cod were exposed to crude oil at week 2 and 4; week 6 corresponds to a 2-week depuration period.

Figure 1 shows the level of CYP1A in polar cod during and after the exposure to crude oil. After the second week of exposure, CYP1A values were 1.23 ± 0.04 for samples exposed to medium crude oil treatment and 1.13 ± 0.16 for the high level of exposure, respectively. Nahrgang et al. (2010b) showed that over the exposure period enzyme activity and mRNA expression of cytochrome P4501A did not change significantly in the control groups. Therefore, we can assume that in the present paper the level of cytochrome P4501A protein in controls was similar at 2 weeks of exposure to those at 4 and 6 weeks.

After four weeks, the controls showed a low level of CYP1A (0.08 ± 0.00). On the contrary, the PAH exposed fish showed a dose-dependent increase in CYP1A protein levels with 0.46 ± 0.16 , 0.72 ± 0.17 and 0.92 ± 0.21 in the low, medium and high exposed groups, respectively. Hence, the level

of CYP1A increased by a factor of 5.8, 9.0 and 11.5 folds in the low, medium and high exposed group compared to the control group, respectively. Furthermore, the levels in the medium and high crude oil treatment decreased between week 2 and week 4 which may coincide with the decrease in crude oil water concentration over time as reported in Nahrgang et al. (2010b).

After a depuration period of two weeks (week 6), the levels of CYP1A dropped in all exposed groups. CYP1A levels decreased to 0.13 ± 0.01 within the low-exposure group, and to 0.18 ± 0.00 in both medium and high exposure groups. After two weeks of depuration, the level of CYP1A thus remained elevated in the low- ($\times 1.44$), medium- ($\times 2$) and high-exposure ($\times 2$) compared to the controls (0.09 ± 0.01).

The results showed the successful use of CYP1A antibodies against cod for polar cod. This has been previously shown in Nahrgang et al. (2009) in polar cod exposed to benzo(a)pyrene. However, the dose-response in the present work was more marked and successful, due to a better bioavailability of the crude oil than benzo(a)pyrene injected intraperitoneally. Moreover, Goksøyr (1991) noted that this method can be especially useful to study induction in samples where enzymatic activity is difficult to measure such as in small sample size, e.g. eggs or larvae (Goksøyr et al., 1991b) or when storage conditions are not optimal (Goksøyr, 1991).

4. Conclusion

The present work further validates the use of the ELISA as an efficient monitoring tool in polar cod. Furthermore, CYP1A quantification through ELISA can be considered a sensitive and valuable tool to monitor PAH exposure in polar cod.

Acknowledgements

This study was funded by ConocoPhillips, Norge A.S.

References

- 1 **Bradford, M.M.A.** (1976). Rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Anal. Biochem.* 72, 248–254.
- 2 **Bradstreet, M.S.W. and Cross, W.E.** (1982). Trophic Relationships at High Arctic Ice Edges. *Arctic* 35, 1-12
- 3 **Braunbeck, T., Hinton, D.E. and Streit, B.** (1998). *Fish ecotoxicology.* Birkhäuser, Berlin
- 4 **Carr, S.M., Kivlichan, D.S., Pepin, P. and Crutcher, D.C.** (1999). Molecular systematics of gadid fishes: implications for the biogeographic origins of Pacific species. *Can. J. Zool.* 77, 19-26
- 5 **Celander M. and Forlin L.** (1991). Catalytic activity and immunochemical quantification of hepatic cytochrome P-450 in β -

naphthoflavone and isosafrole treated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Physiology Biochemistry* 9, 189-197

6 **Goksøyr A.** (1991). A semi-quantitative cytochrome P4501A1 ELISA: A simple method for studying the monooxygenase induction response in environmental monitoring and ecotoxicological testing of fish. *The science of the total environment* 101, 255-262

7 **Goksøyr A., Larsen H. E. and Husøy A.M.** (1991a). Application of a cytochrome P450 1A1-ELISA in environmental monitoring and toxicological testing of fish. *Comparative Biochemistry and Physiology* 100C, 157-160

8 **Goksøyr A., Solberg, T.S. and Serigstad, B.** (1991b) Immunochemical detection of cytochrome P4501A1 induction in cod larvae and juveniles exposed to a water soluble fraction of North Sea crude oil. *Marine Pollution Bulletin* 22, 122-127.

9 **Nahrgang, J., Camus, L., Gonzalez, P., Goksøyr, A., Christiansen, J.S., Hop, H.** (2009). PAH biomarker responses in polar cod (*Boreogadus saida*) exposed to benzo(a)pyrene. *Aquat. Toxicol.* 94, 309-319

10 **Nahrgang, J., Camus, L., Broms, F., Christiansen, J.S. and Hop, H.** (2010a). Seasonal baseline levels of physiological and biochemical parameters in polar cod (*Boreogadus saida*): Implications for environmental monitoring. *Marine Pollution Bulletin* 60, 1336-1345.

11 **Nahrgang, J., Camus, L., Carls, M.G., Gonzalez, P., Jönsson, M., Taban, I.C., Bechmann, R.K., Christiansen, J.S. and Hop, H.** (2010b). Biomarker responses in polar cod (*Boreogadus saida*) exposed to the water soluble fraction of crude oil. *Aquatic Toxicology* 97, 234-242.

12 **Stegeman J.J. and Kloepper-Sams P.J.** (1987). Cytochrome P-450 isozymes and monooxygenase activity in aquatic animals. *Environmental Health Perspectives* 71, 87-95

13 **Tjelmeland, S.** (2009). Polartorsk. In: Gjøsæter, H., Dommasnes, A., Falkenhaus, T., Hauge, M., Johannesen, E., Olsen, E., Skagseth, Ø. (Eds), *Havets ressurser og miljø 2009. Fisken og Havet, Special Issue 1*, Institute of Marine Research, pp. 39-40.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОФЛОКУЛЯНТОВ В ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД РЫБОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

Васильева Ж. В., Барашева Ю. М. (г. Мурманск, МГТУ, 13 *kuchugura@mail.ru*)

Annotation.

The article presents substantiation of using of microorganisms of activated sludge as bioflocculants for wastewater treatment of fish processing factories. Analyses has established a high efficiency of bioflocculants using to reduce a number of indicators of waste water pollution (biochemical oxygen demand, suspended matter and dissolved substance). Dependence of the efficiency of biosorption of suspended and dissolved matters on a dose of activated sludge in waste water treatment is established.

Важным направлением развития технологий очистки сточных вод рыбоперерабатывающих производств является тенденция создания ресурсосберегающих методов, позволяющих извлекать ценные компоненты сточных вод, одновременно с обеспечением высокой эффективности очистки. Это достигается, в первую очередь, совершенствованием существующих методов очистки сточных вод, применением новых эффективных и одновременно более экологически приемлемых реагентов, обеспечивающих показатели очищенных сточных вод в соответствии с современными экологическими требованиями.

На очистных сооружениях предприятий рыбной промышленности широко применяются методы реагентной очистки сточных вод. Преимуществами ее являются быстрота операций, оперативность, простота обслуживания, мобильность, небольшие размеры сооружений [1]. Но традиционно используемые для очистки сточных вод коагулянты приводят к высокому остаточному содержанию в воде ионов металлов (Al^{3+} , Fe^{3+}), применение синтетических флокулянтов несет опасность высокого остаточного содержания в очищенной сточной воде токсичных мономеров. Применяемые методы безвозвратно переводят в бионеприемлемую форму биологически активные компоненты рыбного сырья, содержащиеся в сточных водах рыбоперерабатывающих производств, и исключают последующее использование осадка сточных вод, содержащего ценные макронутриенты, как на кормовые цели для сельскохозяйственных животных или рыб, так и в качестве удобрения.

Решением проблемы является поиск новых форм реагентов физико-химической очистки, лишенных следующих недостатков: дороговизна, остаточная концентрация в очищенной воде, невысокая степень очистки, вторичное загрязнение осадка.

В связи с этим перспективным является использование в качестве потенциально биоприемлемых реагентов природных биофлокулянтов, в частности избыточного активного ила, образующегося при биологической очистке сточных вод. Известно, что активный ил самостоятельно производит флокулянты для собственной флокуляции, которые пред-

ставляют собой внеклеточные биополимеры, продукты метаболизма активного ила. Использование избыточного активного ила в качестве реагента физико-химической очистки позволяет использовать резервные биополимеры для флокулирования загрязнений сточных вод [2].

Целью работы являлось исследование возможности использования активного ила в качестве биофлокулянта для очистки сточных вод рыбоперерабатывающих производств.

Объектом исследований являлись модельные системы сточных вод рыбоперерабатывающего производства. В качестве биофлокулянта в исследованиях использовался избыточный активный ил (АИ) сооружений биологической очистки, эксплуатируемых ООО "Мурманский хлебокомбинат". Для реализации метода проводили дозирование био-реагента, соответственно его установленным характеристикам, и смешивание его со сточной водой. Характеристики осветленной сточной воды определялись после окончания этапов отстаивания суспензии и отделения сфлокулированного осадка.

Результаты исследований по оценке эффективности очистки сточных вод рыбоперерабатывающих производств при использовании активного ила в качестве биофлокулянта представлены в таблице 1.

Анализ полученных результатов подтверждает высокую эффективность очистки сточных вод по целому ряду показателей, в частности, степень снижения биохимической потребности в кислороде составляет $37,98 \pm 7,53\%$, снижение количества азотсодержащих соединений установлена в пределах $57,75 \pm 7,56\%$. Отмечено снижение не только показателей, обусловленных наличием в сточной воде осаждаемой фракции (эффективность очистки по взвешенным веществам составила $53,64 \pm 19,59\%$), но и показателя содержания растворенных веществ (эффективность очистки $49,57 \pm 19,8\%$). Таким образом, воздействие активного ила при реагентной обработке не ограничивается осветлением суспензии, но очевидно, за счет биолиза дополнительно снижает содержание растворенных веществ в системе.

Таблица 1. Эффективность очистки сточных вод рыбоперерабатывающих производств с использованием активного ила в качестве биофлокулянта

Показатели	Значения		Эффективность очистки, %
	до очистки	после очистки	
БПК, мгО ₂ /дм ³	152,28±41,21	92,21±17,01	37,98±7,53
Общий азот, мг/дм ³	38,71±14,77	20,3±3,63	57,75±7,56

Растворенные вещества, мг/ дм ³	2273,3±292,3	1058,1±594,7	49,57±19,8
Взвешенные вещества, мг/дм ³	2198,3±158,77	1032,8±483,3	53,64±19,59
рН	6,91	7,40	-

Влияние дозы активного ила на кинетику процесса осветления сточных вод представлено на рисунке 1. Показано, что увеличение дозы ила (с 1,65 мг/л до 2,65 мг/л) существенно повышало эффективность осветления суспензий сточных вод на протяжении всего периода осветления.

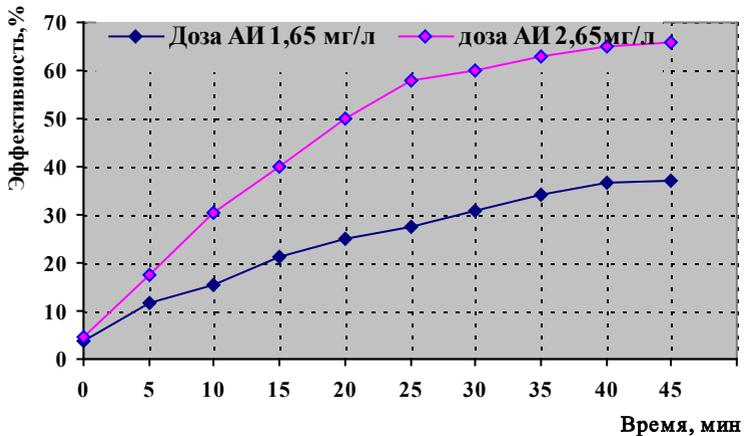


Рис.1.- Кинетика процесса осветления сточных вод в зависимости от дозы АИ и продолжительности отстаивания.

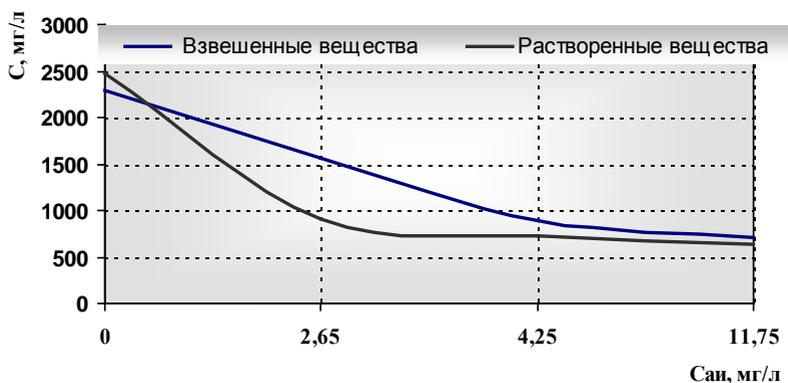


Рис.2 - Динамика содержания взвешенных и растворенных веществ (С) в очищенной сточной воде в зависимости от дозы активного ила (Саи).

Динамика реализации флокуляционной способности в зависимости от дозы АИ по показателям взвешенных и растворенных веществ представлена на рисунке 2. Полученные данные свидетельствуют о повышении степени очистки сточных вод по взвешенным и растворенным веществам при увеличении концентрации ила, однако, увеличение интенсивности биосорбции загрязнений лимитировалось дозой активного ила 4,25 мг/л. При дальнейшем увеличении дозировки активного ила динамика биосорбции загрязнений имела стабильный характер.

Проведенные исследования свидетельствуют о возможности использования избыточного активного ила в качестве биофлокулянта для физико-химической очистки сточных вод рыбоперерабатывающих производств, что позволяет не только достигать высокой эффективности очистки по целому ряду показателей, но и осуществлять биосорбцию ценных компонентов сточных вод без снижения их качества с получением в перспективе дополнительного высококачественного белкового продукта, кормовая ценность которого обусловлена извлеченными ценными компонентами сточных вод производств переработки гидробионтов.

Литература.

- 1 Технический справочник по обработке воды: в 2т Т1:пер с фр.- СПб.:Новый журнал, 2007
- 2 **Васильева Ж.В.** Перспективные направления очистки сточных вод рыбоперерабатывающих производств физико-химическими методами с использованием новых органических флокулянтов. /

Ж.В.Васильева, Н.В.Углова, Ю.М.Барашева //Освоение водных биологических ресурсов Арктики и международное сотрудничество: Сб. тезисов Междунар. семинара (15-17 сентября 2010г.). – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2010. – с.33-35 с.

УДК 628.4 : 574 : 001.891 (470.21)

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГОРОДСКОГО ПОЛИГОНА
БЫТОВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ
АПАТИТСКО-КИРОВСКОГО РАЙОНА НА НАЗЕМНЫЕ
И ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ**

Вишневская О. А.¹, Маслобоев В. А.^{1,2}, Мельник Н. А.^{2,3} (г. Мурманск,¹ Мурманский государственный технический университет, 8geo-ecolog@mail.ru, ² Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН, ³ Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья КНЦ РАН)

Сложившаяся ситуация в области обращения с бытовыми и промышленными отходами в Российской Федерации представляет реальную угрозу здоровью современных и будущих поколений страны, приводит к нерациональному использованию природных ресурсов, значительному экономическому ущербу и ведет к опасному загрязнению окружающей среды.

Под полигоны (свалки) твердых бытовых отходов ежегодно отчуждается около 10 тыс. га пригодных для использования земель, не считая площади земель, загрязняемых многочисленными несанкционированными свалками. Особую тревогу вызывает накопление в отвалах и свалках токсичных, в том числе канцерогенных веществ. Ареной проявления широко распространенных экологических процессов являются региональные пространства с определенным природным и социально-экономическим потенциалом, где фиксируется разрушение природных геосистем и связей в них вследствие усиленного воздействия техногенной нагрузки. В связи с этим важным аспектом охраны окружающей среды является площадное обследование и дальнейший мониторинг почв, грунтов и водной среды на территориях, расположенных непосредственно в населенных пунктах.

Полигон хранения твердых бытовых отходов (ТБО) г. Апатиты расположен на расстоянии 8 км от города с населением 62900 чел., в низовьях реки Белой, впадающей в озеро Имандра, являющееся источником питьевого водоснабжения.

Данные о реальном составе загрязнений, поступающих в окружающую среду с полигона ТБО Апатитско-Кировского района, их токсичности и потенциальной опасности для биоты отсутствуют. Поэтому одной из задач, стоящих при выполнении данной работы, была оценка влияния городского полигона бытовых и промышленных отходов Апатитско-Кировского района на наземные экосистемы (водные и почвенные объекты). В соответствии с федеральными законами и нормативными документами [1-4] были проведены исследования экологического состояния реки Жемчужной (объект 1), озера рядом с полигоном ТБО и ТПО (объекты 2, 4), стока из отстойника (объект 3) и оз. Белое (объект 5). Кроме источников поллютантов от самой свалки, возможны поступления от других антропогенных источников, в том числе: радиоактивных, техногенных и природных – наличие этих факторов обуславливает необходимость определения их в зоне влияния ТБО. Радиоактивное загрязнение возможно за счет несанкционированных выбросов и техногенного воздействия, т.к. г. Апатиты входит в 30 км зону действия Кольской АЭС.

Методы исследований

Объектом исследования являлся ареал городского полигона ТБО г. Апатиты. Отбор представительных проб почвы и поверхностных вод из открытых водоемов на 5 объектах осуществлялся в соответствии с ГОСТами 17.4.3.01-83, 17.1.504-81, 17.1.3.07-82, 17.1.5.05-85. Химический анализ почвы и воды проводился в ИППЭС КНЦ РАН с использованием потенциометрического, хроматографического и атомно-абсорбционного методов. Радиоэкологическое обследование выполнялось в аккредитованной лаборатории радиационного контроля ИХ-ТРЭМС КНЦ РАН по аттестованным методикам с использованием радиометрических и гамма-спектрометрических методов анализа [5].

Результаты и обсуждение

Изучение радиоэкологического состояния в зоне влияния полигона ТБО г. Апатиты показало, что на обследованных территориях локальные радиационные аномалии отсутствуют, средние значения гамма-излучения не превышают 16 мкР/ч, соответствуют уровню гамма-фона местности, а МЭД не превышает 20 мкР/ч, что соответствует нормативным значениям для населения. Объемная активность радона находилась в пределах 23-80 Бк/м³ и не превышала нормы (100 Бк/м³).

Средние значения эффективной удельной активности ($A_{эфф}$) почвы находятся в пределах 75-165 Бк/кг с учетом неопределенности измерений, радиоактивное загрязнение почвы отсутствует. Незначительное увеличение концентрации Cs-137 на данном исследуемом объекте может быть обусловлено вторичным загрязнением и результатом деятельности Кольской АЭС, т.к. идет нарастание удельной радиоактивности

по розе ветров в сторону севера, но эти значения близки к следовым количествам.

Суммарная удельная альфа-активность поверхностных вод открытых водоемов на всех объектах близка к нормативным, а суммарная удельная бета-активность (ΣB) в р. Жемчужной и в озере, у полигона ТБО, в 1.2 -1.4 раз превышает предельно допустимый уровень. Наибольший вклад в ΣB вносят К-40 и Th-232 (в 1.2-1.3 раз превышения), содержание которых связано с природными факторами: от слагающих пород, из почвы они могут поступать в водоемы с подземными водами. Сухой остаток проб воды – в пределах от 0.26- 0.38 г/л. Максимальные значения были обнаружены на объектах № 1, 2 и 5, которые близко расположены к полигону, т.е. чем дальше от него, тем меньше солевой состав. Содержание Ra-226 в поверхностной воде в 1.7-6 раз $> UB_{\text{нас.}}^{\text{вода}}$ на всех исследуемых объектах, кроме р. Жемчужная. Концентрация Cs-137 не превышает уровня вмешательства. Из исследуемых объектов наиболее загрязнены озера, расположенные около полигона ТБО.

Озера по радиационному фактору не должны относиться к хозяйственно-питьевым, но хозяйственная деятельность населения на этой территории по радиационному фактору не ограничивается.

По результатам маршрутного эколого-геохимического обследования выделены основные элементы-загрязнители поверхностных вод (ГОСТ 17.1.5.05-85): SO_4^{2-} , Cl^- , $N_{\text{общ}}$, NO_3^- , Ni^{2+} , $P_{\text{общ}}$, Cr^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} .

Установлено, что все исследованные образцы поверхностных вод имеют значения рН в пределах 7.0–7.8 – слабощелочная реакция.

Наивысшая электропроводность наблюдалась на объекте 2 – район полигона ТБО, обусловлена ионами Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , которые составляют минеральную часть воды.

Химические анализы поверхностных вод открытых водоемов, расположенных на исследуемой территории, показали, что наибольшие превышения ПДК наблюдались на первых 2-х объектах, причем: по SO_4 – 19.8 ПДК, Cl – 5.3 ПДК, $N_{\text{общ}}$ – 4 ПДК, Cr – 1.7 ПДК, Cu – 7 ПДК, Mn – 8.6 ПДК на полигоне ТБО. Также наивысшие превышения ПДК по $P_{\text{общ}}$ – 3.2.ПДК, NO_3^- – 1.2 ПДК, Zn – 1.3 ПДК, Al^{3+} – 5.3 ПДК – на р. Жемчужная и Fe^{3+} – 1.7 ПДК на оз. Белое. В результате химических анализов было выявлено содержание Fe^{3+} в поверхностных водах, где наименьшее значение – 0.025 мг/л в озерной воде района полигона ТБО, максимальное – 0.170 мг/л (1.7 ПДК) – оз. Белое. Содержание Fe^{3+} - 0.025 мг/л соответствует среднему по региону содержанию железа в поверхностных водах.

В районе полигона ТБО наблюдается 1.4 ПДК Ni в воде, а в почве близко к предельному значению. Это объясняется более интенсивным поступлением загрязнений комбината «Североникель».

Подтверждается, что гидрохимические показатели исследуемых водных объектов определяются поступлением отходов апатито-нефелиновых фабрик и сточных вод г. Кировска и г. Апатиты и характеризуются повышенными концентрациями щелочных и щелочноземельных элементов, алюминия, фосфатов.

При сравнении результатов химического анализа исследуемых почвенных объектов с ПДК было обнаружено превышение по Ni и Cu, особенно на 4 и 5-м объектах, что говорит о юго-западном распространении от полигона ТБО. Согласно ГН 2.1.7.2041-06, на всех почвенных объектах исследуемой территории, кроме района полигона ТБО, наблюдается повышенное содержание Cu в 1-2.5 ПДК. Превышение ПДК может объясняться поступлением Cu: пылевой фактор, атмосферные осадки (могут быть загрязнены от Мончегорского комбината «Североникель» в виде кислотных дождей).

При сравнении результатов исследований поверхностных вод открытых водоемов с ПДК было обнаружено превышение по гидрохимическим и радиационно-гигиеническим параметрам, особенно на р. Жемчужная и полигоне ТБО, что говорит о северо-восточном и юго-восточном распространении их от полигона. Поэтому основными источниками поступления поллютантов являются аэротехногенное загрязнение территории, вынос элементов от массивов отвальных пород хвостохранилища подземным и поверхностным стоком, влияние самого полигона ТБО. В результате этих процессов происходит интенсивное загрязнение окружающей среды химическими элементами, представляющими потенциальную опасность для биологических систем. Некоторые элементы не входят в списки контролируемых, не изучено их поведение в природных средах, не определена их токсичность, отсутствуют ПДК, например, общий углерод, который может поступать из зоны полигона в результате разложения органических веществ.

Из полученных результатов следует, что влияние полигона ТБО и ТПО, наряду с другими антропогенными факторами: хозяйственно-бытовые стоки и отходы апатито-нефелинового производства - значительно, особенно на водные объекты. Общий уровень загрязнения умеренный.

Факторный анализ данных почвы показал, что наиболее высокие нагрузки на окружающую среду связаны с pH, Zn^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , Cr^{3+} , Cs-137, Ra-226 и $A_{эфф}$ (1-й фактор), Th-232, Cu^{2+} , Co^{2+} (2-й фактор), Mn^{2+} , K-40 (3-й фактор).

В результате факторного анализа данных воды установлено, что наиболее высокие нагрузки на окружающую среду связаны с электропроводностью, Ca^{2+} , $\text{C}_{\text{общ}}$, Cr^{3+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , Sr^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , $\text{N}_{\text{общ}}$, Al^{3+} , Cu^{2+} , К-40 и ΣB -активностью (1-й фактор), ΣA , Ra-226 и Be-7 (2-й фактор), U-238, Th-232 и Cs-137 (3-й фактор).

Так как влияние полигона ТБО и антропогенных факторов значительно, особенно на водные объекты, поэтому необходимо дальнейшее их изучение, включая проведение микробиологического и бактериологического анализа. В перспективе данный участок нельзя использовать для строительства.

Результаты анализов показывают существование весьма острой проблемы качества природных вод в Кировско-Апатитском районе. Проведенные исследования, совершенно очевидно, являются только первым шагом и должны быть продолжены. Тем более что расширяющиеся аналитические возможности обоих институтов: Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН (ИХТРЭМС КНЦ РАН), и Института проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН (ИППЭС КНЦ РАН) - открывают новые перспективы для этих исследований.

При рассмотрении инженерно-геологического строения участков грунта основания котлована полигона имеют значительно большее значение коэффициенты фильтрации 0.2-30 м/сутки, чем требуется, согласно п.1.15 «Инструкции...» для котлованов без защитных экранов ($\text{Kф} = 0.0086$ м/сутки). Таким образом, устройство защитного экрана необходимо во всех случаях.

Для оценки влияния полигона на окружающую среду необходимо контролировать и анализировать (по сравнению с уровнем ПДК) следующие показатели: грунтовые и поверхностные воды, атмосферный воздух, почву и фильтрат, вытекающий из полигона.

Выводы

– Из полученных результатов следует, что влияние полигона ТБО и ТПО, наряду с другими антропогенными факторами: хозяйственно-бытовые стоки г. Кировска и г. Апатиты, отходы апатито-нефелинового производства - значительно, особенно на водные объекты. В перспективе данный участок нельзя будет использовать для строительства.

– Загрязнения водных объектов в районе полигона ТБО и ТПО ведет к ухудшению качества питьевой воды за счет поступления стоков в оз. Имандра.

– Грунты основания котлована полигона имеют высокие значения коэффициентов фильтрации по результатам инженерно-

геологического строения участков, т.е. требуют применения защитного экрана. В настоящее время полигон ТБО Кировско-Апатитского района не оборудован.

– Полученные результаты работы могут использоваться государственными органами, научными, природоохранными и производственными организациями для оценки экологического состояния северного района, в том числе при проведении охранных мероприятий, использовании водных объектов для питьевого водоснабжения, рыбозоведения и рекреации, а также для проведения технико-экономического обоснования и разработки проектов ОВОС, последующего контроля администрацией г. Апатиты соблюдения природоохранного законодательства.

Литература:

1. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», ФЗ № 89 от 24.06.98 г.
2. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», ФЗ № 52 от 30.03.1999
3. Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения: СП 2.6.1.1292-03 – М.: Минздрав России, 2003. – 16 с.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): СП 2.6.1.758-99 – М.: Минздрав России, 1999. – 116 с.
5. Практика использования радиологического комплекса «Прогресс-АБГ» для анализа природных объектов / Мельник Н.А. // АНРИ. – 2006. – № 1. – С. 42-44.
6. Вредные химические вещества. Неорганические соединения V-VIII групп: Справ. изд. / Под ред. В.А. Филова и др. – Л.: Химия, 1989. – 365 с.
7. Справочник по гидрохимии / Под ред. А.М. Никанорова. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 345 с.

О КОМПЕНСАЦИИ УРОВНЯ ВРЕДНОГО ДЛЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА

Горшков Э. С., Иванов В. В., Лидер Л. Б. (г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский Филиал Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн, лаборатория магнитных свойств, edgorshkov@rambler.ru)

A possibility for cancellation of the adverse electromagnetic high-frequency influence from a mobile phone to the user is implemented with engaging a flat carrier effect with a 5mm*5mm mesh placed behind the phone back cover. The mesh can be attached directly to the phone back cover. Implementation of the intended effect is proved with Voll's medication testing technique. The chosen cell size is shown to be optimal for the best possible cancellation of electromagnetic harmful radiation from a mobile phone onto human body.

Введение. Известно, что различные поля, излучения и эффекты "неизвестной природы" исследовались целым рядом авторов как в нашей стране, так и за рубежом. Существует много названий этим полям и излучениям. При этом было обращено внимание на необычное поведение объектов с определенной геометрией поверхности. В настоящее время продолжается разработка эффективных средств нейтрализации биосферных и патогенных зон и специальных модуляторов, воздействие которых на человека основано на использовании эффекта формы. Исследований, посвященных изучению энергии (эффекту) формы крайне мало. При этом некоторые ученые, пытаясь объяснить наблюдаемые эффекты, исповедуют лишь классическую физику, которая обрекает их исследования на неудачу. В этой связи интерес ученых и специалистов вызывают известные эффекты пирамидальных и иных как плоских, так и объемных структур, которые обладают облагораживающим экологическим воздействием. Появились и новые разработки, например, нейтрализатор вредного излучения "Foton R15" (матричный модулятор Некрасова) [1].

Авторы опробовали влияние множества геометрических фантазийных фигур и символов на изменение свойств электромагнитного излучения (ЭМИ) мобильного телефона (МТ). Однако с их помощью решить задачу исключения вредного воздействия ЭМИ МТ на пользователя не удалось.

Предлагаемая нами разработка предназначена для компенсации негативного электромагнитного высокочастотного воздействия МТ на целостный организм человека. Сущность предложения заключается в использовании эффекта плоского носителя с нанесенной на него сеткой с ячейками 5 мм × 5 мм, размещаемого за задней крышкой телефона. Сетка с такими параметрами преобразует своей формой излучаемый телефоном сигнал в диапазон, безвредный для пользователя. Она может быть нанесена на обе стороны носителя, но при этом линии образующие сетку с той и другой стороны должны совпадать. Состав и структура материала (например, чернил или пасты) для нанесения сетки на носитель (лист бумаги) значения не имеет. Она может быть просто

протравлена на поверхности задней крышки МТ или нанесена любым (нестираемым) пишущим средством.

Возможность получения желаемого результата мы проверяли, используя методику медикаментозного тестирования Р.Фолля, приведенную в [2]. В соответствии с методикой на пассивный электрод располагали обычный МТ, например, фирмы Nokia, затем последовательно снабжали его различными вариантами сеток, отличающимися размерами ячеек. Сопоставляли данные измерения у пользователя телефона электропроводности в заданных точках акупунктуры (ТА), полученные для всех ситуаций, и выбирали наиболее эффективный вариант по критерию наибольшего эффекта компенсации вредного воздействия ЭМИ МТ на целостный организм человека.

Результаты тестирования. Для медикаментозного тестирования использованы пять контрольных ТА располагаемых на тыльной стороне левой руки [2].

1. ТА – контрольно-измерительный пункт (КИП) аллергии на меридиане аллергии и дегенерации сосудов.
2. ТА - измерительный пункт (ИП) склероза сосудов на меридиане аллергии и дегенерации сосудов.
3. ТА - общий измерительный пункт (ОИП) вегетативной нервной системы (ВНС) на меридиане дегенерации ВНС.
4. ТА - КИП сердца на меридиане сердца.
6. ТА - КИП сосудисто-паренхиматозно-эпителиальной дегенерации (СПЭД) на меридиане СПЭД.

Медикаментозное тестирование по Р.Фоллю выполнено с помощью прибора для электроакупунктурной диагностики, имеющего шкалу со стрелочным индикатором, показывающим уровень электропроводности ТА в условных единицах (у.е.). Кроме того, имеются три электрода. Один – для постоянного контакта с кожей пользователя МТ, второй - с точечной поверхностью контакта - ТА, третий – пассивный - с площадкой для размещения тестируемого объекта, в частности, МТ.

1 этап. Определение биологической активности ЭМИ МТ. Мобильные телефоны (один типа SIEMENS, второй и третий – NOKIA) трех пользователей включены в рабочее состояние. Последовательно у каждого пользователя измеряли фоновые значения электропроводности в контрольных ТА (рис. 1).

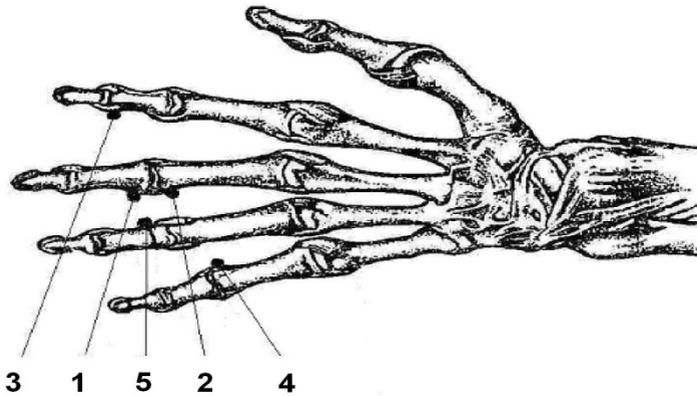


Рис. 1 - Контрольные ТА располагаемые на тыльной стороне левой руки.

На площадку пассивного электрода помещали передней (“лицевой”) панелью первый МТ и измеряли у первого из них электропроводность в тех же ТА по той же методике медикаментозного тестирования Р.Фолля. Те же измерения проводили у второго и третьего пользователей, при том же положении второго и третьего телефонов на пассивном электроде. После чего весь комплекс измерений повторяли при помещении телефонов на площадку пассивного электрода задней панелью. Затем проводили сопоставление уровней электропроводности ТА пользователей во время контакта с первым, вторым и третьим МТ и их фоновыми аналогами и определяли разностные значения между ними.

В течение исследуемого дня тестирование аналогичным образом повторяли, начиная с 10-ти час утра, еще два раза – в 15 и 20 час. Результаты измерений исходных показателей, а также вычислений средних за три измерения разностных значений уровней электропроводности ТА пользователей при контакте с соответствующими МТ и их фоновых аналогов позволили определить обобщенные данные о средних за три измерения (в 10, 15 и 20 час) разностных значениях уровней электропроводности ТА пользователей в процессе контакта с соответствующим (первым, вторым и третьим) МТ и их фоновых аналогов (таблица 1).

Таблица 1 – Средние разностные значения уровней электропроводности контрольных ТА с МТ и их фоновых аналогов (в у. е.)

Средняя разность данных тестирования МТ и измерения фонового состояния

СРЕДНЯЯ РАЗНОСТЬ ДАННЫХ ТЕСТИРОВАНИЯ МТ И ИЗМЕРЕНИЯ ФОНОВОГО СОСТОЯНИЯ					
№	НОМЕР КОНТРОЛЬНОЙ ТА				
	1	2	3	4	5
М Т	МТ- ФОН	МТ- ФОН	МТ- ФОН	МТ- ФОН	МТ- ФОН
	ПЕРЕДНЯЯ ПАНЕЛЬ МТ				
1	-23 ± 4	-19 ± 2	-17.3 ±3	-13.7 ±5	11.7 ± 5
2	4 ± 3	3.7 ± 4	1.3 ± 3	3.3 ± 4	5 ± 1
3	3.3 ± 1	6 ± 3	5.3 ± 2	5 ± 3	6.3 ± 2
ЗАДНЯЯ ПАНЕЛЬ МТ					
1	-11.6 ±2	-10.7 ±2	-11.3 ±1	-9 ± 1	-11 ± 4
2	-5.3 ± 2	-6 ± 2	-6 ± 3	-6.3 ± 3	-6.7 ± 1
3	-7 ± 1	-5.7 ± 2	-6.3 ± 4	-9 ± 3	-8.7 ± 2

Выполненное тестирование МТ показало, что при взаимодействии телефонов с целостным организмом разности между данными медикаментозного тестирования МТ и показателями фонового состояния пользователей МТ принимают отрицательный знак при помещении телефонов задней (а для МТ SIEMENS – и передней) панелью на площадку пассивного электрода.

2 этап. Определение биологической активности ЭМИ МТ при установке сетки в виде листа бумаги “в клеточку”, прикрывающего его заднюю панель. Сетка нанесена вручную шариковой ручкой.

МТ типа NOKIA приведен в рабочее состояние. У пользователя измеряли фоновые значения электропроводности в контрольных ТА (см. рис. 1). На площадку пассивного электрода помещали сетку в виде листа бумаги “в клеточку” - 20×20 мм², не превышающего габариты телефона, на который задней панелью укладывали МТ и измеряли у пользователя электропроводность в тех же ТА по той же методике медикаментозного тестирования Р.Фолля. Те же самые измерения и при том же положении МТ на пассивном электроде проводили тестирование при использовании сеток, у которых клетки имели иной размер – 15×15, 10×10, 8×8, 5×5 и 2.5×2.5 мм², соответственно. Затем проводили сопос-

тавление уровней электропроводности ТА испытуемого во время контакта с МТ и их фоновыми аналогами и определяли разностные значения между ними. В таблице 2 приведены разностные значения уровней электропроводности ТА испытуемого при контакте с МТ для случаев использования сеток из листов бумаги ”в клеточку” размером – 15×15, 10×10, 8×8, 5×5 и 2.5×2.5 мм², соответственно и их фоновых аналогов.

Таблица 2 - Разностные значения уровней электропроводности контрольных ТА с МТ и сеток в виде листов бумаги ”в клеточку”, и их фоновых аналогов (в у. е.)

РАЗНОСТЬ ДАННЫХ ТЕСТИРОВАНИЯ МТ И ИЗМЕРЕНИЯ ФОНОВОГО СОСТОЯНИЯ					
РАЗМЕР СТОРОН КВАДРАТА СЕТКИ, ММ²	НОМЕР КОНТРОЛЬНОЙ ТА				
	1	2	3	4	5
20×20	-8	-9	-3	-4	-7
15×15	-17	-10	-9	-11	-14
10×10	-11	0	0	0	-16
8×8	-9	-2	0	-2	-12
5×5	-1	4	4	3	-4
2.5×2.5	-5	-2	0	0	-16

Аналогичный комплекс измерений провели для положения МТ на пассивной площадке электрода передней (”лицевой”) панелью. Для всех случаев использования сеток из листов бумаги ”в клеточку” показания прибора находились на уровне фоновых значений (в пределах ошибки измерения ± 4 у.е.).

Выполненное тестирование МТ (при помещении телефона задней панелью на площадку пассивного электрода) показало, что при взаимодействии телефона (с сеткой из листа бумаги ”в клеточку”, располагаемой на его задней панели) с целостным организмом разности между данными медикаментозного тестирования МТ и показателями фонового состояния сокращаются практически до нуля (± 4 у.е.) при сокращении размера ”клеточки” листа бумаги от 20×20 к 5×5 мм² (выделено жирным шрифтом). Дальнейшее снижение размера – до 2.5×2.5 мм² имеет тенденцию к получению отрицательных результатов.

Таким образом, использование сетки из листа бумаги ”в клеточку” размером 5×5 мм², прикладываемого к задней панели телефона, приводит к компенсации вредного воздействия ЭМИ МТ на целостный организм человека.

Данное исследование подтверждает заключение о том, что использование сетки из листа бумаги ”в клеточку” размером 5×5 мм²,

прикладываемого к задней панели телефона, приводит к компенсации вредного воздействия ЭМИ МТ на целостный организм человека.

Контрольная проверка данного эффекта применительно к МТ SIEMENS (лист бумаги "в клеточку" размером 5×5 мм² прикладывался только к задней панели телефона) показала тот же результат - компенсация вредного воздействия ЭМИ МТ со стороны обеих панелей.

Проверен эффект восстановления энергетического состояния воды после негативного воздействия на нее МТ путем наложения на емкость с водой того же телефона, но снабженного решеткой с ячейками 5 мм × 5 мм, приложенной к задней панели МТ. Телефон с решеткой могут при этом располагаться в чехле). Эффект становится более выраженным, если на емкость с водой установить одну решетку (рис. 1).

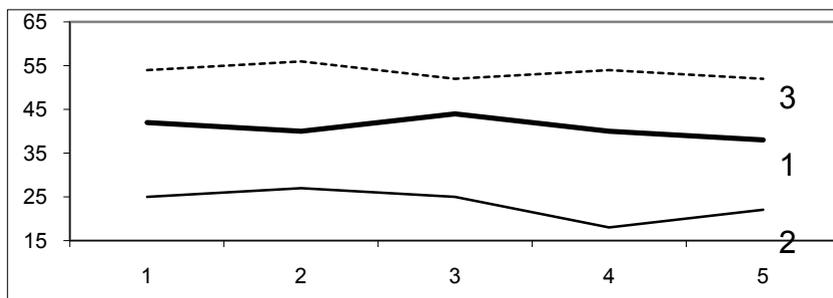


Рис. 1 - Влияние МТ и решетки на энергетическое состояние воды.

Абсцисса – номер ТА. Ордината – уровень электропроводности ТА (у.е.).

Кривая 1 – энергетическое состояние исходной воды.

Кривая 2 - энергетическое состояние воды после воздействия МТ.

Кривая 3 – восстановленная с помощью решетки с размерами ячейки 5 мм × 5 мм вода.

Литература:

1. Нейтрализатор вредного излучения "FOTON R15". Тонкополевая экология здоровья. Научно-практический журнал. №2, апрель 2007 г. С. 42-45.

2. Самосуя И.З. и др. "Нетрадиционные методы диагностики и терапии", Київ, "Здоров'я", 1994, стр. 24-28, 103-105, 118-120с.

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОФОБНЫХ СОРБЕНТОВ НЕФТИ МОДИФИКАЦИЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ВЕРМИКУЛИТА КРЕМНИЙОР- ГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Губкина Т. Г., Маслобоев В. А., Новичкова И. А. (*г. Анапты, Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, ElmairGTG@mail.ru*)

In this article new ways of reception of hydrophobic sorbents for liquidation of oil floods from water surface are offered. As surface modifiers vermiculite used organosilicon compounds.

К сорбентам собирающим нефтепродукты с водной поверхности предъявляются обязательные требования, такие как абсолютная гидрофобность, максимальная нефтеёмкость [3]. При взаимодействии с водной поверхностью гранулы должны собирать нефтепродукты, не абсорбируя воду. Максимальное насыщение должно достигается в период первых десяти секунд, после чего насыщенные гранулы устремляются друг к другу, образуя комья, насыщенные нефтью. Насыщенный нефтью сорбент может оставаться на поверхности воды длительное время, не допуская утечки нефти обратно в воду. Это особенно важно при неблагоприятных погодных условиях и при длительных перерывах в ходе очистки.

Затем насыщенные гранулы сорбента собираются специальными устройствами для сбора плавающих загрязнений в резервуар, где отработанный продукт отделяется от воды. Сорбент поступает в специальные емкости для его последующего использования (отделения нефтепродуктов или использование в качестве топлива).

При скорости ветра более 0.3 м/с, сорбент вводится в водную среду ниже уровня поверхности воды (для локализации поступления). Гранулы сорбента вводятся в толщу воды, и при всплытии на поверхность они насыщаются нефтью [4].

Эффективные адсорбенты органических соединений из водных растворов следует искать среди гидрофобных материалов, адсорбция на которых обусловлена преимущественно дисперсионными силами. Поскольку энергия дисперсионного взаимодействия тем больше, чем более многоэлектронными системами являются адсорбированные молекулы, дисперсионное взаимодействие органических молекул с углеродными структурами поверхности гидрофобных адсорбентов гораздо сильнее, чем взаимодействие углеродных сорбентов с молекулами воды. Следовательно, на границе раздела адсорбент - водный раствор накапливаются преимущественно органические молекулы, являющиеся гораздо более сложными многоэлектронными системами, чем молекулы воды.

Явление гидрофобности в естественных условиях встречается сравнительно редко, поэтому искусственное создание водоотталкивающих свойств, состоящее в создании на поверхности минералов тонких слоёв гидрофобизаторов либо органической, либо кремнийорганической природы является весьма перспективным.

В данной работе были учтены требования, предъявляемые к сорбентам собирающим нефть с водной поверхности и предложены новые способы получения гидрофобных сорбентов, модифицированных кремнийорганическими соединениями, а также проведён сравнительный анализ с коммерческими сорбентами нефти на основе вермикулита «С-верад» и «Версойл».

Для получения адсорбента в качестве носителя был выбран вспученный при $T=700^{\circ}\text{C}$ вермикулит, с размером зёрен 1,25 мм и насыпной плотностью 2300 кг/м^3 .

В качестве гидрофобных агентов выступают кремнийорганические жидкости: силикон, метилсиликонат натрия, олигометилсилоксан. Эти модификаторы глубоко проникают в поры вспученного вермикулита, стенки пор и все частицы которого приходят в соприкосновение с раствором, покрываются тонким химическим гидрофобным слоем полимера, причём не изменяется ни внешнего вида сорбента, ни его воздухопроницаемость, увеличивается прочность. Гидрофобизация также улучшает термоизоляционные свойства вермикулита, повышается морозостойкость и стойкость к воздействию морской воды, что позволяет рекомендовать сорбент для ликвидации разливов нефти в ледовых условиях [1].

Цель данной работы: Изучить возможные способы гидрофобизации вермикулита кремнийорганическими соединениями, установить оптимальные концентрации водных растворов и эмульсий модификаторов и их расход по отношению к массе вспученного вермикулита. Провести экспериментальную работу по изучению структуры гидрофобизированного вермикулита, его удерживающей способности к нефтепродуктам и флотационных свойств. Сравнить полученные сорбенты с промышленными образцами.

Необходимость в подборе оптимальных концентраций эмульсий модификаторов обусловлена образованием полимерной пленки, прочно химически связанной с сорбентом и блокирующей активные центры вермикулита. Основными критериями в подборе концентраций модификатора явились максимальная удерживающая способность по нефтепродуктам и 100%-я плавучесть.

Были приготовлены оптимальные концентрации эмульсий кремнийорганических жидкостей на водной и органической основе. Наиболее экономичным является применение гидрофобизатора на водной ос-

нове, например водного раствора метилсиликоната натрия, так как при этом отпадает надобность в относительно дорогих органических растворителях. Оптимальная концентрация модификатора по отношению к вспученному вермикулиту составила 30%, а отношение водной эмульсии 1:6, объёмное соотношение Т:Ж (1:2,1). Водную эмульсию гидрофобизатора подогревают до 50°, затем соединяют с вермикулитом, тщательно перемешивают. Время контакта вермикулита с модификатором 15 мин. Для удаления избытка воды сорбент сушат в течении 20 мин. при $T=250-300^{\circ}\text{C}$, после сорбент остужают, гидрофобный эффект наступает через 24 часа, в это время не допускается прямого воздействия воды. Данный сорбент обладает хорошей плавучестью (до 30 суток и более), удерживающей способностью к нефтепродуктам (маслоёмкость сорбента по дизельному топливу 4,6 г/г, нефтеёмкость 5,6 г/г), характеризуется простой методикой нанесения модификатора, что позволяет рекомендовать данный сорбент для сбора разливов нефти с водной поверхности. Основным же недостатком такого сорбента остаётся высокая влагоёмкость и адсорбция паров воды, несмотря на хорошие флотационные свойства. В тоже время сорбент на основе метилсиликоната натрия удерживает только плавающие на поверхности нефтепродукты, а растворимые нефтепродукты не извлекает из воды.

Гидрофобизатором поверхности вермикулита может также служить силикон. Обработка вермикулита готовой водной силиконовой эмульсией (60 %) закупоривает поры минерала, что ведёт к уменьшению маслоёмкости. Подбор оптимальной концентрации водной эмульсии силикона решает данную проблему. Оптимальная концентрация модификатора 35% по отношению к массе вермикулита, отношение водной эмульсии 1:6,7, объёмное соотношение Т:Ж (1:2,35). Способ нанесения гидрофобизатора тот же, что и в первом случае, за исключением, температуры сушки сорбента при $T=20-30^{\circ}\text{C}$, в течении 24ч. Так как при повышенных температурах органосилоксановый слой подвергается окислению, в результате чего он теряет свои гидрофобные свойства. Стойкость к окислению органосилоксанового поверхностного слоя уменьшается пропорционально длине цепи органического радикала у кремния и при повышенных температурах наибольший контактный угол сохраняют метилпроизводные, а наименьший лаурильные [2]. Сорбент модифицированный силиконом имеет плавучесть (до 30 суток и больше), влагоёмкость (не более 70%), не адсорбирует пары воды и бензола, при этом имеет не плохие показатели по удерживающее способности дизельного топлива (4,12г/г) и сырой нефти (5 г/г). Сорбент гидрофобизированный силиконом также можно рекомендовать для ликвидации разливов нефти с водной поверхности.

Гидрофобизатором на основе органических растворителей является кремнийорганическое соединение олигометилсилоксан (Пента-804). Применение органических растворителей не только удорожает производство сорбентов, но они также являются горючими. В данной работе вермикулит был гидрофобизирован олигометилсилоксаном, растворённом в уайт-спирите и спирте. Подобранные концентрации органических эмульсий и способы обработки сорбента, позволили получить наименее горючие, 100% гидрофобный сорбенты, нефтеёмкость которых до 6 г/г. Оптимальная концентрация модификатора 15% от массы вермикулита, отношение растворителя (уайт-спирит) к модификатору (не более 1: 13,3), объёмное соотношение Т:Ж (1:2,15). Перед обработкой вспученный вермикулит нагревают при $T=50-60^{\circ}\text{C}$, затем добавляют модификатор, тщательно перемешивают и сушат при $T=40-60^{\circ}\text{C}$ в течение 48 часов до наступления полного гидрофобного эффекта. Однако температура сушки 20°C достаточна для вермикулита обработанного модификатором растворённом в спирте, т.к. спирт очень быстро испаряется при нормальных условиях. Сорбенты приготовленные, данным способом являются абсолютно гидрофобными, не адсорбируют пары воды, влагоёмкость не более 50%, плавучесть 30 суток и более, даже с адсорбированными нефтепродуктами, адсорбция в парах ацетона 34% , а бензола 56%. Данный сорбент обладает хорошей удерживающей способностью нефтепродуктов и способен адсорбировать полярные молекулы углеводородов из водных растворов. Использование предлагаемого сорбента позволяет на порядок повысить глубину очистки воды, загрязнённой нефтепродуктами.

Таблица 1.Оптимальные концентрации модификаторов и условия гидрофобизации

№ п/п	Расход модификатора в зависимости от массы вермикулита, %	Приготовление эмульсии, на 10г вспученного вермикулита	Объёмное соотношение Т:Ж	Т сушки, °С	Время наступления гидрофобного эффекта, ч.
1	30%, ВВ+метилсиликонат натрия+вода	1:6	1:2,1	300°	24
2	15%, ВВ+олигометилсилосан + уайт-спирит	1:13,3	1:2,15	40°- 60°	48
3	15%, ВВ+олигометилсилосан +спирт	1:13,3	1:2,15	20°	48
4	35%, ВВ+силикон 60%+вода	1:6,7	1:2,35	20°- 30°	24

Таблица 2. Свойства сорбентов

№ п/п	Расход модификатора в зависимости от массы вермикулита, %	Маслоёмкость по диз. топливу, г/г	Плавучесть ч/з 94 ч., %	Влагоёмкость ч/з 3ч. W, %	pH водной вытяжки	Адсорбция паров воды при $p/p_s=1$	Адсорбция паров бензола
1	Вспученный вермикулит	4,6	1,776	650	7,33	3,33	1,2
2	30% метилсиликонат натрия+вода	4,6	1,00	500	10,30	8,92	0
3	15%, ВВ+олигометилсилоксан + уайт-спирит	4,2	1,00	200	6,85	0	38,83
4	15%, ВВ+олигометилсилоксан +спирт	4,67	1,00	50	6,43	0	56,25
5	35%, ВВ+силикон 60%+вода	4,12	1,00	70	9,83	0	3,09
6	С-верад	4,4	2,032	550	7,78	1,025	1,47

Литература:

1. Андрянов К.А., Петрашко А.И. Кремнийорганические полимеры в народном хозяйстве. – М.: Изд. Академии наук СССР.1959г.С.19-21.
2. Бажант В., Хваловский В., Силиконы кремнийорганические соединения, их получение свойства и применение. – М.: Изд. Химической литературы. 1960г.С.295.

3. **Каменщиков Ф.А. Богомольный Е.И.** Нефтяные сорбенты. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика».2005г.С.78.

4. Справочник инженера по охране окружающей среды (Эколога). - М.: «Инфра-Инженерия», 2006.-82 с.

ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕР СЕВЕРО-ЗАПАДА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Даувальтер В.А.^{1,2}, Кашулин Н.А.², Сандимиров С.С.² (¹*Апатиты, Апатитский филиал МГТУ, кафедра геоэкологии;* ²*Апатиты, Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН, vladimir@inep.ksc.ru*)

Results of researches during 20 years of concentrations of heavy metals (Ni, Cu, Zn, Co, Cd, Pb, As, Hg) in surface sediment layers of lakes of northwest of the Murmansk Region, subject to emissions of Copper-Nickel Company, are reported. The contents of almost all elements in surface sediments of investigated lakes have been established to be increasing in the last years.

Исследования химического состава донных отложений (ДО) водоемов северо-западной части Мурманской области и приграничной территории между Россией, Норвегией и Финляндией сотрудниками ИППЭС КНЦ РАН проводятся в течение 20 лет, начиная со времени организации Института (1989 г.). Наибольшее количество результатов по 30 озерам было получено во время проведения совместных российско-норвежских и российско-финляндских исследований по изучению состояния окружающей среды приграничной территории. Эти исследования можно разделить на три периода с разницей примерно в 10 лет:

1) в 1989-1993 гг. проводились междисциплинарные исследования в рамках совместного проекта, в котором участвовали ИППЭС и NIVA (Норвежский институт водных исследований);

2) в 2002-2004 гг. содержание и поведение металлов в ДО водоемов исследовалось в рамках проекта Интеррег ША Коларктик «Развитие и реализация мониторинга окружающей среды и программа оценки в приграничном районе между Финляндией, Норвегией и Россией»;

3) в 2010 г. исследования химического состава воды и ДО проводились в рамках совместного проекта, в котором участвовали ИППЭС и НИВА, «Закисление и тяжелые металлы в озерах приграничной территории между Россией и Норвегией: состояние и тренды».

Приграничная территория между Россией, Норвегией и Финляндией испытывает серьезное антропогенное влияние, в том числе со стороны комбината «Печенганикель». Озеро Куэтсъярви и нижние течение р. Пасвик принимают сточные воды металлургических и сопутствующих производств, расположенных в п. Никель. Водосборы рек Пасвик, Печенга и других рек подвергаются загрязнению посредством атмосферных выпадений. К основным загрязняющим веществам относятся соединения серы и тяжелых металлов (ТМ) – Ni, Cu, Cd, Cr, Zn, As, Hg и др.

Колонки ДО на исследуемых водоемах взяты отборником колонок ДО открытого гравитационного типа (внутренний диаметр 44 мм) с автоматически закрывающейся диафрагмой. Колонки ДО были разделены на слои по 1 см, помещены в полиэтиленовые контейнеры и отправлены в лабораторию ИППЭС для анализа, где они хранились при температуре 4°C. Образцы (примерно 5 г) были высушены в сушильном шкафу при температуре 105°C в течение 6 ч, и определялась влажность образца. Затем образцы прокаливались в муфельной печи при температуре 450-500°C в течение 4 ч для определения потерь при прокаливании как косвенного показателя содержания органического вещества. Образцы затем растирались в яшмовой ступе и сохранялись при температуре 4°C до химического анализа. Для определения валовых концентраций металлов 0.4 г навеска образца обрабатывалась 4 мл концентрированной азотной кислотой (HNO₃) класса ОСЧ в автоклаве с тефлоновым вкладышем при температуре 140°C в течение 4 ч. Содержимое автоклава потом охлаждалось до комнатной температуры, и 2 мл аликвота перемещалась в 60 мл пластиковую бутылочку и разбавлялась деионизированной водой до объема 25 мл. Результирующий раствор анализировался атомно-абсорбционным спектрофотометром (AAS-3, Perkin-Elmer).

Долговременная антропогенная нагрузка на водосборы озер привела к изменению природных условий формирования химического состава ДО и к увеличению концентраций ТМ в поверхностных слоях ДО по сравнению с фоновыми содержаниями (табл. 1 и 2). Образцы ДО, отобранные из самых глубоких слоев колонок (обычно более 20 см), позволяют получить фоновые концентрации ТМ при исследовании загрязнения озер.

Таблица 1. Фоновые средние (X), минимальные (min) максимальные (max) концентрации элементов (мкг/г сух. веса) и стандартные отклонения (s_n) в ДО исследованных озер северо-запада Мурманской области, определенные по результатам исследований в различные годы

Элемент	1989-1993				2002-2004				2010			
	X	min	max	s _n	X	min	max	s _n	X	min	max	s _n
Ni	33	10	83	20	32	12	72	19	36	8	85	20
Cu	36	6	81	23	33	9	68	18	36	8	66	15
Co	14	5	42	11	16	4	40	11	18	5	36	10
Zn	91	33	185	49	101	47	173	35	100	48	181	37
Cd	0.80	0.25	2.51	0.78	0.17	0.06	0.40	0.09	0.17	0.06	0.50	0.09
Pb	3.8	0.5	15.0	4.1	3.2	0.7	9.2	2.3	3.8	0.8	9.4	2.3
As	-	-	-	-	4.6	0.7	13.7	4.2	5.0	0.8	22.1	5.8
Hg	0.040	0.016	0.110	0.032	0.037	0.003	0.111	0.025	0.050	0.008	0.146	0.033

Таблица 2. Средние (X), минимальные (min) и максимальные (max) концентрации элементов (мкг/г сух. веса) и стандартные отклонения (s_n) в поверхностном слое ДО (0-1 см) озер северо-запада Мурманской области, определенные по результатам исследований в различные годы

Элемент	1989-1993				2002-2004				2010			
	X	min	max	s _n	X	min	max	s _n	X	min	max	s _n
Ni	1411	28	7206	2239	1071	19	6139	1629	1576	20	8821	2315
Cu	987	9	6495	1616	494	16	1949	591	947	16	6450	1438
Co	60	3	165	59	75	8	365	90	90	7	335	90
Zn	129	45	439	100	201	50	2004	389	167	34	1305	243
Cd	1.62	0.25	3.84	1.04	0.84	0.09	3.14	0.85	0.96	0.13	3.27	0.80
Pb	26	5	59	17	18	3	46	12	28	9	85	18
As	-	-	-	-	19	2	87	20	27	1	117	29
Hg	0.219	0.040	0.510	0.174	0.259	0.016	2.890	0.583	0.316	0.028	1.000	0.253

Поверхностные слои ДО отражают аккумулирующий эффект антропогенной нагрузки металлов на водосборы, которые зачастую могут не регистрироваться гидрохимическими методами. Пылевые выбросы в атмосферу плавильных цехов комбината «Печенганикель» являются главным источником повышенных концентраций Ni, Cu и Co (в 10-180 раз больше фоновых значений) в поверхностных слоях ДО на расстоянии до 30-40 км (рис.). Данные элементы имеют тесную поло-

жительную корреляцию между собой, что свидетельствует о едином антропогенном источнике их поступления и сходных путях миграции.

Большая часть ТМ, входящих в состав выбросов и стоков промышленных предприятий, связывается и остается в ДО. Предыдущими исследованиями [1-3] было установлено, что пылевые выбросы в атмосферу комбината “Печенганикель” и стоки плавильных цехов, шламотвалов, хвостохранилищ и рудников являются главными источниками повышенных концентраций Ni, Cu, Co, Cd, Zn, As и Hg в поверхностных слоях ДО озер Печенгского района.

Наибольшие концентрации Ni и Cu, превышающие фоновые значения в 10-25 раз отмечены в озерах на расстоянии до 10 км от комбината (рис.). Значительное уменьшение концентраций до 3-7 фоновых значений наблюдается на расстоянии до 20-30 км от источника загрязнения.

Аналогичная закономерность наблюдается в распределении Co и Cd. Наиболее интенсивно загрязняется зона до 10 км (рис.). Здесь отмечено превышение концентраций металлов над фоновыми значениями от 2 до 5 раз. По мере удаления от комбината на 20-30 км наблюдается уменьшение концентраций металлов до 2-3 фоновых значений. Подобная закономерность наблюдается в распределении As и Hg.

В распределении Pb по результатам исследований 2010 г. впервые отмечена тенденция увеличения содержания в поверхностных слоях ДО по мере приближения к комбинату (рис.), что свидетельствует о том, что ГМК “Печенганикель” также является источником загрязнения Pb, т.е. картина подобная для всех приоритетных загрязняющих ТМ. Ранее [1-3] в региональном распределении Pb была отмечена отличная от всех ТМ картина – увеличение концентраций с востока на запад. Наибольшие значения концентраций Pb были зафиксированы на Норвежской территории, где средние концентрации равны 40 мкг/г, что составляет около 10 фоновых значений. В промышленном районе было зафиксировано уменьшение концентраций (средние концентрации 28 мкг/г или 7 фоновых значений). В целом по результатам исследований 2010 г. отмечено увеличение концентраций практически всех загрязняющих ТМ в поверхностных слоях ДО озер северо-запада Мурманской области по сравнению с исследованиями 2002-2004 и 1989-1993 гг. (рис.1).

Наиболее загрязненными являются озера расположенные непосредственно вблизи комбината “Печенганикель”. Это озера Куутсъярви, Великмяньярви, LN-2, Сариярви, расположенные в 10-км зоне и получающие основную часть стоков и выбросов комбината и характеризующиеся максимальными концентрациями Ni, Cu, Co, Cd и Hg в поверхностных слоях ДО. Далее по мере удаления от комбината на 20-25 км отмечается уменьшение концентраций Ni, Cu, Co и других металлов. Озера Пороярви, Кеудшеръяур, Трифоноярви и Маунъярви характеризуются умеренным и значительным загрязнением

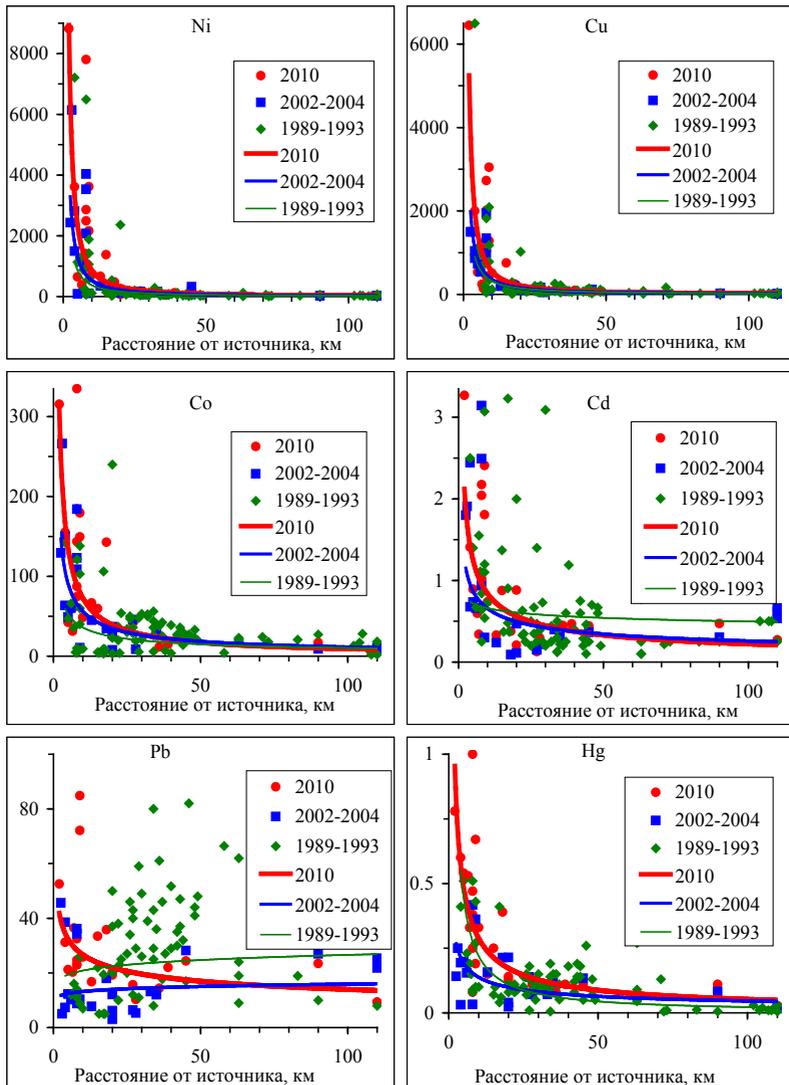


Рис.1. Распределение концентраций основных загрязняющих элементов (мкг/г сухого веса) в поверхностном слое (0-1 см) ДО исследуемых озер по мере удаления от комбината «Печенганикель» в разные годы.

Таким образом, установлено, что пылевые выбросы в атмосферу комбината "Печенганикель" и стоки плавильных цехов, шламоотвалов, хвостохранилищ и рудников являются главными источниками повышенных концентраций Ni, Cu, Co, а также халькофильных Cd, As и Hg в поверхностных слоях ДО оз. Куэтсьярви и других озер, расположенных до 10 км от комбината (рис.). Значительная аккумуляция Ni, Cu, Co, Cd, связанная главным образом с поступлением стоков комбината "Печенганикель" через оз. Куэтсьярви, отмечена в среднем течении р. Пасвик [3]. Высокие концентрации Cd, Pb, Hg и As в поверхностных слоях отмечаются также в озерах, удаленных от комбината «Печенганикель» (рис.), например, в Российских озерах Кочеяур, Виртуовощьяур, Алла-Аккаярви, Шуонияур, также как и в Норвежских озерах – Исаломбола, Гьекватн, Гардсьон [1]. В то же время, установлены достоверное снижение концентраций в поверхностных слоях ДО озер северо-запада Мурманской области исследуемых халькофильных элементов (Cd, As и Hg) по мере удаления от основного источника загрязнения, говорящие о том, что выбросы плавильных цехов являются источником загрязнения этими высокотоксичными в повышенных концентрациях элементами, помимо приоритетных загрязнителей – Ni, Cu, Co и Zn. Максимальные средние концентрации в поверхностных слоях ДО Cd, As и Hg отмечены в Российских озерах, а Pb – в Финляндских и Норвежских озерах водосбора реки Пасвик [2]. Этот факт говорит в пользу вывода, что главные источники загрязнения Pb располагаются в северной Финляндии и северо-восточной Норвегии.

Литература:

1. Dauvalter V., Rognerud S. Heavy metals pollution in sediment of the Pasvik River drainage // *Chemosphere*. 2001. V. 42, No 1. P. 9-18.
2. Даувальтер, В.А. Закономерности осадконакопления в водных объектах Европейской Субарктики (природоохранные аспекты проблемы) : дис. ... докт. геогр. наук. Апатиты, 2000. 398 с.
3. Даувальтер В.А. Загрязнение донных отложений водосбора реки Пасвик тяжелыми металлами // *Геоэкология*. 1997. № 6. С. 43-53.

ОЧИСТКА И ДООЧИСТКА ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Зайцева М. В. (г. Мурманск, ФГОУ ВПО «МГТУ», кафедра Э и ЗОС, *mariazai51@gmail.com*)

This article is about cleaning up oil-containing wastewater. Wastewater treatment is a topical issue in our time. This article raises the issue of new wastewater treatment and improvement of existing treatment systems.

В настоящее время загрязнение нефтью и нефтепродуктами Мирового океана является общемировой экологической проблемой. Потери нефти при ее добыче и транспортировке неизбежны, поэтому основными источниками загрязнений поверхностных вод нефтью и нефтепродуктами являются нефтедобывающие предприятия, системы перекачки и транспортировки нефти, нефтеперерабатывающие и нефтеналивные терминалы и нефтебазы, хранилища нефтепродуктов, железнодорожный, автомобильный и морской транспорт, а также предприятия по его обслуживанию, мазутные котельные.

Общепризнанной, эффективной и поэтому наиболее распространенной из технологических схем очистки высококонцентрированных нефтесодержащих сточных вод является схема, в которую входят: седиментационное осаждение в буферных резервуарах и нефтеловушки, в которых снижается концентрация загрязнений с нескольких г/л до концентрации 300-100 мг/л; флотация без или с применением реагента и доочисткой на фильтрах. При необходимости используется глубокая доочистка химическими методами (например, озонирование), физико-химическими методами (например, адсорбция и ультрафильтрация).

Целью данной работы является исследование наиболее эффективных способов очистки сточных вод от нефтепродуктов.

В ходе работы были решены следующие задачи:

- 1) Проанализирован опыт в области очистки сточных вод от нефти и нефтепродуктов;
- 2) Проведены экспериментально-стендовые испытания на моделях, имитирующих процессы флотации, фильтрации, отстаивания, а также биологической доочистки и сорбции.

Обоснованность и достоверность результатов обеспечивалась использованием современных стандартных методов исследований и обработкой результатов.

Объектом исследования служила модель сточных вод, имитирующих состав балластных сточных вод с начальными концентрациями по нефтепродуктам - 300 г/м³ и взвешенным веществам - 300 г/м³.

В практике очистки высококонцентрированных нефтесодержащих сточных вод наибольшее распространение получили методы напорной и пневматической флотации (флотация через пористые диффузоры).

Для моделирования процесса пневматической флотации использовалась установка, а для фильтрации фильтр, где в качестве загрузки применялся кварцевый песок.

Эксперимент был разбит на 4 серии:

I серия – флотация без применения коагулянта;

II серия – флотация с применением коагулянта;

III серия – флотация с применением водного раствора углекислого газа;

IV серия – флотация с применением водного раствора углекислого газа и коагулянта.

В первых двух сериях эксперимента была проведена пневматическая флотация без и с применением коагулянта.

Для исследований был предварительно осуществлен подбор дозы коагулянта – сернокислого алюминия Al₂(SO₄)₃. В результате была подобрана доза 150 мг/л, что совпадает с рекомендациями, приведенными в СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения. Также проводилось подщелачивание едким натрием.

Данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

	Без применения реагента				С применением реагента			
	Нефтепродукты		Взвешенные вещества		Нефтепродукты		Взвешенные вещества	
	г/м ³	%	г/м ³	%	г/м ³	%	г/м ³	%
Начальная концентрация	300							
После флотации	75	75%	147	51%	50	83%	86	71%
После фильтрации	15,03	80%	95	35%	5,89	90%	56	35%

Необходимо учитывать, что на практике фильтры нельзя устанавливать в системах очистки сточных вод с концентрациями взвешен-

ных веществ более 20 г/м³ и нефтепродуктов более 50 г/м³. Поэтому в следующей серии работ были предприняты попытки повышения эффективности флотации добавлением водного раствора углекислого газа (5%). Данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

	С применением углекислого газа				С применением углекислого газа и коагулянта			
	Нефтепродукты		Взвешенные вещества		Нефтепродукты		Взвешенные вещества	
	г/м ³	%	г/м ³	%	г/м ³	%	г/м ³	%
Начальная концентрация	300							
После флотации	5,63	98,1%	98	67,3%	5,34	98,2%	15,03	94,9%
После фильтрации	0,389	93,1%	42	57,1%	0,28	94,7%	7,01	53,4%

Использование углекислого газа обусловлено тем, что при флотации образуются мелкие пузыри, которые прочно слипаются с загрязнениями, но при этом обладают небольшой скоростью подъема, а введение дополнительного насыщенного раствора хорошо растворимого газа приводит к увеличению размеров газового пузырька. Причём увеличение пузырька происходит только после образования флотокомплекса, что приводит к увеличению скорости всплывания. При совместном использовании углекислого газа и коагулянта повышается эффективность очистки. При этом отпадает необходимость подщелачивания и уменьшается доза коагулянта с 150 до 10 мг/л.

Полученные данные всех серий были сведены в общую таблицу 3.

Таблица 3

В-во	НП				ВВ			
	После флотации		После фильтрации		После флотации		После фильтрации	
Серии	г/м ³	ЭО,%	г/м ³	ЭО,%	г/м ³	ЭО,%	г/м ³	ЭО%
I	75	75%	15,03	80%	147	51%	95	35%
II	50	83%	5,89	88%	86	71,3%	56	34,9%
III	5,63	98,1%	0,389	93,1%	98	67,3%	42	57,1%
IV	5,34	98,2%	0,284	94,8%	15,03	94,9%	7,01	53,4%

Доочистка профильтрованных сточных вод проводилась двумя способами:

- 1) Биологическая доочистка;
- 2) Сорбционная доочистка.

Для биологической очистки использовались отфильтрованные воды последних серий с концентрациями нефтепродуктов 0,389 и 0,280 г/м³, а также пробные концентрации 5 и 10 г/м³. Первые две концентрации были адаптированы активным илом за 7 часов и их значения были на уровне границы определения, а эффективность очистки последних составляет 80%. Доочистка нефтесодержащих сточных вод активным илом идет только при условии их разбавления хозяйственно-бытовыми стоками.

При сорбционной очистке применялось 4 вида адсорбента:

- 1) СТРГ;
- 2) Новосорб;
- 3) Вермикулит;
- 4) Активные угли.

Сорбция проводилась на водах последней серии с концентрацией нефтепродуктов 0,280 г/м³. Сорбционная емкость и стоимость сорбентов приведены в таблице 4.

Таблица 4

Адсорбент	СТРГ	Новосорб	Вермикулит	АУ
Стоимость, руб/кг	460	160	5,5	80
Сорбционная емкость, кг НП на 1 кг собственного веса	50	6-8	1,6-3,5	35
Стоимость очистки 1000 м ³ сточных вод, руб./год	940,24	2336	224,84	233,6

Конечные концентрации нефтепродуктов находились в диапазоне от 0,02 до 0,05 г/м³, что не превышает ПДК воды водоёмов рыбохозяйственного значения.

Наиболее экономически выгодным сорбентом является вермикулит.

Вывод:

- 1) Успешно опробовано использование при флотации углекислого газа и доказана его эффективность при очистке высококонцентрированных нефтью сточных вод;
- 2) Подобран наиболее экономически выгодный адсорбент;
- 3) Обосновано использование биологической доочистки нефтесодержащих сточных вод при условии их смешения с хозяйственно-бытовыми стоками.

Литература:

1. **Грушко, Я. М.** Вредные органические соединения в промышленных сточных водах / Я. М. Грушко. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Химия, 1982. - 355 с.
2. **Карелин, Я. А.** Очистка производственных сточных вод (Опыт Ново-Горьковского нефтеперерабатывающего завода) / Я. А. Карелин [и др.]. - М. : Стройиздат, 1970. - 154 с.
3. **Ксенофонтов, Б. С.** Флотационная очистка сточных вод / Б. С. Ксенофонтов. - М. : Новые технологии, 2003. – 160 с.
4. **Лурье, Ю. Ю.** Унифицированные методы анализа вод / Ю. Ю. Лурье. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Химия, 1973. - 376 с.
5. **Родионов, А. И.** Техника защиты окружающей среды: учеб. пособие для вузов / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, Н. С. Торочешников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Химия, 1989. – 512 с.
6. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М. : Стройиздат, 1985. - 136 с.
7. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. - М. : Стройиздат, 1986. - 108 с.

**МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ВОДЫ В ПОДЗЕМНЫХ
ИСТОЧНИКАХ СЕВЕРНОГО ПОДМОСКОВЬЯ**

Иванёха Е. В., Митрофанова М. М., Лукина Т. М. (пос. Рыбное Московской области, Астраханский государственный технологический университет, Дмитровский филиал, кафедра экологии, e-mail: elena_ivaneha@mail.ru)

Abstract. Water salinity and three saline composition parameters of 19 springs and 12 wells in the Northern Moscow Area have been determined. Increased levels of salinity and chlorides were determined in water from 1 spring. Chloride concentration in water of this spring amounted to 1,6 MPC. Increased levels of phosphates were detected in water from 3 springs and 3 wells, too.

Химический состав подземных вод в основном обусловлен природными факторами, такими как: химический состав пород, вмещающих водоносный горизонт; условия питания, движения и дренирования водоносного горизонта; степень взаимосвязи водоносных горизонтов; рельеф местности; климатические условиями и др.

В то же время на качество родниковой и колодезной воды все большее влияние оказывают антропогенные факторы, прежде всего са-

нитарные условия района, окружающего месторасположение водоисточника, а также многие другие. Если водоносный слой подземных источников залегает на небольшой глубине, то в воду сквозь почву могут попадать вредные вещества с поверхности.

Предприятия питьевого водоснабжения, а также многие промышленные производства, сельское хозяйство предъявляют определенные требования к минерализации воды, так как вода, содержащая большое количество солей, отрицательно влияет на живые организмы, технологию производства и качество продукции, вызывает образование накипи на стенках котлов, коррозию, засоление почв.

Минерализация характеризует суммарное содержание в воде всех минеральных веществ. Значительную часть общей минерализации воды составляют ионы натрия, калия, кальция, хлориды, сульфаты, гидрокарбонаты.

Минерализация природных вод, определяющая их удельную электропроводность, изменяется в широких пределах. Большинство рек имеет минерализацию от нескольких десятков миллиграммов в литре до нескольких сотен. Минерализация подземных вод и соленых озер изменяется в интервале от 40-50 мг/дм³ до 650 г/кг (Гусева и др., 2005).

В соответствии с гигиеническими требованиями к качеству питьевой воды суммарная минерализация не должна превышать величины 1000 мг/дм³.

Хлориды присутствуют почти во всех природных водах и являются преобладающими анионами в высокоминерализованных водах. В речных водах и водах пресных озер содержание хлоридов варьирует от долей миллиграмма до десятков, сотен, а иногда и тысяч миллиграммов на литр. В морских и подземных водах содержание хлоридов значительно выше - вплоть до пересыщенных растворов и рассолов (Гусева и др., 2005).

Первичными источниками хлоридов являются магматические породы, в состав которых входят хлорсодержащие минералы (содалит, хлорапатит и др.), соленосные отложения, в основном галит. Значительные количества хлоридов поступают в подземные воды в результате взаимодействия атмосферных осадков с почвами, особенно засоленными. Возрастает значение промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод.

Из всех анионов хлориды обладают наибольшей миграционной способностью, что объясняется их хорошей растворимостью, слабо выраженной способностью к сорбции взвешенными веществами и потреблением водными организмами. Повышенные концентрации хлоридов ухудшают вкусовые качества воды, делают ее малоприспособной для питьевого водоснабжения и ограничивают применение в ряде технических и хозяйственных целей, а также для орошения сельскохозяйст-

венных угодий. Если в питьевой воде есть ионы натрия, то концентрация хлорида выше 250 мг/дм^3 придает воде соленый вкус.

Сульфаты есть практически во всех природных водах и являются одними из важнейших анионов. Главным источником сульфатов являются процессы растворения серосодержащих минералов, в основном гипса, а также окисления сульфидов и серы:

Концентрация сульфатов в природной воде изменяется в широких пределах. В речных водах и в водах пресных озер содержание сульфатов часто колеблется от $5-10$ до 60 мг/дм^3 , в дождевых водах - от 1 до 10 мг/дм^3 . В подземных водах содержание сульфатов нередко достигает значительно более высоких значений (Гусева и др., 2005).

Повышенные концентрации сульфатов ухудшают органолептические свойства воды и оказывают физиологическое воздействие на организм человека. Поскольку сульфат-анион обладает слабительными свойствами, его предельно допустимая концентрация строго регламентируется нормативными актами.

Соединения минерального фосфора поступают в природные воды в результате выветривания и растворения пород, содержащих ортофосфаты (апатиты и фосфориты) и поступления с поверхности водосбора в виде орто-, мета-, пиро- и полифосфат-ионов (удобрения, синтетические моющие средства, добавки, предупреждающие образование накипи в котлах, и т.п.), а также образуются при биологической переработке остатков животных и растительных организмов. Избыточное содержание фосфатов в воде, особенно в грунтовой, может быть результатом присутствия в водном объекте примесей удобрений, компонентов хозяйственно-бытовых сточных вод, разлагающейся биомассы (Гусева и др., 2005).

Концентрация фосфатов в природных водах обычно очень мала - сотые, редко десятые доли миллиграмма в 1 дм^3 , в загрязненных водах она может достигать нескольких миллиграммов в 1 дм^3 . Подземные воды содержат обычно не более 100 мкг/дм^3 фосфатов; исключение составляют воды в районах залегания фосфорсодержащих пород.

В 2010 года в двух районах на севере Московской области проведено определение минерализации воды, а также содержания хлоридов, сульфатов и фосфатов в нецентрализованных подземных водоисточниках, активно используемых населением для питьевых и хозяйственных целей. На территории Дмитровского района объектами исследования были родники в г. Дмитров (Красная горка), г. Яхрома, пос. Икша, с. Внуково, около пос. Рыбное, с. Ольявидово, с. Очево, с. Ильинское, д. Кикино, с. Якоть, д. Круглино, д. Елизаветино, д. Жуковка, д. Святого-рово, с. Целеево, а также колодцы в д. Прудцы, с. Внуково, с. Жестыле-

во, д. Кузнецово и артезианская скважина в пос. Деденево. В Сергиев-Посадском районе были обследованы родник около дачного поселка «Озон» и колодец в этом поселке, расположенном недалеко от д. Репихово между г. Хотьково и пос. Абрамцево.

Для определения минерализации воды использовали портативный рН-метр «Hanna». Содержание хлоридов в воде определяли аргентометрическим методом, содержание сульфатов и фосфатов – с помощью тест-систем «Сульфаты» и «Фосфаты». Полученные значения сравнивали с гигиеническими нормативами для каждого показателя (Предельно-допустимые концентрации..., 2003; Питьевая вода, 2002).

Минерализация воды из источника в г. Дмитров (на Красной горке) была несколько выше нормативного значения. Это может быть обусловлено естественными причинами. Однако не исключено, что высокая минерализация родниковой воды является следствием антропогенного загрязнения прилегающей территории, так как источников загрязнения вокруг этого родника более чем достаточно. Уровень минерализации воды в остальных родниках и во всех колодцах не превышал гигиенического норматива (табл. 1 и 2).

Разработана классификация природных вод по минерализации, включающая 7 категорий вод (Гусева и др., 2005). В соответствии с этой классификацией, вода из родника на Красной горке в г. Дмитров относится к категории солоноватых вод, вода из родника и центрального колодца в с. Внуково и расположенного у собора родника в г. Яхрома – к водам с относительно повышенной минерализацией. Воду из родника около д. Жуковка и старого родника около пос. Рыбное, а также из колодца в «Озоне» можно отнести к категории ультрапресных вод. Вода из остальных родников и колодцев относится к пресным водам.

В минеральных питьевых лечебно-столовых водах суммарная минерализация гораздо выше, чем в родниковой воде с Красной горки: в сульфатно-гидрокарбонатной «Славяновской» – в 3-4 раза, в хлоридно-гидрокарбонатной «Ессентуки-4» – в 6-10 раз.

Таблица 1. Минерализация родниковой воды.

Места отбора проб	Минерализация, г/дм ³	Хлориды, мг/дм ³	Сульфаты, мг/дм ³	Фосфаты, мг/дм ³
Рыбное, старый	0,18	10, 8	68,0	0,2
Рыбное, новый	0,26	16,2	56,0	0,2
Ольядово	0,27	30,6	57,8	0,1

Очево	0,26	34,2	40,0	1,0
Жуковка	0,16	12,6	59,0	0,5
Красная горка	1,04	575,1	56,0	0,1
Елизаветино	0,30	21,6	60,6	0,2
Яхрома 1	0,41	79,1	80,0	0,1
Яхрома 2	0,32	35,9	114,4	0,2
Яхрома 3	0,56	89,9	128,0	0,1
Круглино	0,26	44,9	64,0	НПО*
Ильинское	0,34	23,4	50,0	0,2
Кикино	0,39	113,2	33,0	0,6
Якоть	0,27	3,6	50,9	0,4
Внуково	0,60	93,5	123,0	0,1
Икша	0,40	26,9	78,4	0,2
Святогоро- во	0,31	2,7	33,0	0,5
Целеево	0,44	50,3	106,0	1,0
«Озон»	0,33	19,8	72,0	1,0
Норматив	1,0	350	500	3,5

НПО* - ниже предела обнаружения метода

В высокоминерализованной воде родника на Красной горке г. Дмитрова обнаружено также повышенное содержание хлоридов (табл. 1). Большая концентрация хлоридов (1,6 ПДК) придает воде этого источника солоноватый вкус и делает проблематичным ее использование для питья. С другой стороны, в хлоридно-гидрокарбонатной минеральной питьевой лечебно-столовой воде «Ессентуки» концентрация хлоридов примерно такая или в 2-3 раза выше, в зависимости от месторождения. Данные о том, что высокие концентрации хлоридов оказывают вредное влияние на человека, отсутствуют (Гусева и др., 2005). Однако не все любят соленоватую воду, да и не всем она полезна.

В остальных родниках и во всех колодцах содержание хлоридов было намного ниже гигиенического норматива (табл. 1 и 2).

Содержание сульфатов во всех родниках (табл. 1) и во всех искусственных источниках (табл. 2) было гораздо ниже ПДК, но гораздо выше, чем в минеральной воде «Ессентуки-4» из Ессентукского месторождения.

В родниковой и колодезной воде содержание фосфатов соответствовало гигиеническим нормативам, однако было повышено относительно уровня, характерного для чистых подземных вод, в родниках около д. Очево, с. Целеево и «Озона» (табл. 1) и в колодце «Озон» (табл. 2). Одна из возможных причин - загрязнение грунтовых вод фосфатами или разлагающимся органическим веществом и просачивание загрязненных грунтовых вод в подземные водоносные горизонты, питающие родники.

Таблица 2. Минерализация колодезной воды.

Места отбора проб	Минерализация, г/дм ³	Хлориды, мг/дм ³	Сульфаты, мг/дм ³	Фосфаты, мг/дм ³
«Озон»	0,13	9,0	51,0	3,5
Прудцы	0,33	16,2	101,2	1,0
<u>Внуково</u> Общ-ций	0,27	10,8	106,0	НПО*
Центральный	0,55	199,5	64,0	НПО
частный (д. 23)	0,40	34,2	118,0	НПО
частный (д. 24)	0,30	41,3	113,2	НПО
частный (д.102)	0,28	5,4	110,8	НПО
Колонка у церкви	0,33	1,8	33,0	НПО
Жестылево	0,44	41,3	56,6	0,2
Кузнецово 1	0,34	2,9	62,5	1,0
Кузнецово 2	0,33	11,5	50,0	0,8
Деденево (арт-скважина)	0,32	25,2	75,2	НПО
Норматив	1,0	350	500	3,5

НПО* - ниже предела обнаружения метода

Общая минерализация и три показателя минерального состава воды из восемнадцати естественных и двенадцати искусственных подземных источников Северного Подмосковья соответствовали гигиеническим требованиям. В родниковой воде с Красной горки минерализация и содержание хлоридов немного превышают соответствующие гигиенические нормативы. Следует учесть, что по согласованию с ор-

ганами санэпиднадзора для водопровода, подающего воду без соответствующей обработки (например, из артезианских скважин), допускается увеличение минерализации до 1500 мг/дм³ (Питьевая вода, 2002). Если также принять во внимание, что вредное действие больших концентраций хлоридов на человека не доказано, можно не отказываться полностью от родника на Красной горке только из-за несоответствия гигиеническим требованиям двух указанных параметров, а с учетом этого ограничить потребление воды.

Литература:

1. **Гусева Т.В.** Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. / Т.В. Гусева, Я.П. Молчанова, Е.А. Заика, В.Н. Вириченко, Е.М. Аверочкин – М.: «Момент», 2005. – 134 с.
2. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.1315-03. – М.: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ МЗ РФ, 2003. – 154 с.
3. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.1074-01 — М.:Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. — 103 с.

ТОКСИЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ В ЭПИФИТНЫХ ЛИШАЙНИКАХ СЕВЕРНОГО ПОДМОСКОВЬЯ

Митрошина М. В., Иванёха Е. В. (пос. Рыбное Московской области, Астраханский государственный технологический университет, Дмитровский филиал, кафедра экологии, e-mail: elena_ivaneha@mail.ru)

Abstract. Heavy metal contents in lichens from Dmitrov region, Taldom region and Dubna-town in the Northern Moscow Area have been determined. 17 epiphytic lichen species from Parmeliceae, Physciaceae и Cladoniaceae families were found. Detected levels of iron, copper, nickel, lead and zinc in lichens were above known background levels of metal accumulation in some sites of examined zone.

Эпифитные лишайники являются традиционным объектом экологического мониторинга и биоиндикации химического загрязнения атмосферного воздуха.

Высокая чувствительность и круглогодичность жизненного цикла лишайников позволяет выявить не только высокие, но и незначительные уровни загрязнения атмосферы тяжелыми металлами, в частности, вблизи автодорог с небольшой нагрузкой или вокруг промышленных центров. Тяжелые металлы способны аккумулироваться в талломах лишайников и в результате могут вызывать морфологические изменения, физиологические нарушения, приводить к гибели.

Чаще всего в литературе об аккумуляции тяжелых металлов лишайниками упоминаются: Cd, Cu, Ni, Pb, Zn. В ряде работ показана связь концентрации элементов в слоевищах лишайников с величиной атмосферного загрязнения и расстоянием от источника загрязнения (Ильин, 1999). Около источников загрязнения лишайники способны накапливать значительно большие количества тяжелых металлов, чем в фоновых районах.

Вероятно, концентрация металлов в слоевищах лишайников может зависеть от индивидуальной и видовой способности к аккумуляции тех или иных элементов, от времени экспонирования и от отношения площади поверхности к массе слоевища. Поэтому собранные из одного местообитания виды лишайников могут содержать разные концентрации тяжелых металлов (Нифонтова, 1999).

Источники тяжелых металлов в окружающей среде весьма разнообразны. Высокое содержание Cd, Cu, Ni, Pb постоянно отмечается в почве и лишайниках около оживленных автодорог и связано с работой автомобильного транспорта (Баумгертнер, 1999). Особенно много данных о высоком содержании свинца в слоевищах придорожных лишайников. Свинец попадает в атмосферу в составе автомобильных выхлопов.

Другими источниками тяжелых металлов, в т.ч. Cd, Mn, Cu, Ni, Pb и Zn, являются предприятия по добыче и обогащению руд, плавильные и цементные заводы, электростанции, производство и использование минеральных удобрений (Ильин, 1999). Эти и другие элементы проникают в лишайники из влажных атмосферных осадков (дожди, туман, роса), весенних талых вод и сухих выпадений (микрочастицы пыли, аэрозоли, газы) (Баумгертнер, 1999). Железо может поступать в лишайник из природных источников в результате пространственного переноса минеральной пыли, образующейся при эрозии почв и горных пород, или непосредственно из субстратов.

В данной работе проведено определение видового состава эпифитных лишайников и содержания тяжелых металлов и железа в их талломах.

Эпифитные лишайники были собраны летом 2009 и весной 2010 года на территории Дмитровского и Талдомского районов и в г. Дубна, которые расположены в северной части Московской области.

Места сбора лишайников в Дмитровском районе: п. Икша, участок дороги Шпилево-Яхрома, г. Дмитров (Берёзовая роща), п. Деденево, с. Вороново, пос. Рыбное. Содержание токсичных металлов определяли в лишайниках, собранных на разных участках последних четырех указанных населенных пунктов.

В Талдомском районе сбор лишайников проводился вдоль шоссе Дмитров-Талдом на разном расстоянии от него и в п. Вербилки; в г. Дубна - в центре города и на набережной.

Пробоподготовку для определения количества тяжелых металлов в лишайниках проводили способом мокрой минерализации по ГОСТ 26929-94 «Сырье и продукты пищевые». Содержание тяжелых металлов в подготовленных пробах определяли методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии на ААС «Квант-2А».

Полученные данные о содержании железа, меди, никеля, свинца и цинка в талломах эпифитных лишайников сравнивали с содержанием этих металлов в лишайниках из фоновых районов (Евсеев, 2003). Данные о фоновом содержании кадмия в лишайниках отсутствуют.

Всего в Дмитровском и Талдомском районах было обнаружено 17 видов эпифитных лишайников, относящихся к 3 семействам: Parmeliaceae, Physciaceae и Cladoniaceae. Из них в Дмитровском районе обнаружено 16 видов, в Талдомском районе и г. Дубна – 9 видов.

Результаты определения тяжелых металлов и железа в талломах эпифитных лишайников, собранных в Дмитровском районе, представлены в таблице 1.

В целом по Дмитровскому району можно отметить, что на трех участках Березовой рощи, одном – около п. Рыбное и одном участке около п. Деденево содержание ни одного из шести металлов в лишайниках не превышало фоновых значений. В лишайниках с остальных участков имеет место превышение фонового содержания отдельных токсичных металлов. Самое значительное превышение фонового содержания нескольких металлов отмечено в лишайниках с двух участков в Березовой роще г. Дмитрова (превышение по трем металлам из шести - свинцу, меди и никелю) и с двух участков в окрестностях п. Рыбное (превышение по четырем металлам из шести - железу, меди, никелю/свинцу, цинку).

В Дмитровском районе можно выделить два вида лишайников, в которых концентрации нескольких металлов заметно превышают их фоновое содержание – это Гипогимния вздутая (*Hypogymnia physodes*) и Ксантория настенная (*Xanthoria parietina*). В талломах Гипогимнии вздутой фоновый уровень превышали концентрации меди, никеля, свинца и цинка. В талломах Ксантории настенной фоновый уровень

превышали концентрации железа, меди и никеля, а содержание цинка достигало фонового уровня.

Результаты анализа лишайников, собранных в Талдомском районе и г. Дубна, для определения содержания металлов представлены в таблице 2.

Самое высокое содержание металлов было в лишайниках, собранных в г. Дубна, а содержание свинца и кадмия – также в лишайниках, собранных на участке в 50 м от шоссе Дмитров - Талдом. Максимальное превышение фонового уровня для железа достигало 5 раз, для меди - 6, для свинца - 2 и для цинка - 3,5 раз (в лишайниках с разных участков Дубны). Содержание меди превышало фоновый уровень в эпифитных лишайниках со всех девяти участков Талдомского района и г. Дубна.

В Талдомском районе можно отметить 3 вида лишайников, в которых не менее 4-х металлов присутствуют в концентрациях, значительно превышающих фоновые уровни – это *Xanthoria parietina*, *Parmeliopsis ambigua* и *Physcia pulverulenta*.

Одним из основных источников поступления тяжелых металлов в окружающую среду считается автомобильный транспорт. Высокое содержание Cd, Cu, Ni и особенно Pb постоянно отмечается в лишайниках около оживленных автодорог (Баумгертнер, 1999).

В данной работе явная зависимость между уровнем накопления токсичных металлов лишайниками и их удаленностью от автодороги в Дмитровском районе, Талдомском районе и г. Дубна не выявлена. В ряде случаев при удалении места сбора пробы от автодороги содержание металлов в лишайниках уменьшалось, однако отмечены также случаи, когда, наоборот, по мере удаления от автодороги концентрация металлов в лишайниках возрастала.

При сравнении аккумулятивной способности разных видов лишайников в отношении металлов выявлен лишь один вид - Ксантория настенная (*Xanthoria parietina*), для которого отмечены повышенные концентрации металлов, как в Дмитровском районе, так и в г. Дубна.

Содержание кадмия и никеля было выше в лишайниках, собранных в Дмитровском районе, тогда как содержание цинка и железа – в лишайниках из Талдомского района и Дубны. Содержание меди и свинца было примерно на одном уровне в эпифитных лишайниках со всей обследованной территории.

Анализ данных по содержанию тяжелых металлов и железа в эпифитных лишайниках на всей обследованной территории показал, что ряд убывающих концентраций определяемых металлов следующий: Fe>Zn>Pb>Cu>Ni>Cd.

Таблица 1. Содержание металлов в талломах лишайников (Дмитровский район).

Место сбора, расстояние от автодоро-	Содержание металлов, мг/кг					
	Железо	Кадмий	Медь	Никель	Свинец	Цинк
Березовая роща, 50	0,313	НПО*	0,135	0,12	НПО*	НПО*
Березовая роща, 100	1,712	0,048	0,75	0,952	НПО*	НПО*
Березовая роща, 150	418,9	0,248	17,753	9,516	18,706	НПО*
Березовая роща, 200	0,795	0,12	НПО*	0,175	НПО*	НПО*
Березовая роща, 200	23,83	0,413	10,492	3,884	14,934	НПО*
с. Вороново, 200	134,4	0,074	6,221	НПО*	1,133	2,801
п. Деде-нево, 15 м	613	НПО*	6,751	1,102	0,022	21,177
п. Деде-нево, 50 м	571,2	0,065	10,413	0,772	НПО*	22,39
п. Деде-нево, 55 м	453,1	НПО*	1,646	НПО*	НПО*	7,609
п. Рыбное, 200 м	522,45	0,840	3,862	0,926	18,864	56,633
п. Рыбное, 15м	1375,9	0,668	7,248	5,022	8,806	26,161
п. Рыбное, 150 м	218,18	0,153	3,183	НПО*	4,613	14,078
п. Рыбное, род-	489,65	0,861	4,618	2,081	10,981	29,527
Фон	480	-	3,6	2,5	9,2	26

НПО* - ниже предела обнаружения метода
 Таблица 2. Содержание металлов в лишайниках (Талдомский район и г. Дубна).

Место сбора, расстояние от автодороги	Содержание металлов, мг/кг					
	Железо	Кадмий	Медь	Никель	Свинец	Цинк
шоссе Дмитров- Талдом, 50 м	29,64	0,413	4,956	0,962	10,388	НПО*
шоссе Дмитров- Талдом, 50 м	20,83	0,242	6,142	1,410	17,766	НПО*
шоссе Дмитров- Талдом, 100 м	30,36	0,052	5,292	НПО*	НПО*	12,361
шоссе Дмитров- Талдом, 100 м	29,42	0,143	6,168	2,485	3,985	НПО*
п. Вербилки, 50 м	35,24	0,034	4,567	НПО*	НПО*	20,612
г. Дубна, центр, 10 м	1267,9	0,273	18,984	5,002	18,44	1,256
г. Дубна, центр, 15 м	2490,6	НПО*	8,902	НПО*	11,932	45,66
г. Дубна, набережная, 10 м	342,7	0,464	12,898	3,491	14,867	92,614
г. Дубна, набережная, 20 м	438,4	0,272	12,834	3,872	15,532	76,79
Фон	480	-	3,6	2,5	9,2	26

НПО* - ниже предела обнаружения метода

Литература:

1. Баумгертнер М. В. Лишайники – биоиндикаторы загрязнения окружающей среды юга Кемеровской области. / М.В. Баумгертнер // Сибирский журнал. - Т.5. - № 2. - 1999. – С. 191-196.
3. Евсеев А. В. Биоиндикация и аэротехногенное распространение тяжелых металлов в геосистемах Евразии // Материалы четвертой Российской биогеохимической школы. – М.: Наука, 2003. – 184 с.
3. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. / В. Б. Ильин.- Новосибирск: Наука, 1999. – 165 с.
4. Нифонтова М. Г., Лебедева А. В., Куликов Н. В. Накопление ^{90}Sr и ^{137}Cs живыми и мертвыми лишайниками. // Экология. - №1. - 1999. – С. 94-97.

**ТРИАДА «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА,
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА, МОНИТОРИНГ» -
ГАРАНТИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОСУДАРСТВА**

Ищенко Н. С. (г. Гомель, Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, кафедра «Хозяйственное право», e-mail: ni875@yandex.ru)

The article focuses on the continuing deterioration of the ecological situation in the world, regions and individual countries, because of the traditional consumer attitude of man and society to nature and resources. More detailed analysis of the ecological situation in Belarus. Suggests possible ways out of this situation. Triad «environmental policy, environmental assessment, monitoring» - is seen as a guarantee for sustainable development of the state.

В современном мире особую остроту приобрели экологические проблемы. Экологическая ситуация в начале XXI века во всем мире продолжает ухудшаться. Одной из главных причин обострения экологических проблем является техногенная деятельность людей, вызывающая неблагоприятные проявления природных стихий. Фактором, обостряющим экологические проблемы, является также увеличение численности населения в мире в XX веке, что привело к усилению давления на окружающую природную среду. Негативно сказывается на экологической ситуации в мире, в регионах и в отдельных странах традиционное потребительское отношение человека и общества к природе и ресурсам. Обогащение определенных предпринимательских кругов по-прежнему осуществляется за счет природы без должного учета последствий для естественной среды проживания людей.

В последние десятилетия особенно катастрофичными для человека, общества, природных систем были такие явления и процессы, как стихийные аномалии в виде землетрясений, наводнений, засух, пожаров, температурных колебаний, цунами и иных подобных явлений (достаточно вспомнить мартовское землетрясение текущего года, затем цунами в Японии, которые уже унесли жизни пяти тысяч японцев, взорвались несколько блоков атомной станции, нанесли огромный материальный ущерб); сокращение площадей, занимаемых лесами, снижение плодородия почв, сокращение биоразнообразия; сокращение жизненно важных природных ресурсов, необходимых для общества, по многим позициям, изменение некоторых географических показателей, таких как озоновый слой, газовый состав атмосферы, радиационное загрязнение и т. п. Углубление противоречий между обществом и природой привело к экологическому кризису и отнесению экологических проблем к разряду глобальных [1, с. 34]. Объективно сложилась необходимость решения данной группы проблем. Экология перестала быть наукой лишь естественной, она приобрела социальную окраску. Осознание социального аспекта экологии привело к пониманию того, что простого решения экологических проблем не существует, т. к. экологические отношения – это не только отношения между человеком и окружающей его природной средой, но и отношения между людьми по поводу сохранения экологического равновесия. Чтобы достичь равновесия в природе, следовало бы, прежде всего, установить его в социальной сфере. Все отношения между обществом и природой проявляются в определенной политической системе, поэтому для решения экологических проблем необходимо выработать политические механизмы. В связи с этим в системе государственного управления появилось новое направление – экологическая политика. **Экологическая политика** – это сознательная и организованная регулирующая деятельность, с помощью которой и при посредничестве государства и общественных организаций регулируется отношение общества к природе [2, с. 359]. Цель такого регулирования – защита и развитие окружающей среды. Экологическая политика при осуществлении своей цели располагает определенными методами: технико-технологическими, экономическими, законодательно-правовыми, политическими и воспитательно-образовательными. Все эти методы по своей значимости одинаковы. Однако в Республике Беларусь наибольшее распространение получили законодательно-правовые методы экологической политики, которые представляют собой законодательное регулирование государством отношений отдельных субъектов общества к окружающей среде. Содержание правоотношений по поводу окружающей среды включает в себя

охрану, рациональное использование возобновляемых и невозобновляемых природных ресурсов, что, в свою очередь, предполагает сохранение на оптимальном уровне их основных количественных и качественных характеристик, предотвращение их истощения, обеспечение условий их воспроизводства. Экологическая проблематика все более воздействует на приоритеты ряда отраслей права в той мере, в какой их развитие влияет на состояние окружающей среды. Так, в конституционном праве большое внимание уделяется конституционным правам человека в сфере охраны окружающей среды. Управление, административное пресечение, административная ответственность – составные части эколого-правового механизма охраны окружающей среды. Гражданское право по отношению к экологическому выполняет охранительную и компенсационную функции. Международное частное и международное экономическое право, регулируют международные финансовые, торговые, кредитные, отношения, международное промышленное сотрудничество. **Цель экологической функции права** - обеспечение качества окружающей природной среды в условиях хозяйственного развития общества средствами правового регулирования. В 90-х годах в Республике Беларусь начала формироваться новая экологическая политика транзитивного периода, ориентирующаяся на развитие экономических методов регулирования природопользования и децентрализацию управления охраной окружающей среды, расширение прав и полномочий органов управления. В настоящее время экологическое законодательство в нашем государстве находится в стадии активного формирования: принято немало количество законодательных актов, Беларусь является участницей многих конвенций и международных договоров; заложены основы экономического механизма охраны окружающей среды и природопользования, ответственности за нарушения в области природопользования. Вместе с тем в полном объеме устоявшейся эффективной правовой системы, позволяющей целенаправленно решать все проблемы, возникающие в сфере охраны природы, еще не создано; природоохранное законодательство отстает от современных экономических условий. Сочетание экологических и экономических интересов, экологизация законодательства должны реально осуществляться путем сотрудничества с бизнесом, при котором государство поощряет виды деятельности, направленные на снижение негативного воздействия на окружающую природную среду. Лишь крупные предприятия могут позволить взять на себя часть расходов государства по введению в производство новых чистых технологий при сохранении рентабельности производства. В остальных же случаях расходы в полной мере несет государство. Нередко даже тендеры не приводят к тем результатам, ко-

торые хотелось бы иметь. Порой представленные проекты отвергаются по причине непродуманности экологической составляющей, оппоненты же возражают, что у их проекта это также отсутствует, но только экономически он еще более затратный! Если таковое имеет место, то на лицо **коррумпирующая составляющая** деятельности органа/лица, принимающего такой проект. Поэтому необходимо создать экономические и политические условия для реализации эффективной экологической политики, для привлечения в Республику Беларусь крупных инвестиций; условия для реализации уже принятых нормативно-правовых актов.

Вторая составляющая триады, которая может позитивно трансформировать экологическую ситуацию, это **экологическая экспертиза**. Рассмотрим некоторые аспекты правового регулирования государственной экологической экспертизы. Институт экологической экспертизы был впервые введен в США в 1969 г. Законом «О национальной политике в области окружающей среды» [3, с. 6]. Постановление Верховного Совета СССР «О неотложных мерах экологического оздоровления страны» от 27.11.1989 г. впервые закрепило, что ни один проект или программа не могут быть профинансированы, а значит, и реализованы без положительного заключения государственной экологической экспертизы [4, с. 128]. В литературе встречаются различные определения экологической экспертизы. Все зависит от того, на какой стадии хозяйственной деятельности тот или иной автор предполагает ее осуществлять. Белорусское законодательство восприняло идею осуществления государственной экологической экспертизы на стадии принятия хозяйственного решения. В данном случае под таковой понимается «проверка соответствия проектных решений планируемой хозяйственной и иной деятельности требованиям законодательства Республики Беларусь об охране окружающей среды» [5, ст. 3]. Белорусский законодатель воспринял концепцию экологического риска, суть которой в том, что полностью устранить вредное воздействие невозможно [6, с. 56]. Закон Республики Беларусь «О государственной экологической экспертизе» закрепил, что намечаемая деятельность должна соответствовать требованиям законодательства Республики Беларусь [5, ст. 3], а, например, федеральный Закон Российской Федерации «Об экологической экспертизе» – экологическим требованиям [7, ст. 1]. Понятие «экологическое требование» шире, чем «требование законодательства об охране окружающей среды», так как таковые содержатся не только в законодательстве, но и вырабатываются наукой и практикой. Белорусский эксперт должен руководствоваться лишь законодательством. Это не совсем верно: может возникнуть ситуация, которая не закреплена нормативно, а учесть ее при принятии решения следовало бы. Согласно новой редак-

ции Закона «О государственной экологической экспертизе» из перечня объектов государственной экологической экспертизы исключены действующие предприятия. Законодатель поступил верно, так как сохранение данного объекта потребовало бы значительных затрат и времени, противоречило бы сути экологической экспертизы, и это объект такого вида экологической деятельности, как экологический контроль. В отличие от российского, в белорусском законодательстве правовая норма не закреплена в качестве объекта государственной экологической экспертизы. Представляется, что это существенный недостаток: один непродуманный закон может навредить больше окружающей среде, чем десятки крупных предприятий. Но российский законодатель под объектами подразумевает весьма широкий круг правовых актов, в том числе нормативно-правовые акты, принимаемые парламентом. Это противоречит принципу независимости ветвей государственной власти, так как, исходя из обязательности государственной экологической экспертизы, появилась возможность вмешательства органов исполнительной власти в деятельность законодателя [8, с. 14]. Исходя из вышесказанного целесообразно включение правовой нормы в перечень объектов государственной экологической экспертизы в Республике Беларусь, но при условии: а) эти правовые акты не должны создавать опасности для окружающей среды в случае их реализации; б) данные проекты правовых актов должны быть результатом нормотворчества органов исполнительной власти; в) если правовые акты исходят от законодателя, то заключение государственной экологической экспертизы должно носить рекомендательный характер. Можно выделить три уровня целей экологической экспертизы. Первый уровень – это наиболее конкретные цели: определение уровня экологической опасности, которая может возникнуть в процессе осуществления хозяйственной и иной деятельности; оценка соответствия намечаемой хозяйственной деятельности требованиям природоохранительного законодательства; определение достаточности и обоснованности мер по охране окружающей среды, предусматриваемых проектным решением планируемой хозяйственной и иной деятельности. Второй уровень – более общая цель: предупредить возможность неблагоприятных воздействий намечаемой деятельности на окружающую среду и связанных с ними негативных последствий. Третий уровень – самая общая цель: гарантировать реализацию конституционного права граждан Республики Беларусь на благоприятную окружающую среду (она характерна для всех институтов экологического права) и даже пойти несколько дальше – создание **комфортных условий жизни человека** в нашем государстве. Редакция Закона «О государственной экологической экспертизе» от 6.08.1993 г. определила первый уровень

целей. Новая редакция не включила такую цель первого уровня, как оценка соответствия намечаемой деятельности требованиям природоохранительного законодательства (одна из существенных характеристик экологической экспертизы), и свела в один ряд цели первого и второго уровней. Предлагаем в преамбуле закона закрепить цели третьего и второго уровней, а в отдельной статье – цели первого уровня. И, безусловно, необходим **перманентный мониторинг**. Считаем необходимым 1) создание в каждой области органа /агентства мониторинга и анализа состояния окружающей среды, изучения и претворения позитивного опыта иных государств в данной сфере (достаточно подвергнуть анализу принятые и применяемые решения даже ближайших соседей, например, Москва, которая уже на большинстве станций подготовки питьевой воды сменила технологию обеззараживания природной воды с хлорирования на озонирование, а на одной из них – на УФ-облучение. У нас же до сих пор хлорирование!); 2) передача накопленного материала с выдвигаемыми предложениями, могущими позитивно трансформировать экологическую ситуацию, в центральный республиканский орган мониторинга и анализа состояния окружающей среды Республики Беларусь. Данный орган систематизировал бы и обобщал полученные материалы областей и выдвигал бы с учетом полученной информации первоочередные задачи и цели в данной сфере и, возможно, прогнозировал ситуацию в данной сфере; 3) Информация и областных и центрального подразделений должна постоянно обновляться и быть представлена в СМИ и обязательно в интернете на созданных ими сайтах (причем, на сайте должны быть не только свежие статданные, но и научные статьи по различным аспектам, предложения по исправлению негативных ситуаций, широкое обсуждение жителями возникающих ситуаций с целью искоренения негативных аспектов в настоящем и предотвращение их будущем и др.); 4) проведение общественной экспертизы принимаемых нормативно-правовых актов в сфере экологии; 5) Для реализации предложенных и иных важных аспектов следует все это отразить в нормативно-правовых актах (причем, хотелось бы особо подчеркнуть, реализацию данного проекта можно было бы осуществить без создания новых государственных органов, а при помощи общественных структур); 6) повышение эффективности работы органа надзора – прокуратуры в данной сфере.

Таким образом, без претворения в жизнь триады «экологическая политика -экологическая экспертиза – мониторинг» (а в дальнейшем и привлечение к соответствующей юридической ответственности в случае необходимости) невозможно не только осуществление устойчи-

вого развития государства, но под вопросом стоит и само выживание человека, как вида.

Литература:

1. **Лось В.А.** Человек и природа: Социально-философские аспекты. М., 1978. 224 с.
2. **Маркович Данило Ж.** Социальная экология: Монография. М., 1997. 436 с.
1. **Марков Ю. Г.** Механизмы экоразвития: трансформация организационно-правовых отношений. Новосибирск: И Фи Пр Со РАН, 1994. 21 с.
5. **Бесяцкий А. В.** Экологическая экспертиза: правовые проблемы и перспективы // Советское государство и право. 1991. № 5. С. 126–133.
6. О государственной экологической экспертизе: Закон Республики Беларусь, 18 июня 1993 г. // Ведомости Верховного Совета Республики Беларусь. 1993. № 24. Ст. 294; В ред. Закона от 14 июня 2000 г. // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. 2000. № 70.
7. **Хоружая Т. А.** Методы оценки экологической опасности. М.: ЭБШ – Контур, 1998. 223 с.
8. Об экологической экспертизе: Федеральный закон Российской Федерации, 23 ноября 1995 г. // Собрание законодательства Российской Федерации. 1995. № 48. Ст. 4556; В ред. Закона от 15 апреля 1998 г. // Собрание законодательства Российской Федерации. 1998. № 16. Ст. 1800.
9. **Храмова Ю. Р.** К вопросу о правовых проблемах осуществления экологической экспертизы // Государство и право. 2000. № 8. С. 11–17.

**УТЕЧКИ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГЕНТОВ И ОПАСНЫХ
СБРОСОВ ИЗ ШКАФОВ-ВИТРИН ХОЛОДИЛЬНЫХ
УСТАНОВОК И РЕФРИЖЕРАТОРНЫХ СУДОВ
В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ИХ ВЛИЯНИЕ
НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Голубев Б. В., Шутов А. В., Кобылянский И. Г. (Мурманск, МГТУ, кафедра технологического и холодильного оборудования, СПбГУВК МФ, *kobyivan@yandex.ru*)

In clause the interaction of the man with an environment is described, and also dynamics of outflow of coolants and dangerous dumps from refrigerating machineries and their influence on ecological safety is shown.

Любая холодильная установка в соответствии со вторым законом термодинамики нуждается для своей работы в подведении извне определенного количества энергии в той или иной форме, причем эта энергия вместе с теплотой, отведенной от объекта охлаждения, в конечном счете сбрасывается в окружающую природную среду. Если отвод теплоты от охлаждаемого объекта в окружающую среду можно рассматривать в глобальном разрезе как процесс перераспределения теплоты в биосфере, ничего не изымающий и ничего не добавляющий в рамках теплового баланса планеты, то со сбросом в окружающую природную среду энергии, затраченной на работу холодильной установки, дело обстоит по-иному. Эта энергия составляет порядка 2...4% техногенной теплоты, которая поступает в биосферу.

Таким образом, холодильные установки служат источником хотя и небольшого, но ощутимого теплового загрязнения окружающей среды. К этому надо добавить, что наращивание мощностей в области холодильной техники происходит быстрее, чем в среднем в других отраслях, что со временем должно привести к увеличению доли, связанной с работой холодильных установок, в суммарном техногенном сбросе теплоты в биосферу.

Загрязняющий тепловой сброс от холодильных установок включает как теплоту, эквивалентную энергии, необходимой для работы по идеальному термодинамическому циклу, так и теплоту, обусловленную различными потерями. Тепловые сбросы, обусловленные различными необратимыми потерями, определяют эффективность холодильных установок. По существу, большинство работ ученых в области холодильной техники направлено на повышение эффективности холодильных установок и в той или иной степени способствуют снижению теплового загрязнения окружающей среды.

С точки зрения охраны окружающей среды весьма перспективными выглядят абсорбционные холодильные машины, использующие работу теплоцентралей. Это означает, что обеспечение возможности работы абсорбционных холодильных машин от источников теплоты все более низкого потенциала может в перспективе привести к снижению теплового загрязнения окружающей среды от холодильного оборудования, причем даже в абсолютном выражении.

Особой формой загрязнения окружающей среды во время работы холодильных установок многих типов является виброшумовое загряз-

нение. С энергетической точки зрения вибрация и шум есть распространяющиеся в окружающей среде механические периодические колебания, переходящие в конце концов в теплоту. По абсолютной величине теплота, эквивалентная энергии этих колебаний, составляет крайне незначительную долю теплового сброса холодильных установок не более 0,01%, а во многих случаях гораздо меньшую. Однако виброшумовое загрязнение окружающей среды нельзя исключать из рассмотрения при эксплуатации холодильных установок из-за его физиологического и психологического воздействия на организм человека. Это достигается за счет ухудшения энергетических показателей, таких как: сооружение протившумовых кожухов увеличивает материалоемкость и ухудшает теплоотдачу от компрессора, что приводит к снижению его энергетических показателей. Тем не менее, поскольку допустимые уровни шума и вибраций жестко регламентируются рядом нормативных документов (ГОСТы, санитарные нормы и другие документы), приходится идти на определенные издержки ради соблюдения установленных норм. Необходимо отметить, что абсорбционные холодильные машины, имеющие преимущество перед компрессионными с точки зрения теплового загрязнения окружающей среды, обладают также и наиболее благоприятными виброакустическими характеристиками.

Следующим направлением эксплуатации холодильных установок связано с проблемой экономии водных ресурсов. Необходимость экономного расходования пресной воды, приобретающей с течением времени все большую ценность, обуславливает в области холодильной техники такие мероприятия, как широкое использование оборотного водоснабжения и замена водяного охлаждения конденсаторов воздушным.

Загрязнение охлаждающей воды в холодильном оборудовании происходит из-за недостаточно высокого качества очистки теплообменных поверхностей конденсаторов, охлаждающих рубашек компрессоров, маслоохладителей и недостаточной степени герметизации контуров с циркулирующим холодильным агентом или маслом. Однако на практике в подавляющем большинстве случаев осуществление мероприятий, позволяющих пользоваться водой для охлаждения элементов холодильных установок наталкивается на значительные трудности экономического порядка. В будущем, в случае если ценность водных ресурсов существенно возрастет, можно предвидеть положение, при котором станут оправданными значительные расходы, связанные с резким улучшением качества изготовления и эксплуатации холодильных установок и сохранения неизменными потребительских свойств охлаждающей воды. Таким образом, проблема экономии воды в области холо-

дильной техники является по преимуществу экономической и в далекой перспективе может быть успешно решена.

Примерно таким же образом обстоит дело и с утечками холодильных агентов и смазочных масел из холодильных установок в том смысле, что в принципе при надлежащем исполнении и правильной эксплуатации всякие утечки из герметичной системы, каковой является холодильная установка, могут быть полностью предотвращены. Однако при эксплуатации, безусловно, имеют место большие или меньшие утечки рабочих веществ, полное исключение которых представляет собой технически разрешимую, но требующую определенных капиталовложений задачу. В целом загрязнение рабочими веществами окружающей среды со стороны холодильной техники вызывает озабоченность специалистов в области экологической безопасности.

На современных рыбопромысловых и транспортных судах до сих пор нет эффективных приборов, которые бы в самом зародышевом состоянии могли бы регистрировать утечки фреона.

Существующий способ обнаружения утечек то пробам воздуха, отбираемым из помещений судна на очень чувствительные течеискатели малоэффективен, так как зачастую пары фреона вместе с потоком воздуха, сквозняками или через вентиляцию переносятся в другие помещения или выбрасываются за борт.

Для борьбы с утечками необходимо научиться своевременно определять неплотности в системах фреоновых холодильных установок рыбопромысловых и транспортных судов.

В качестве одного из эффективных способов обнаружения утечек является способ обнаружения утечек фреона по акустическим звуковым и ультразвуковым сигналам, которые распространяются как в самих трубах, так и в окружающей среде, при истечении фреона через свищи и неплотности. К настоящему времени отечественная и зарубежная электронная промышленность разработала много приборов для регистрации акустических колебаний, возникающих при истечении газов через неплотности, однако, какие из них будут надежно определять утечки в системах фреоновых холодильных машин, пока не известно. Не известно также и то, на каких акустических частотах должны работать чувствительные приборы, регистрирующие утечки. Ведь в звуковом и частично в ультразвуковом диапазоне возникают промышленные шумы, которые по интенсивности могут быть значительно больше и, следовательно, будут заглушать акустические сигналы, возникающие при утечках фреона.

Акустический шум - подразумеваются механические колебания, причем, в воздухе - воздушный звук, в твердых телах - звуковая вибрация. Основные величины, характеризующие акустику (шум) - звуковое

давление, интенсивность или мощность звука, изменение которых происходит при распространении звуковых волн по сравнению с давлением в той же среде при отсутствии волн.

Датчиками для измерения шума называют средства для выработки информации о сигнале в удобной для передачи форме, причем, информация сигнала не поддается непосредственному наблюдению

На экспериментальном лабораторном стенде исследования акустических ультразвуковых колебаний металла труб проводили сначала на воздухе, а затем на фреоне 22 при давлениях от 0,5 до 10 атмосфер и диаметрах отверстий в шайбах, имитирующих свищи от 0,05 до 1,5 мм.

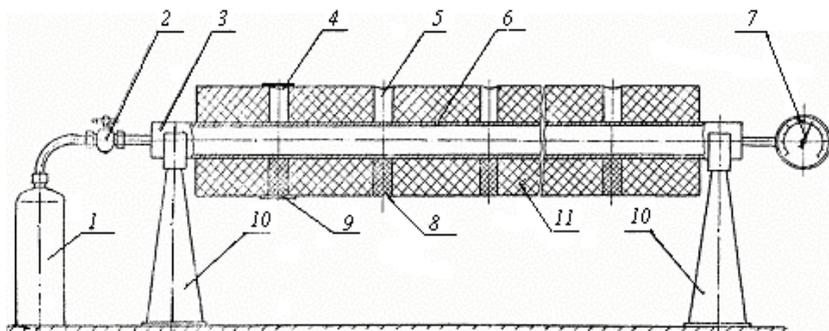


Рис.1. Экспериментальный стенд для исследования утечек хладагента под изоляцию:

1- баллон с фреоном; 2-вентиль; 3-стальная труба $\varnothing 76 \times 4$ длиной 3900 мм; 4-гибкая резиновая мембрана; 5-колодец $\varnothing 60$; 6-имитатор свища $\varnothing 0,5$ мм; 7-манометр; 8-колодец с пробкой из пенополистирола; 9- жесткая мембрана; 10-подставка; 11- изоляция трубы из пенополистирола толщиной 100 мм.

Стенд (рис.1.) состоит из баллона с фреоном, медной трубки соединяющей баллон и стальную трубу диаметром 76 мм и длиной 4м. В трубе посередине имеется имитатор свища диаметром 0,5 мм. Торцы стальной трубы имеют глухие стенки, в которых просверлены отверстия и нарезаны резьбы. С одной стороны в торцевую стенку ввернут манометр, а с другой стороны завинчено штуцерное соединение, через которое из баллона через медную трубку в трубу подаются пары фреона. Стальная труба покрыта изоляцией из пенополистирола толщиной 105 мм. Поверхность изоляции покрыта марлей и облицована декоративным цементом.

Снаружи поверхность изоляции дважды прогрунтована масляной краской и покрыта белой эмалью. По обе стороны от свища в изоляции выдолблены колодцы глубиной до металла трубы и диаметром 50 мм.

Расстояние между колодцами взято 350 - 380 мм. Колодцы необходимы для отбора проб воздуха и фреона, просочившегося в обе стороны из свища под изоляцией трубопровода. Колодцы снаружи заклеены липучей лентой для предотвращения влагопритока к изоляции и вытекания паров фреона в атмосферу. Колодцы также необходимы при их открытии для обнаружения места утечки фреона с помощью электронного акустического течейскаателя, чувствительный датчик которого должен иметь контакт с металлом трубы.

Принцип действия экспериментального стенда следующий. Из баллона в трубу подается фреон. Затем, когда стрелка манометра начнет показывать давление насыщенных паров фреона необходимо перекрыть вентиль на баллоне. Для выпуска воздуха трубу необходимо продуть. Чтобы это осуществить надо слегка приотдать манометр и через образовавшуюся щель выпустить воздух. Вентиль на баллоне с фреоном на время выпуска воздуха (0,5-0,8 минуты) остаются открытым. После чего штуцер манометра с помощью ключа затягивается втугую в своем гнезде.

Когда стрелка манометра начнет показывать максимальное давление вентиль на баллоне закрывается и экспериментальный лабораторный стенд готов к проведению исследований.

Методика проведения исследований: повысить в трубе давление паров фреона до максимального значения, после чего вентиль на баллоне закрыть, в течение суток наблюдать падение давления в трубе. Через каждый час в таблице фиксировать падение давления. Ежечасно, с помощью чувствительного галоидного течейскаателя ГТИ-6 или газоразрядного течейскаателя производить проверку утечки вдоль образующих внешней поверхности изоляции, а также с торцев изоляция на разных расстояниях от внешней поверхности трубы.

После того, как давление в трубе упадет до 0 атмосфер необходимо вскрыть крайние колодцы по обе стороны трубы и с помощью чувствительных датчиков с пробоотборниками воздуха проверить наличие паров фреона в крайних колодцах.

Затем последовательно вскрывать колодцы от периферии к центру и проверять наличие в них паров фреона.

Заклеить колодцы с помощью клея (клей для склейки резины) накладками из тонкой резины. Открыть вентиль на баллоне с фреоном и повысить давление в трубе до максимального значения, после чего вентиль закрыть и с помощью линейки и колумбуса штангенциркуля проверить подъем давления в каждом колодце, начиная от центра к периферии. Повышение давления в колодцах необходимо определять по величине деформации накладок из тонкой резины.

В результате проведенных исследований установлено, что при истечении фреона или воздуха через имитаторы свищей в металле труб возникают ультразвуковые и звуковые колебания в широком диапазоне частот от 6 кГц до 2 МГц. Интенсивность акустических колебаний больше при более высоком давлении газов и при большей величине диаметра имитатора свища.

Установлено, что при истечении фреона 22 через имитаторы свищей диаметром 0,2 мм и более в металле возникают стабильные ультразвуковые акустические колебания. В случае истечения фреона 22 через имитаторы свищей диаметром от 0,1 до 0,2 мм возникают прерывистые акустические колебания в связи с тем, что на внутренней поверхности труб всегда бывает масляная пленка, которая давлением газа разрывается и газ выходит наружу. Затем под воздействием понижающегося давления в районе отверстия имитатора свища пленка затягивает отверстие и индикация утечки прекращается. При диаметре имитаторов свищей 0,1 мм и менее масляная пленка внутренней поверхности трубы не разрывается давлением паров фреона. Масло через свищ выжимается наружу трубы давлением паров фреона. Акустические колебания вытекания масла не слышны ни в звуковом, ни в ультра-звуковом диапазонах.

В связи с вышеизложенным, для свищей диаметром 0,1 мм и меньше необходим другой способ определения утечек фреона 22. С масляной пленки натекающей изнутри на внешнюю поверхность трубы идет испарение фреона 22, которое можно зафиксировать с помощью прибора, работающего на принципе индикации галогенов (галоидными течеискателями) или на принципе газоразрядного течеискателя (оба течеискателя обладают высокой чувствительностью).

Для обнаружения утечек фреона 22 на промышленных и транспортных судах желательно иметь два течеискателя электронный акустический и электронный газоразрядный.

С помощью анализатора спектров ультразвуковых частот СЧ-8, предусилителя и датчика марки ЦТС удалось определить расстояние от центра свища, на которое распространяются акустические колебания. Было установлено, что ультразвуковые колебания индицировались на расстоянии 2 м от очага утечки при давлениях фреона или воздуха от 0,5 до 1 атмосферы и диаметрах имитаторов свищей от 0,1 до 1,5 мм.

В результате исследований акустических колебаний, возникающих в винтовых компрессорах, циркуляционных фреоновых насосах, в приборах автоматики возникают ультразвуковые акустические колебания в диапазоне частот от 180 до 300 кГц. Ультразвуковые колебания, возникающие от работающих винтовых компрессоров и циркуляционных насосов также гасятся на поверхностях раздела и не передаются на

трубопроводы и фундаменты. Ультразвуковые акустические колебания не были зафиксированы на главной палубе, на палубе, стенах, стойках, трубопроводах в рефрижераторном машинном отделении. В связи с этим можно сделать вывод, что электронный акустический текеискатель должен иметь широкополосный датчик и работать в диапазоне частот от 350 до 650 кГц, т.е. в диапазоне свободном от промышленных частот.

Литература:

1. Отчет о научно-исследовательской работе. Комплексный метод борьбы с утеч-ками фреона в холодильных установках БАТ типа "Горизонт".-Мурманск.: МВИМУ., 79с.,1985.
2. Русак О.Н., Малаян К.Р., Занько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности. - СПб.: Издательство "Лань",448с.,2003.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Кочетов О. С., Гетия С. И., Стареева М. О. (Московский государственный университет приборостроения и информатики, г. Москва e-mail: O_kochetov@mail.ru)

In work application of non-polluting technology for the industrial enterprises as one of directions in maintenance of ecological safety of environment is considered. Are presented harakteristiki two-level installation for clearing of air of a fibrous dust on the basis of a deduster of a new design as the clearing first to a mortar and the inzhektionsno-foamy device as the second step of clearing.

Количество и состав вентиляционных выбросов промышленных предприятий строго регламентирован, в частности в соответствии с законом РФ №7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды». Для предприятия ОАО «Троицкая камвольная фабрика» (г.Троицк Московской области) была разработана двухступенчатая установка для очистки воздуха от вентиляционных выбросов гребнечесального цеха, где запыленность воздуха рабочей зоны превышала ПДК и составляла 8,5 мг/м³. В качестве первой ступени комбинированной очистки воздуха предложен к использованию вихревой пылеуловитель типа ВЗП [1] новой конструкции, а в качестве второй ступени – инжекционно-пенный аппарат [2], работа которого основана на предварительном интенсивном закручивании газов вблизи зеркала рабочей жидкости, что приводит к подсаживанию ее в газовый поток и, дроблению на мелкие капли с последующим образованием быстро вырождающейся механической пены.

На рис.1 представлен общий вид вихревого пылеуловителя, включающего в себя корпус 4 с общим коническим бункером 5, осевые патрубки 2 для вывода очищенного газа. Устройства ввода запыленного газа выполнены в виде не менее двух периферийных вводов 1. Угол α между осью входного патрубка 1 периферийного ввода и плоскостью, перпендикулярной оси патрубка для вывода очищенного газа лежит в диапазоне оптимальных значений от 10 до 30 градусов. Осевые патрубки 2 для вывода очищенного газа снабжены фильтрующими элементами 3, которые могут быть выполнены либо плоскими, либо объемными. Пылегазовый поток входит через вводы 1 под углом к оси корпуса 4 и, закручиваясь под действием тангенциально направленных центробежных сил, движется в корпусе 4 навстречу друг другу, либо под углом друг к другу. Крупные частицы пыли, обладающие большой инерцией, отделяются от потока при их взаимодействии и вылетают в конический бункер 5, чему способствует оптимальное взаимодействие закрученных струй.

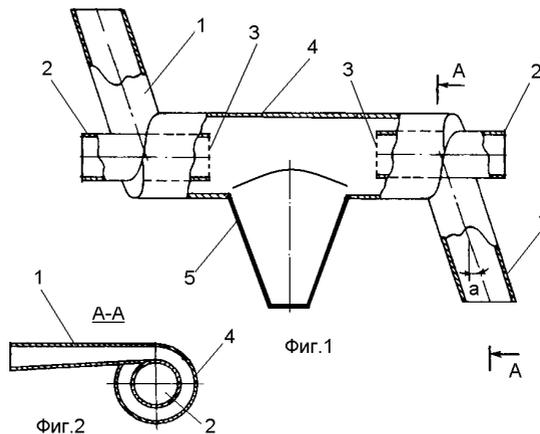


Рис.1. I-я ступень очистки: вихревой пылеуловитель.

Мелкодисперсная пыль задерживается фильтрующими элементами 3, закрепленными на осевых патрубках 2 для вывода очищенного газа. В настоящее время детально разработаны методы расчета и документация на аппараты типа ВЗП [4] как аппаратов сухого пылеулавливания, так и мокрого с акустическими форсунками [3]. Остановимся на подборе параметров II-ой ступени очистки (рис.2). Для гребнечесального цеха необходимая производительность системы вентиляции составляет 182 000 м³/ч. Для обеспечения необходимой производительности

установки собираем батарею их 2-х аппаратов ВЗП-800, производительностью 12000 м³/ч каждый и 10 инжекционно-пенных аппаратов общей производительностью 200000 м³/ч.

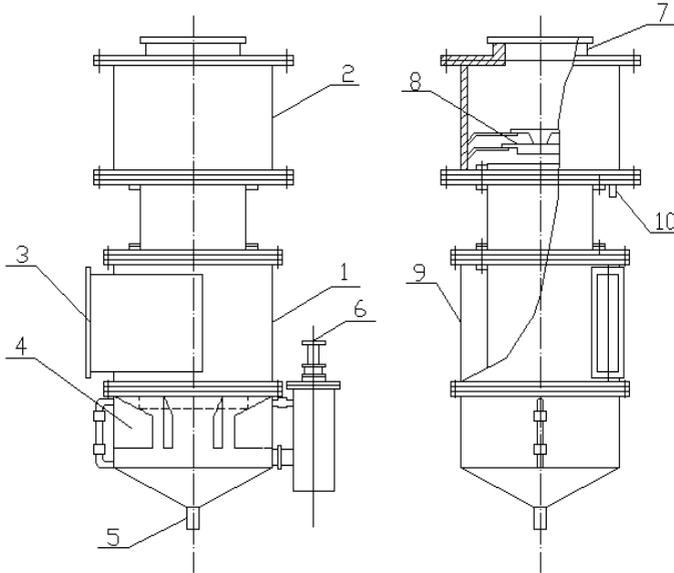


Рис.2. Схема инжекционно-пенного аппарата II-ой ступени очистки: 1 - корпус аппарата, 2 - корпус влагоотделителя, 3 - тангенциальный патрубок, 4 - лопаточный закручиватель, 5 - штуцер для удаления отработавшей жидкости, 6 - штуцер ввода рабочей жидкости, 7 - патрубок для выхода очищенного воздуха, 8 - тарельчатый сепаратор, 9 - контактно-выхлопная труба, 10 - штуцер вывода рабочей жидкости.

Инжекционно-пенный способ очистки вентиляционных выбросов основан на предварительном интенсивном закручивании газов вблизи зеркала рабочей жидкости, что приводит к подсасыванию ее в газовый поток и, дроблению на мелкие капли и последующему образованию быстро вырождающейся механической пены. Сначала газы контактируют с мелкими каплями жидкости, а затем с непрерывно образующейся пеной. В результате воздух освобождается от газовых и механических примесей и выбрасывается в атмосферу. Этот принцип заложен в инжекционно-пенном аппарате (рис 2).

Аппарат состоит из корпуса 1, тангенциального патрубка 3 для подачи загрязненного воздуха, штуцеров 10 и 6 ввода и вывода рабочей жидкости, вертикальной цилиндрической контактно-выхлопной трубы 9, установленной соосно с корпусом. Нижний конец контактно-выхлопной трубы помещен внутри корпуса аппарата и снабжен лопаточным закручивателем 4. Смежные лопатки расположены так, что образуют русла, сужающиеся к центру аппарата. В верхней части контактно-выхлопной трубы расположен корпус влагоотделителя 2 с тарельчатым сепаратором 8 и патрубком 7 для выхода очищенного воздуха.

Под воздействием закрученных масс воздуха, перемешивающихся над поверхностью жидкости, последняя также приобретает вращательное движение и лопатками закручителя направляется к центру аппарата, где восполняет объем воздуха, отводимый под действие центробежных сил и сил Кориолиса. При таком перемешивании исключается воронкообразование и тем самым достигается выравнивание уровня жидкости в корпусе аппарата и возрастает турбулентность ее поверхности, что облегчает условия отрыва и инъекции жидкости потоками обрабатываемого воздуха, и повышается энергетическая эффективность аппарата.

Прошедший обработку воздух движется вверх по контактно-выхлопной трубе и поступает во влагоотделитель 2, где освобождается от капельной влаги, выносимой воздухом из зоны контакта. По мере работы аппарата в корпус его подается рабочая жидкость через штуцер 6 регулятора уровня и удаляется, будучи отработавшей через штуцер 5.

Эксперименты показали, что оптимальный режим работы аппарата устанавливается при скорости движения воздуха в контактно-выхлопной трубе $v_0 = 7-8$ м/с и при соблюдении соотношения

$$b_p = (0,15 - 0,2) d_{тр}$$

где b_p - вертикальное расстояние между нижним торцом контактно-выхлопной трубы и уровнем рабочей жидкости, м; $d_{тр}$ - диаметр контактно-выхлопной трубы, м.

На потери давления в аппарате оказывают влияние скорость движения воздуха v_0 и расстояние b_p (рис.3). Увеличение скорости движения воздуха приводит к соответствующему росту потерь давления в аппарате и, наоборот, увеличение расстояния b_p заметно их снижает. При оптимальном режиме работы потери давления в аппарате не превышают 1000 Па.

Аэрогидродинамическая характеристика двухфазного потока изменяется в зависимости от скоростного режима работы аппарата, так как меняются структура и сопротивление пенного слоя. Коэффициент сопротивления аппарата $\xi_{ап}$ увеличивается в пределах допустимых для него скоростей $v_0 = 7-10$ м/с и соотношений $i = b_p/d_{тр}$ (рис.4).

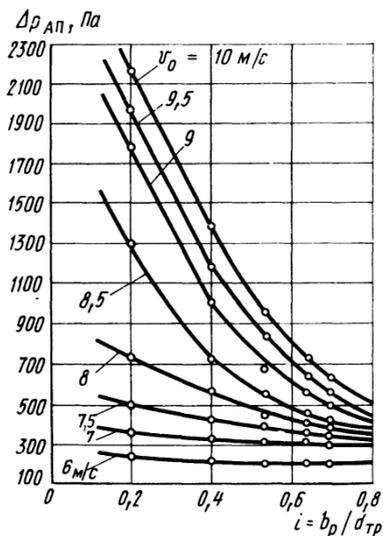


Рис. 3. Зависимость перепада давления от относительного уровня жидкости в нем, определяемом соотношением $i = b_p/d_{тp}$ и скорости движения воздуха в контактно-выхлопной трубе v_0 ($d_{тp} = 250 \text{ мм}$).

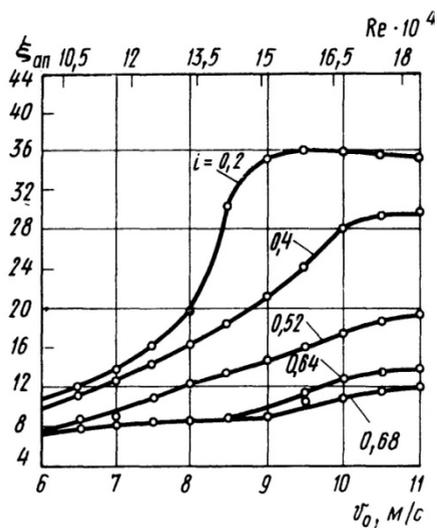


Рис. 4. Зависимость коэффициента сопротивления аппарата $\xi_{ап}$ от скорости движения воздуха в контактно-выхлопной трубе v_0 и относительного уровня жидкости в нем при

Испытания аппаратов различных размеров показали, что с увеличением диаметра контактно-выхлопной трубы степень очистки возрастает. Это объясняется некоторой неравномерностью распределения газовой и жидкой фаз и большей крупностью структуры газожидкостной системы при меньших диаметрах трубы. С увеличением ее диаметра взаимное распределение фаз становится более равномерным и повышается дисперсность их структуры, а также меньшее влияние на аэрогидродинамику аппарата начинают оказывать стенки трубы большего диаметра.

При необходимости очистки больших объемов воздуха можно применять батарейную установку с включением в нее на параллельную работу нескольких аппаратов.

Экспериментальные испытания показали, что работа инжекционно-пенного аппарата характеризуется следующими данными:

потери давления в аппарате при скорости газов в контактно-выхлопной трубе 7-8 м/с	и соотношении $i = bp/d_{Тр} =$
0,2, Па.....	350÷960
коэффициент орошения загрязненного воздуха, л/м ³	0,025
расход рабочей жидкости, мл/м ³	0,25
расход жидкости на подпитку аппарата, мл/м ³	25
объем шламовых вод, мл/м ³	3,3
расход воды на промывку аппарата, м ³ /ч	0,6

Из анализа материального баланса следует, что объем воды, необходимый для компенсации потерь, связанных с испарением, влагообменом и брызгоуносом, превосходит необходимый удельный расход раствора поглотителя, подаваемого в аппарат. Поэтому работа аппарата с инжекционно-пенным режимом контакта осуществляется при минимальном водопотреблении и практически без значительного сброса шлама.

Таким образом, инжекционно-пенный способ очистки имеет ряд преимуществ:

1. очистной аппарат имеет простую конструкцию, обладает надежностью, компактностью, долговечностью и повышенной степенью улавливания;
2. на очистку воздуха требуются меньшие расходы электроэнергии, незначительные количества воды;
3. в результате очистки во многих случаях образуются в большом количестве безвредные и неагрессивные шламы;
4. меньшая стоимость очистки воздуха по приведенным затратам;

5. пригодность для очистки загрязненного воздуха в различных отраслях промышленности.

Была спроектирована новая схема кондиционирования воздуха гребнечесального цеха суконной Троицкой фабрики с применением инжекционно-пенного аппарата. Результаты расчета показали, что для обеспечения нормального режима кондиционирования воздуха при обеспечении нормативной величины концентрации пыли в вентиляционных выбросах предприятия, равной $3,5 \text{ мг/м}^3$, необходимо установить 10 инжекционно-пенных аппаратов, производительностью по $20000 \text{ м}^3/\text{ч}$ каждый. Причем монтаж следует осуществлять батарейно: два раза по четыре аппарата в установке и один раз по два аппарата в установке, что обеспечит необходимую производительность системы кондиционирования воздуха в объеме $182000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Литература:

1. **Кочетов О.С.** Вихревой пылеуловитель. Патент РФ № 2259889. Бюл. № 25 от 10.09.2005 г.

2. **Кочетов О.С.** Инжекционно-пенный аппарат для обработки газа. Патент РФ № 2314145. Бюл. № 1 от 10.01.2008 г.

3. **Кочетов О.С.** Методика расчета скруббера с акустическими форсунками во второй ступени улавливания пыли продукта в процессах распылительной сушки. / Сборник трудов первого международного экологического конгресса «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов». Том III. ELPIT 2007, г.Тольятти, стр.70-76.

4. Вихревые пылеуловители / Сажин Б.С., Гудим Л.И. – М.: Химия, 1995.-144с.

МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ХИБИНСКОГО ГОРНО-ХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Крымская М. М. (Город Апатиты, Учреждение Российской академии наук Кольский научный центр РАН (КНЦ РАН), отдел охраны труда, krymskaya@admks.apatity.ru)

Abstract. On the example of the industrial development center of the Kola Peninsula is considered the problem of drinking water quality. It is given the characteristic of pollution of underground waters by metals, sewage and air emissions of Khibiny ore mining and processing enterprise. The results are of

practical importance for assessment of prediction of the man-induced impact on water systems in conditions of Subarctic.

ВВЕДЕНИЕ

Химический состав питьевой воды иногда оказывает решающее воздействие на здоровье населения. Северные регионы Европы имеют большие запасы водных ресурсов, качество которых отличается низким содержанием всех элементов, включая и необходимые для жизни человека. Промышленное развитие этих регионов и освоение запасов минеральных ресурсов привело к обогащению природных вод рядом элементов, в том числе токсичных, способных в повышенных количествах отрицательно воздействовать на здоровье населения (Грушко, 1979, Мур, 1987).

Исследования, проведенные к настоящему времени, показали, что наиболее сильно подвержены воздействию человека и его хозяйственной деятельности водные источники.

К сожалению, не для всех значимых для здоровья человека элементов имеются ПДК, определяющие качество питьевой воды. Кроме того, существующие нормы качества питьевой воды не учитывают дефицита жизненно важных элементов. Возможно, с этим связано развитие ряда эндемичных заболеваний населения Севера (нефрокальцитоз, сколиозы, онкологические заболевания, аллергия). Анализ накопленных данных показывает, что оценка качества вод на основе общероссийских стандартов неприемлима для северных регионов (Кудрявцева, 1999).

На Кольском полуострове (Мурманская область) воды рек и озер, а также основная масса подземных вод весьма пресные и очень мягкие. Хибинский щелочной массив располагается в центральной части Кольского полуострова. Кристаллические породы Хибинского щелочного массива в средней подзоне активного движения подземных вод содержат природные некондиционные воды, характеризующиеся повышенным содержанием алюминия и водородного показателя. В естественных условиях подземные воды, расположенные в четвертичных отложениях, отличаются по химическому составу от вод кристаллических пород. Смешение вод четвертичных отложений и кристаллических пород наиболее интенсивно проявляется на территориях, связанных с интенсивной деятельностью человека. Природные воды соприкасаются с разнообразными породами, минералами, растворяют их и включают в свой состав различное количество разнообразных химических веществ (Никанов и др., 2005).

Большая часть городов Мурманской области снабжается питьевой водой из открытых источников водоснабжения, исключение составляет город Кировск.

Цель данной работы – анализ химического состава питьевой воды г. Кировска.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Водоснабжение города Кировска, расположенного в непосредственной близости от подземных рудников и карьеров горно-химического комплекса ОАО «Апатит», организовано из подземного водозабора «Центральный» и источника «Болотный». Подземный водозабор расположен на приозерной низменности озера Большой Вудъявр в 5 км севернее г. Кировска, в устьевой части реки Вудъяврйок у подножия гор Кукисвумчорр и Вудъяврчорр.

Принудительный водозабор способствует перемешиванию различных по составу подземных вод, где на формирование их химического состава оказывают влияние следующие факторы:

- «подсос» вод грунтового водонасосного горизонта, потенциальными источниками загрязнения которого являются рудничные воды и хозяйственно-бытовые стоки;
- напорные воды кристаллические пород, гидравлически связанные с напорным эксплуатационным горизонтом четвертичных отложений, содержащих повышенные количества алюминия естественного происхождения с высоким показателем рН.

Отбор проб воды, необходимой для анализа, осуществлялся из скважин, расположенных на территории приозерной низменности озера Большой Вудъявр – в устьевой части реки Вудъяврйок у подножия гор Вудъяврчорр и Кукисвумчорр, где находится водозабор «Центральный», источника «Болотный», перед подачей в распределительную сеть, из различных точек водопотребителей и проводился 1 раз в месяц в течение 2009 года (12 раз в год).

Анализ химического состава вод проводился в Институте проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН. В отобранных пробах определялись рН, электропроводность, цветность, щелочность, ионный состав (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^-), биогенные вещества (Робщ., PO_4^{3-} , Нобщ., NH_4^+ , NO_3^- , Si), перманганатная окисляемость, тяжелые металлы (Fe, Ni, Cu, Zn, Mn, Sr, Co, Cr, Cd) и Al (Вода...,1997, Руководство...,1977).

Химический состав питьевых вод, поступающих к потребителю, является, как правило, результатом смешения вод водозабора, который состоит из нескольких скважин. Химический состав вод различных

скважин водозабора может отличаться значениями рН, качественным и количественным составом элементов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования показали, что наблюдаются незначительные сезонные колебания минерализации вод. В скважине источника «Болотный» минерализация составляет – 28,29-46,13 мг/л, в остальных скважинах подземного водозабора находится в пределах 44,18-112,56 мг/л, перед подачей в распределительную сеть и в различных точках водопотребителей она подвержена сезонным изменениям и находится в пределах 54,36-69,59 мг/л.

Источник «Болотный» используется с целью снижения уровня рН источника водозабора «Центральный» разбавлением. Уровень рН в пробах воды источника «Болотный» также меняется в течение года. Водородный показатель рН в скважине источника «Болотный» - 7,21-7,73, скважинах водозабора «Центральный» - 8,53-9,73, перед подачей в сеть 8,6-9,24, в точках водопотребителей 7,66-9,37.

В подземных водах источника «Болотный»: содержание натрия и калия 6,2-11,54 мг/л и 1,43-2 мг/л соответственно; в скважинах подземного водозабора: натрия 11,2-31,5 мг/л, калия 1,29-4,88 мг/л; перед подачей в распределительную сеть: натрия 14-18,2 мг/л, калия 1,98-2,67 мг/л, в различных точках водопотребителей: натрия 15,1-17,4 мг/л, калия 2,23-2,5 мг/л.

В пробах воды водозабора «Центральный», т.е. перед подачей в распределительную сеть зафиксировано низкое содержание кальция 0,15-0,35 мг/л, магния 0-0,05 мг/л, в различных точках водопотребителей содержание кальция меняется в пределах от 0,14 до 0,33 мг/л, магния 0-0,06 мг/л.

Зафиксировано высокое содержание алюминия в подземных водах источника «Болотный» находится в пределах от 115 до 1260 мкг/л, в скважинах колеблется в пределах от 751-1660 мкг/л (рис.1).

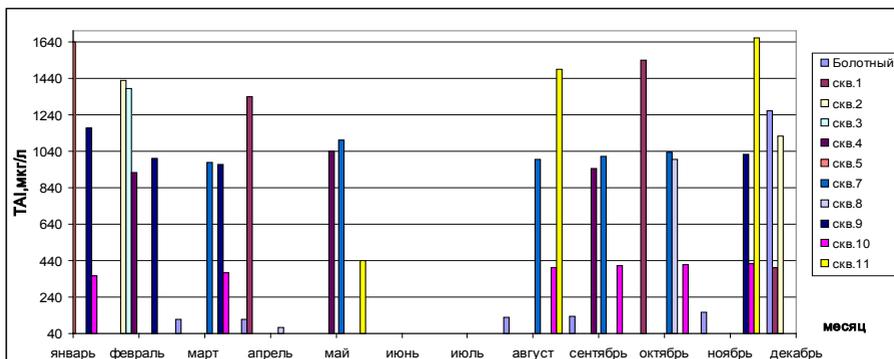


Рис.1 Сезонная динамика алюминия в подземных водах источника «Болотный» и скважинах подземного водозабора г. Кировска в 2009 году.

Отмечается высокое содержание алюминия в пробах воды водозабора «Центрального», т.е. перед подачей в распределительную сеть, находится в пределах от 574 до 844 мкг/л, в различных точках водопотребителей колеблется в пределах от 620 до 923 мкг/л (рис.2).

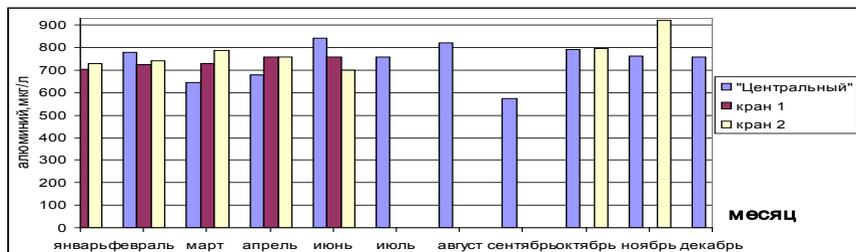


Рис.2 Сезонная динамика алюминия в водозаборе «Центральный» и в различных точках водопотребителей г. Кировска в 2009 году.

Наличие нитратов отмечено во всех водозаборных скважинах в количестве от 44 до 1610 мкгN/л. Повышение концентрации нитратов связано с весенним паводком и повышенным содержанием нитратов в сточных водах. Основной источник нитратов – проведение взрывных работ.

ВЫВОДЫ

Питьевая вода подземных источников г. Кировска характеризуется слабой минерализацией (недостаточно таких микроэлементов, как Ca, Mg, Na, K, Fe, F и др.). Показатель общей жесткости не превышает 0,2 ммоль/л (при необходимом физиологическом уровне общей жесткости - 1,8-6,3 ммоль/л). Вода мягкая, гидрокарбонатная, натриевая, является ультрапресной с минерализацией 54,36-69,59 мг/л pH - 7,66-9,37.

Для таких веществ как NO_3 , SO_4 , Al, Mn, Zn, характерно возрастание концентраций в период весеннего снеготаяния (июнь). Возрастание концентраций указанных веществ происходит, по-видимому, вследствие притока талых снеговых вод от участков открытых горных разработок.

Для Al, Mn, Sr, Zn, Си, Pb и SO_4 наблюдается также некоторое увеличение концентраций в осенний период, что может быть связано с интенсивным притоком вод осеннего паводка и поступлением загрязненных вод от действующих карьеров.

Результаты исследования качества питьевой воды на примере г. Кировска показали, что отмечается ухудшение качества подземных вод в процессе эксплуатации водозабора при тенденции уменьшения величины водозабора. Основные физико-химические показатели воды из подземного водозабора характеризуют ее как очень мягкую с повышенным водородным показателем 7,66-9,37 и относительно высоким содержанием алюминия 620-923 мкг/л. Использование мягкой маломинерализованной питьевой воды оказывает влияние на формирование ряда заболеваний среди населения (Лугай, 1992).

При нормировании состава питьевой воды для Крайнего Севера надо регламентировать не только максимальные концентрации ряда элементов, но и минимальные уровни концентраций таких жизненно важных элементов, как Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ .

Литература:

1. Грушко Я. М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах. Л.: Химия, 1979. 160 с.
2. Вода питьевая. Методы анализа. М.: Изд-во стандартов, 1997, 256 с.
2. З.Кудрявцева Л. П. Оценка качества питьевой воды в г. Апатиты//Вод. ресурсы, 1999, т.26, № 6, с.735-742.
3. Лугай Г.Ф. Гигиена и санитария, 1992, № 2, с. 13-15.
4. Мур Дж. В., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. М.: Мир, 1987, 285 с.
5. Никанов А.Н. Гигиеническая оценка качества питьевой воды в районе размещения горно-химического комплекса по добыче и переработке апатит-нефелиновых руд // Форум «Питьевые воды России», 7-8 июня 2005 г. Москва, 2005 - С.43-45.
6. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1997. 541с.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕК ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ (НА ПРИМЕРЕ Р. ЧИТА)

Манилюк Т. А., Черепанова Т. В. (г. Чита, ФГОУ ВПО «Читинский государственный университет», кафедра Водного хозяйства и инженерной экологии, tatyana-manilyuk@yandex.ru)

There is the short feature of the qualitative composition of the rivers of Zabaykalian area is given in the article. The main polluting substances and reasons of river Chita pollution are also brought there. There are the analysis of the work of the water treatment structures which throwing sewage in the river, and recommendations of it reconstructions are given in the article.

Забайкальский край расположен в юго-восточной части Сибири, занимает 2,5 % территории России, площадь его равна 431,5 тыс. км².

Территория Забайкальского края простирается с запада на восток от Бурятии до Амурской области - на 800 км; с севера на юг от Северо-Байкальского, Патомского и Олекмо-Чарского нагорий до государственной границы России с Монголией и Китаем - на 1000 км. [1].

Край занимает внутриконтинентальное положение в умеренных широтах Евразии. По территории края проходит мировой водораздел между бассейнами Северного, Ледовитого и Тихого океанов [2].

Водные ресурсы Забайкальского края характеризуются существенными специфическими отличиями, которые обусловлены, прежде всего, тем, что на территории расположены верховые участки трех крупнейших геоэкосистем – бассейнов Амура, Лены и Байкала, каждой из которых присущи свои природные закономерности. Большая часть территории Забайкальского края расположена в Амурском бассейне (около 55 %), на бассейн Лены приходится 30,4 % площади края, на Байкало-Енисейский бассейн 13,3 %. Чуть более 1 % территории занимает южный бессточный район. Поэтому, принимая во внимание вышесказанное, нужно отметить, что санитарное состояние водных объектов, имеет большое значение не только для Забайкальского края, но и для всего государства и даже планеты в целом.

Качество поверхностных вод в Забайкальском крае, хотя и значительно выше, чем в густо заселенных и промышленно развитых районах России [3], тем не менее, не может удовлетворять в полной мере требованиям народного хозяйства и населения.

В поверхностные водные объекты края в 2009 году было сброшено 261,3 млн. м³ сточных вод. По сравнению с 2008 годом уменьшилось количество нормативно очищенных сточных вод на 1,73 млн. м³, и уве-

личился сброс загрязненных сточных вод на 0,37 млн. м³. Это в основном связано с ухудшением технического состояния сооружений по очистке сточных вод, что, в основном, связано с несвоевременным проведением текущих и капитальных ремонтов.

Согласно комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям, из 35 водных объектов Забайкальского края, для которых был рассчитан индекс загрязненности вод, 3 класс качества (воды загрязненные – очень загрязненные) имеют 24 водных объекта (или 69%).

Водных объектов, имеющих 4 класс качества, отнесенных к грязным – 12 объектов (или 31%).

Большинство поверхностных вод Забайкальского края в 2009 г. отнесены к 3 классу качества.

Случаи высокого загрязнения вод отмечены на следующих водных объектах:

- р. Аргунь (по содержанию марганца, растворенного в воде кислорода, органических веществ по величине БПК₅);
- р. Шилка (по содержанию азота аммонийного);
- р. Ингода (по содержанию азота нитритного и линдана);
- р. Чита (по содержанию азота нитритного и фосфатов);
- р. Могоча (по содержанию марганца);
- р. Амазар (по содержанию органических веществ по величине ХПК и нефтепродуктов).

Случаи экстремально высокого загрязнения вод отмечены на следующих водных объектах:

- протока Прорва (р. Аргунь) – глубокий дефицит растворенного кислорода;
- р. Ингода (по содержанию линдана);
- р. Шилка (по содержанию линдана).

Характерное загрязнение водных объектов отмечено по следующим веществам: органические вещества, медь, марганец, фенолы, нефтепродукты, фосфаты, сульфаты.

По средненным данным, в поверхностных водах на территории Забайкальского края, наиболее часто регистрировались случаи превышения ПДК по веществам: медь, цинк, марганец, железо общее, фенолы, нефтепродукты, органические вещества.

К числу наиболее загрязненных водных объектов относятся реки в черте города Чита (р. Чита и р. Ингода) и ее окрестностях.

Значительное превышение показателей наблюдаются в реке Чита в створе в 0,5 км ниже сброса сточных вод с очистных сооружений г. Читы; в

реке Ингода в створе в 0,5 км ниже сброса сточных вод с очистных сооружений п. Аэропорт; а также реки Аргунь (створ «Молоканка»), Онон, Амазар.

Реки Аргунь, Чита и пр. Прорва занесены в ежегодно обновляемый Росгидрометом «Приоритетный список водных объектов, требующих первоочередного осуществления водоохраных мероприятий».

Одним из наиболее загрязненных водных объектов на территории края на протяжении нескольких лет по-прежнему остается р. Чита в контрольном створе 0,2 км выше устья. Воды квалифицируются как грязные (4 класс качества, разряд «б»). К характерным загрязняющим веществам отнесены: органические вещества (по величине ХПК), азот нитритный, медь, цинк, марганец, фенолы, нефтепродукты, фосфаты. По содержанию азота нитритного и фосфатов отмечен высокий уровень загрязненности, органических веществ, азота аммонийного, железа общего, меди, марганца, фенолов и нефтепродуктов – средний. Критическими показателями загрязненности вод (КПЗ) определены: азот нитритный, фосфаты, марганец.

Причиной высокого загрязнения вод р. Чита являются как природные факторы (низкая водность реки в течение последних лет), так и техногенные: нормативная очистка сточных вод по-прежнему не обеспечивается. Загрязнение воды р. Чита выше г. Чита происходит в основном в результате производственной деятельности предприятий сельского хозяйства Забайкальского края, ниже города (на приустьевом участке) – в основном за счет сброса сточных вод городских очистных сооружений.

Среднегодовое содержание основных загрязняющих веществ за 2009 год превысило ПДК: органических веществ (по величине ХПК) – в 2 раза, азота нитритного – в 10 раз, фосфатов – в 6 раз, меди, нефтепродуктов и фенолов – в 3 раза, марганца – в 18 раз.

К сожалению, несмотря на проведение ОАО «Водоканал-Чита» в последние годы серьезных мероприятий по реконструкции городских очистных сооружений, должного и ожидаемого результата не достигнуто, существенного улучшения качества вод р. Чита не отмечено.

На рис. 1 представлена динамика изменения качества вод р. Чита в пределах г. Чита по среднегодовым показателям. Существенная разница в уровне загрязнения вод по створам очевидна: по сравнению с вышележащим створом (0,5 км выше г. Читы) среднее содержание фосфатов на приустьевом участке выше в 75 раз, азота аммонийного – в 19 раз, азота нитритного – в 195 раз, азота нитратного – в 65 раз, нефтепродуктов – в 2 раза.

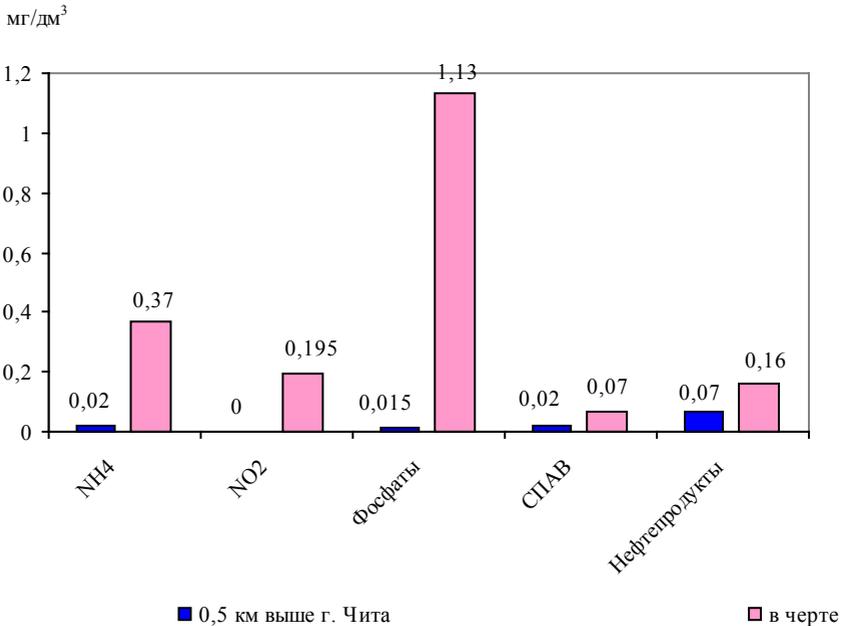


Рис.1 Среднее содержание основных загрязняющих веществ в воде р. Чита.

В настоящее время в г. Чита работают очистные канализационные сооружения на полную биологическую очистку, производительностью 100,5 тыс. м³/сут., 1 очередь - 80 тыс. м³/сут.; 2 очередь - 20,5 тыс. м³/сут. В связи с увеличением количества сточных вод и для поэтапного достижения НДС веществ со сточными водами возникла необходимость расширения и реконструкции 2-ой очереди существующих очистных сооружений. По результатам анализа работы очистных сооружений для улучшения качества сбрасываемых в р. Чита очищенных сточных вод необходимо произвести реконструкцию существующего аэротенка. А так же приступить к строительству шести секций 3-х коридорных аэротенко-вытеснителей, в которых предусмотрены зоны денитрификации и дефосфкации, что позволит снизить количество нитратов, нитритов, фосфатов в очищенных сточных водах. Для увеличения производительности очистных сооружений планируется строительство 2-х новых песколовков и 2-х вторичных отстойников. Эти мероприятия приведут к снижению количества взвешенных веществ и БПК.

Одним из основных этапов достижения нормативов допустимых сбросов по микробиологическим показателям явилась замена обеззараживания очищенных сточных вод хлором на ультрафиолетовое облуче-

ние, в результате чего после обеззараживания воды ультрафиолетом химический состав и физические свойства воды не изменяются, а также это безопасно для здоровья человека.

С ростом водопотребления в г. Чита и существенным износом большинства систем водоотведения и водоочистки, своевременное удаление и очистка сточных вод находится на низком уровне. В связи с этим необходимо совершенствовать существующие методы очистки и внедрять новое технологическое оборудование на очистных сооружениях.

Литература:

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Читинской области за 2008-2009 годы».- Чита, 2010 г. 161 с.
2. Чечель А.П. Водные ресурсы Читинской области (экономико-географический анализ)/ А.П. Чечель. – Новосибирск: Наука, 1985. – 97 с.
3. Водные ресурсы Читинской области: реализация региональной водохозяйственной политики (1998 – 2003 г.г.) / Под науч. ред. д.т.н., профессора Заслоновского В.Н. – Екатеринбург – Чита: Изд-во РосНИИВХ, 2004. – 105 с.

КОНЦЕПЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ ЗА СОБЛЮДЕНИЕМ ПРИРОДООХРАННОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА БЕЛАРУСИ

Прус М. Ю., Ищенко Н. С. (г. Гомель, Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, кафедра «Хозяйственное право», Прокуратура Советского р-на г. Гомеля, e-mail: ni875@yandex.ru)

The article deals with the concept of environmental security, offering the transformation of traditional approaches to environmental protection and promote sustainable and sound development of all countries, including and Belarus. Particular attention is paid to the ecological situation in Belarus and suggests possible positive steps in this sphere.

Концепция экологической безопасности, предлагающая изменение традиционных подходов к охране окружающей среды, призвана содействовать устойчивому и безопасному развитию всех государств (в т.ч. и Беларуси). Она не может быть достигнута в одностороннем порядке и требует сотрудничества между государствами. **Экологическая безопасность** – это сложная взаимосвязанная и взаимозависимая система экологических составляющих планеты, а также сохранение и под-

держание существующего естественного природного баланса между ними. Принцип экологической безопасности из всего комплекса вопросов охраны окружающей среды выделяет главное: недопущение экопозама как условие выживаемости человечества. Этот принцип устанавливает прямую связь между охраной окружающей среды и международной безопасностью. При этом защита и улучшение охраны окружающей среды, рациональное использование всех природных ресурсов тесно увязываются с обеспечением всех аспектов международной безопасности, в том числе с разоружением. Юридическое содержание принципа экологической безопасности состоит в обязанности государств осуществлять свою деятельность таким образом, чтобы исключить усиливающееся воздействие экологических стрессов на местном, национальном, региональном и глобальном уровнях. Любая деятельность должна осуществляться таким образом, чтобы исключить нанесение ущерба не только другим государствам, но и всему международному сообществу в целом. **Международная экологическая безопасность** предполагает такое состояние международных отношений, при которых обеспечивается сохранение, рациональное использование, воспроизводство и повышение качества окружающей среды. Правовыми средствами обеспечения экологической безопасности являются как региональные, так и универсальные международные договоры. Речь идет также о необходимости формирования своего рода «экологического правового пространства» и необходимости разработки единого правового документа в области защиты окружающей среды, который стал бы одной из важнейших составляющих экологической безопасности.

На территории Беларуси продолжали действовать факторы, вызывающие проблемные ситуации, связанные с загрязнением окружающей среды и деградацией природно-ресурсного потенциала. Они обусловлены, во-первых, функционированием национальной экономики и, в первую очередь, производственного комплекса, во-вторых, трансграничным переносом загрязняющих веществ, в-третьих, наличием на территории страны унаследованных проблем, не решенных в прошлом. **Приоритетные экологические проблемы** страны включают в себя радиоактивное загрязнение территории, загрязнение атмосферного воздуха, загрязнение поверхностных и подземных вод, загрязнение и деградацию почв, образование и накопление отходов. При их характеристике использовались данные Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь.

Загрязнение атмосферного воздуха. В структуре выбросов основную роль играют такие вещества, как оксид углерода, углеводороды и оксиды азота. На долю оксида углерода приходится более половины,

углеводородов — пятая и оксидов азота — десятая часть всего объема выбрасываемых загрязняющих веществ передвижными и стационарными источниками. По данным мониторинга атмосферного воздуха, проводимого подразделениями Департамента по гидрометеорологии, в большинстве контролируемых городов страны средние за год концентрации основных и специфических загрязняющих веществ были ниже гигиенических нормативов. Превышения этих нормативов носили в основном очаговый характер и имели место в отдельных частях городов. Чаще всего они отмечались по формальдегиду. Кроме этого, повышенные среднегодовые концентрации наблюдались также по суммарным твердым частицам, фенолу, диоксиду азота, аммиаку и некоторым другим веществам. Превышения максимальных разовых ПДК зафиксированы только в 0,5% от общего количества отобранных проб. Они отмечались в основном при неблагоприятных метеорологических условиях. Эти превышения более чем в 80% случаев находились в диапазоне 1-2 ПДК, менее чем в 1% случаев они превосходили 5 ПДК. Стабильная экологическая обстановка сохранилась в девяти из семнадцати контролируемых городов страны: Бобруйске, Гродно, Новополоцке, Полоцке, Новогрудке, Жлобине, Светлогорске, Минске и Солигорске. Повышенное содержание формальдегида в течение года отмечено в отдельных районах Бреста, Витебска, Гомеля, Мозыря, Орши и Пинска, твердых частиц — в Речице (район ул. Молодежная). Нестабильная экологическая обстановка сложилась в Могилеве, где к «проблемным» отнесены все контролируемые районы города.

Деграция и загрязнение почв. Деграция почв происходит в результате их прямого разрушения, главным образом при ведении различных строительных работ и добыче полезных ископаемых, а также вследствие развития эрозионных процессов преимущественно на пахотных угодьях. Для торфяных почв в случае их использования под пашню характерна ускоренная минерализация органического вещества. Прямое разрушение почвенного покрова в связи с ведением строительных работ и добычей полезных ископаемых не отличалось интенсивностью. Половина из этой площади приходится на Минскую область и 29% на Брестскую. Эродированные почвы охватывают примерно десятую часть пахотных земель. Деградируемые торфяные — почти четверть общей площади торфяных почв, используемых в сельском хозяйстве. Более 2/3 торфяных почв пахотных земель относятся к маломощным (с мощностью торфа до 1 м).

Наряду с развитием эрозионных процессов в Беларуси проявляются и такие негативные изменения почв, как снижение их плодородия

из-за недостаточного внесения удобрений. Подобные изменения отмечаются примерно в половине районов страны.

Химическое загрязнение почв имеет место преимущественно в городах и зонах их влияния, в придорожных полосах транспортных магистралей, в зонах влияния полигонов складирования отходов, в местах нефтедобычи и на сельскохозяйственных землях. В городах основными загрязнителями почв выступают нефтепродукты и тяжелые металлы и, в меньшей степени, — сульфаты. Среди тяжелых металлов ведущая роль принадлежит кадмию, свинцу и цинку. Так, 24. 06. 2009 года межрайонной лабораторией аналитического контроля при Гомельской горрайинспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды был произведен отбор проб почвы на территории РУП «Гомельтормаш». В ходе проверки было выявлено превышение предельно допустимой концентрации нефтепродуктов в почве в **4,75** раза. Для территории Гомельской области характерно не водораздельное положение, а размещение в нижних частях бассейнов таких рек Беларуси, как Припять, Сож и Березина. Днепр дренирует территорию области своим средним течением. Таким образом, реки здесь отличаются высокой водностью, благодаря чему они более устойчивы к внешним воздействиям. Область отличается самой высокой степенью сохранности природных комплексов. Ее лесистость составляет 45%, что в 1,2 раза выше среднего значения (37,7%). Доля сельскохозяйственных угодий здесь наименьшая в стране — 34%. Показатель плотности населения также один из самых низких — 36 чел/км². В структуре промышленности ведущую роль играет топливная промышленность, черная металлургия, а также машиностроение и металлообработка. Состояние природной среды Гомельской области в значительной степени определяется наличием здесь радиоактивно загрязненных территорий, которые составляют **64,1%** от общей площади области. На этих территориях проживает **1012,0** тыс. чел.

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся в городах Гомеле, Мозыре, Речице, Жлобине и Светлогорске. В течение года неустойчивая экологическая ситуация наблюдалась в отдельных районах Гомеля (ул. Барыкина), Мозыря (ул. Притыцкого) и Речицы (ул. Молодежная). Загрязнение воздуха в этих городах определялось повышенными концентрациями формальдегида и суммарных твердых частиц. Результаты наблюдений в Жлобине и Светлогорске свидетельствовали о стабильном состоянии воздуха в контролируемых районах городов. В воде основных рек, протекающих по территории области, — Днепра, Припяти, Сожа и Березины — регулярно отмечалось повышенное содержание цинка, меди, марганца и железа общего. Реже фиксировались превышения ПДК по азоту аммонийному и нитритному, БПК₅ и

нефтепродуктам. Доля торфяных почв под пашней в области превышает среднюю для Беларуси величину в 1,7 раза. Из них 2/3 приходится на маломощные торфяные почвы. Вместе с тем в Гомельской области нет районов с осушением более 30% их территории. Минеральные почвы подвержены дефляции.

Гомельская область является единственным в Беларуси регионом, где осуществляется добыча нефти. Для нее характерна специфическая проблема загрязнения окружающей среды в местах нефтедобычи. На территории области находится крупный (второй по величине) полигон складирования промышленных отходов. Он представлен отвалами фосфогипса Гомельского химического завода. Вокруг полигона сформировалась зона загрязнения подземных вод на площади 0,5 тыс.га.

Город Минск. По количеству населения и производственному потенциалу Минск превосходит каждую из областей. В городе проживает **18,7%** населения страны и производится более **1/5** объема промышленной продукции. Около 60% ее приходится на продукцию машиностроения и металлообработки. Из остальных отраслей выделяются пищевая промышленность и электроэнергетика, которые вместе дают примерно пятую часть продукции. Так, только в 2007 г. в Минске было образовано **1390** тыс. т отходов производства. Из них **30%** утилизировано и **66%** удалено на объекты захоронения коммунальных отходов. На промплощадках предприятий, объектах хранения отходов (шламо- и хвостохранилищах, иловых площадках и др.) на конец года находилось **1048** тыс. т отходов. Особую опасность для окружающей среды представляют накопленные на территории предприятий **токсичные отходы** 1 и 2 классов опасности. Большую их часть составляют хранящиеся на промплощадках ТЭЦ-3 и ТЭЦ-4 шламы, содержащие ванадий. Для города особенно важное значение имеет качество вод водоемов, используемых для отдыха населения. Находятся они как в городской черте, так и на пригородной территории. Уровень загрязнения этих водоемов является самым высоким в стране. Примерно в половине случаев их опробования фиксировалось **превышение гигиенических норм** по химическим показателям и в 13,3% случаев — по микробиологическим. Особую опасность для водоемов Минска и его пригородной территории представляет биогенное загрязнение, которое способствует их эвтрофированию и осложняет тем самым использование для хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также отдыха населения. Городские и пригородные водоемы Минска имеют большие площади мелководий, вода в них летом хорошо прогревается, и они отличаются высокой подверженностью загрязнению. Поступлению в водоемы биогенных веществ способствует интенсивное развитие почвенной эрозии на территории их

водосборных бассейнов. Кроме этого, источниками данных веществ выступают отложения торфа и остатки почвенного покрова и растительности, оставшиеся на дне водоемов. Загрязнение почв, преимущественно **тяжелыми металлами** (свинцом, цинком и др.) и нефтепродуктами, прослеживается в Минске на 1/4 территории. Аномалии формируются в основном в районах старой городской застройки, вокруг источников выбросов, на пригородной территории в восточном направлении от города в соответствии с преобладающими направлениями ветров, а также в пойме Свислочи.

В Республике Беларусь органом, осуществляющим надзор за исполнением земельного и природоохранного законодательства, является прокуратура. Так, прокуратурой Гомельской области в 2010 году произведен анализ работы органов прокуратуры по надзору за исполнением земельного и природоохранного законодательства (далее – ЗПЗ). Было установлено, что в первом квартале 2010 года большинство прокуроров не обеспечили надлежащий надзор за указанными направлениями работы (Указание прокуратуры Гомельской области № 0702/02д-2010 от 20.04.2010 г.). Приказы и указания Генеральной прокуратуры Республики Беларусь и прокуратуры области об обеспечении постоянного и действенного контроля в сфере земельных правоотношений, исполняются ненадлежащим образом. Фактически данная сфера надзора в первом квартале 2010 года оказалась вне внимания прокуроров района. Согласно статистическим данным за три месяца 2010 года проведено лишь 9 проверок в сфере земельных правоотношений (в аналогичном периоде 2009 года – 20), по результатам которых вменено 4 представления (2009 – 10), 4 предписания (2009 – 11), принесено 2 протеста (2009 – 4), вынесено 4 официальных предупреждения (2009 – 7), прокурорами возбуждено 4 административных дела (2009 – 7).

Органами прокуратуры установлены **частые случаи несоблюдения** исполнительными органами **требований природоохранного законодательства** в прибрежных полосах водоемов и рек при выделении земельных участков для строительства жилья и объектов сервиса. Такие нарушения были выявлены в Национальном парке «Браславские озера», Минском и других районах республики. Так, например, согласно решения Коллегии Прокуратуры Республики Беларусь № 20/1-Зд-15/1 от 21.11.2006 г. в целях устранения нарушений законодательства органами прокуратуры внесено было **186** актов прокурорского надзора, в т.ч. внесено было **31** представление в исполкомы и администрации районов, **33** должностных лица исполнительных и распорядительных органов официально предупреждены о недопустимости нарушений закона, возбуждено **96** дел об административных правонарушениях, **12** должностных

лиц привлечены к дисциплинарной ответственности, возбуждены 4 уголовных дела в отношении должностных лиц исполнительных и распорядительных органов.

События последних десятилетий показали, что создание концепции и методик оценки риска и безопасности потенциально-опасных объектов, систем критических инфраструктур и территорий для оптимизации их проектирования, моральной долговечности, функционирования и менеджмента становится императивом XXI века. Экологический риск, который в принципе нельзя свести к нулю, хотя надо стремиться его минимизировать, становится важным фактором в развитии техносферы, взаимодействии общества и природы, обеспечении экологической безопасности. В более широком контексте управление экологическим риском - составная часть управления экологической безопасностью в мегаполисе. В связи с необходимостью минимизации экологических угроз следовало бы повысить эффективность прокурорского надзора; проводить правовое просвещение в экологической сфере, начиная с детского сада и пролонгировав его до конца жизни; подключить медиков ко всем «болевым» экологическим точкам. Организовать постоянный мониторинг за состоянием экологии с привлечением к административной, уголовной ответственности лиц, виновных в нарушении природоохранного законодательства. Достоянием гласности должны стать все имеющиеся подобные факты нарушений с указанием примененных к ним мер ответственности. Неплохим подспорьем могли бы стать и общественные организации в деле борьбы с данными нарушениями. Причем, еще раз подчеркнем, что подключение медиков к процессу мониторинга (в случае необходимости – лечения) стало бы важной гарантией защиты права на здоровье и жизнь (ее качество, продолжительность). Одной из приоритетных задач, требующих незамедлительного разрешения является питьевая вода, которая по старинке на городских станциях обеззараживается хлорированием, что оказывает весьма негативные эффекты на здоровье человека, обладая способностью биоаккумулироваться в живых организмах.

АНАЛИЗ МЕТОДИК КОНСТРУКТИВНОГО РАСЧЕТА БАРБОТАЖНЫХ АБСОРБЕРОВ С КОЛПАЧКОВЫМИ ТАРЕЛКАМИ

Рединин Ю. И., Федорова О. А. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра Э и ЗОС, redinin@bk.ru*)

Abstract. A comparative analysis of different structural calculation methods of the absorption column with a bubble-cap tray is given here. These methods can be useful for preparing a course project as an important part of engineer ecologist training. The analysis was carried out by isolation and comparison of fundamental parameters and dimensions calculated in various ways with similar initial data.

Курсовое проектирование является неотъемлемой частью учебного процесса при подготовке инженера-эколога. Для формирования общепрофессиональных компетенций в курсе процессов и аппаратов защиты окружающей среды представляется целесообразным выполнение студентами нескольких курсовых проектов, одним из которых может быть расчет абсорбционных колонн, достаточно широко применяемых в промышленности для извлечения газообразных примесей.

В данной работе приводится сравнительный анализ рекомендуемых для студентов вузов методик конструктивного расчета барботажных абсорберов с колпачковыми тарелками с целью установления их применимости для выполнения курсового проекта.

Задачами исследования являются: определение ряда принципиальных параметров и размеров, оказывающих существенное влияние на работу абсорбера, вычисление их при одинаковых исходных данных, приведенных в таблице 1.

В качестве предмета исследования были взяты труды В.М. Рамма [5], Ю.И. Дытнерского [2] и В.Н. Стабникова и коллег [4].

Из анализируемых литературных источников, наиболее полное описание абсорбционных процессов и аппаратов, содержится в монографии В.М. Рамма [5]. Монография написана на основании результатов многочисленных экспериментальных исследований процесса абсорбции и содержит некоторые противоречивые, по мнению автора, данные. Тем не менее, на основании имеющейся в [5] информации, можно выделить ряд принципиальных параметров и размеров, оказывающих существенное влияние на работу аппарата. К ним следует отнести: скорость газа в абсорбере, внутренний диаметр аппарата, суммарную площадь живого сечения газовых патрубков и их диаметр, геометрические размеры колпачка, длину и высоту сливной перегородки, высоту слоя жидкости над

водосливом, площадь сливного устройства, расстояние между тарелками и гидравлическое сопротивление тарелки. Кроме того, следует рассмотреть ряд других факторов, влияющих на процесс абсорбции, описанных в [5].

Расчет аппарата следует начинать с определения скорости газа в свободном сечении колонны, от которой зависит получаемый режим барботажа: равномерный, неравномерный и режим газовых струй и брызг. Считается, что первый режим соответствует эффективной работе аппарата.

В монографии описывается два способа нахождения скорости газа. Первый предполагает определение необходимой величины путем решения системы эмпирических уравнений относительно параметра B , для которого приводится интервал, соответствующий границам равномерного режима: от 1,5 до 10. При среднем значении $B=5$, получается рекомендуемая скорость газа, равная 5,1 м/с. Второй способ предполагает выбор скорости газа из интервала от 0,6 до 0,9 м/с. Как видно, имеется несоответствие в двух различных рекомендациях.

Далее необходимо рассчитать диаметр колонны, используя уравнение неразрывности потока и подобрать тарелку. ГОСТ 21944-76 регламентирует стандартный ряд диаметров колонных аппаратов. Геометрические параметры тарелки и колпачков можно рассчитать по имеющимся в монографии зависимостям или выбрать из каталога серийно выпускаемых тарелок. Второй способ представляется наиболее предпочтительным исходя из экономических соображений.

Для расчета тарелок не было найдено каких либо нормативных документов или ГОСТов, поэтому возможно использование каталога, приведенного в [1]. Размеры колпачка регламентирует ГОСТ 9634-81. Таким образом, все необходимые параметры колпачков и тарелки, за исключением высоты сливной перегородки, однозначно определяются вышеназванными источниками. Кроме того, отпадает вопрос обоснования выбора геометрии прорезей колпачка, так как ГОСТ регламентирует прорези только трапециидальной формы.

Гидродинамика жидкой фазы в абсорбере описана очень подробно. Приводится достаточное количество формул, описывающих строение газожидкостного слоя и его движение. На их основании определяются высота светлой жидкости на тарелке, высота слоя барботажа, высота сливной перегородки, высота жидкости над водосливом, гидравлический уклон. Равномерность распределения воды по тарелке R не превышает при нашем расчете значения 0,5, что свидетельствует, по мнению автора, о стабильности работы тарелки.

Для расчета нагрузки по жидкости рекомендуются значения линейной плотности орошения q от 10 до 50 м²/ч. При исходных данных,

приведенных в таблице 1, расчетное значение q составляет $0,072 \text{ м}^2/\text{ч}$, что не входит в интервал нормальной работы тарелки. Однако, если выбрать линейную плотность орошения из вышеуказанного диапазона, получается значение расхода воды, которое вступает в противоречие с уравнением материального баланса. Ответ на вопрос, как поступить в данном случае, не был найден.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета

Параметр	Обозначение	Значение
Объемный расход газа	V	$1 \text{ м}^3/\text{с}$
Температура	t	20°C
Давление	p	$0,15 \text{ МПа}$
Начальная концентрация хлороводорода	$C_{\text{ун}}$	$0,0017 \text{ кг/кг}$
Конечная концентрация хлороводорода	$C_{\text{ук}}$	$0,00017 \text{ кг/кг}$
<p>Очищаемый газ – воздух, абсорбент – вода, поглощаемое вещество – хлороводород. Объемный расход воды по уравнению материального баланса составит $Q=1,630 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$.</p> <p>Физические константы при условиях расчета определяются по [3].</p>		

При расчете аппарата не учитывался режим барботажа в случае открытия прорезей колпачка, так как изначально были соблюдены условия, при которых колпачки полностью закрыты водой и находятся в работе.

Скорость жидкости в сливном устройстве предлагается не принимать из интервала от $0,1$ до $0,8 \text{ м/с}$. Это связано с возможностью захвата газа жидкостью и переносом его на нижележащую тарелку. Для расчета условия захлебывания сливного устройства отсутствует достаточное количество данных.

В монографии имеется информация о влиянии перемешивания жидкости на процесс абсорбции, однако не приводится каких либо количественных критериев для практического расчета эффективности работы аппарата.

Для нахождения расстояния между тарелками в [5] предлагается два способа. Первый, основанный на зависимости расстояния между тарелками от величины брызгоуноса, достаточно сложен математически и предполагает графическое решение эмпирического уравнения, что снижает его точность. Второй способ предполагает выбор расстояния между тарелками в зависимости от диаметра абсорбера.

Расчет гидравлического сопротивления тарелки не вызывает каких либо затруднений и противоречий. Стоит отметить лишь то, что

формула для определения сопротивления газожидкостного слоя на тарелке носит приближенный характер.

В учебном пособии Ю.И. Дыгнерского «Основные процессы и аппараты химической технологии» [2] рассматривается подробный расчет насадочного абсорбера и абсорбера с провальными тарелками. Для расчета абсорбера с колпачковыми тарелками имеются лишь некоторые данные и формулы, которые, всё же, позволяют рассчитать практически все размеры и параметры аппарата, выделенные ранее в качестве принципиальных.

Скорость газа предлагается определить по величине F-фактора, значение которого должно лежать в пределах от 0,48 до 2,8 в случае эффективной работы абсорбера. Определив скорость газа, несложно найти диаметр колонны по уравнению неразрывности потока.

Каких либо рекомендаций или формул для определения геометрии тарелки и колпачка в учебном пособии не приводится. При расчете по исходным данным, приведенным в таблице 1, тарелку выберем из каталога, имеющегося в [1]. Конструктивные размеры колпачка определим по ГОСТ 9634-81.

Для расчета гидродинамики контактирующих фаз имеется ряд зависимостей, но количество уравнений в системе, составленной из них, превышает количество неизвестных в этих уравнениях, что говорит о том, что система не имеет решения.

Расстояние между тарелками можно определить по одной из приведенных в [2] формул, зная высоту колпачка. Для определения этого же расстояния через величину брызгоуноса не хватает данных.

Гидравлическое сопротивление тарелки рассчитывается аналогично способу, описанному в монографии В.М. Рамма [5].

В учебном пособии под ред. В.Н. Стабникова «Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств» [4] дан пример расчета абсорбера с колпачковыми тарелками. Стоит отметить необоснованность некоторых выполняемых действий и принимаемых решений при расчете абсорбера по этой методике. По эмпирическим формулам рассчитываются только величина скорости газа в аппарате, высота слоя жидкости над сливной перегородкой и сопротивление слоя жидкости на тарелке. Остальные величины принимаются без каких либо оснований. Количественных критериев для описания эффективной работы аппарата не приводится. Тем не менее, в пособии имеется очень подробный и наглядный расчет геометрии колпачка и газового патрубка, который отсутствует в ранее рассмотренных источниках.

Произведя расчет основных параметров и размеров аппарата, используя данные, приведенные в таблице 1, по трем методикам, получаются значения, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение параметров и размеров аппаратов, рассчитанных по различным методикам

Параметр	[5] Способ 1	[5] Способ 2	[2]	[4]
Скорость газа, м/с	0,884	5,1	0,884	0,884
Диаметр аппарата, мм	1200	500	1200	1200
Площадь газовых патрубков, м ²	0,103	0,014	0,103	0,123
Диаметр патрубка, мм	60	40	60	70
Диаметр колпачка, мм	100	60	100	102
Длина сливной перегородки, мм	818	280	818	849
Высота сливной перегородки, мм	49	1332		60
Высота жидкости над водосливом, мм	2,4	6		0,7
Гидравлический уклон, мм	18	$2 \cdot 10^{-7}$		
Площадь сливного устройства, м ²	0,057	0,007	0,057	0,00013
Расстояние между тарелками, мм	400	300	330	300
Гидравлическое сопротивление тарелки, Па	746	22112	746	868

Анализируя полученные значения, можно сделать вывод о неприменимости второго способа расчета, описанного в монографии В.М. Рамма, и необходимости разработки методики расчета барботажной

абсорбционной колонны с колпачковыми тарелками, представляющей «симбиоз» описанных выше.

Литература:

1. **Лацинский, А.А.** Основы конструирования и расчета химической аппаратуры : справочник / А.А. Лацинский, А.Р. Толчинский; под ред. Н.Н. Логинова. – 2-е изд. – Л. : Машиностроение, 1970. – 752 с.
2. **Основные** процессы и аппараты химической технологии : пособие по проектированию / Г.С. Борисов [и др.] ; под ред. Ю.И. Дытнерского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Химия, 1991. – 496 с.
3. **Павлов, К.Ф.** Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков ; под ред. П.Г. Романкова. – 13-е изд. – М. : Альянс, 2006. – 576 с.
4. **Проектирование** процессов и аппаратов пищевых производств : учеб. пособие для вузов / В.Н. Стабников и [др.]; под ред. В.Н. Стабникова. – Киев : Вища школа, 1982. – 199 с.
5. **Рамм, В.М.** Абсорбция газов : монография / В.М. Рамм. – 2-е изд. – М. : Химия, 1976. - 656 с.

Биоресурсы,
устойчивость
и развитие
экосистем
субарктики

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОСВОЕНИЕ В АКВАКУЛЬТУРЕ МОРСКИХ РЕСУРСОВ ГИДРОСФЕРЫ

Шошина Е. В., Анохина В. С., Кравец П. П. (*г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра биологии, anohinavs@mstu.edu.ru*)

The questions of industrial development of water area around of Kola peninsula with use of domestic innovations in the field of cultivation coldwater of natives of sea kinds - cods, mussels and seaweed are discussed

Мировая практика показывает, что увеличение выпуска полезной продукции без увеличения объемов изъятия природных ресурсов может быть достигнуто расширением масштабов освоения ресурсов гидросферы путём культивирования гидробионтов.

В мире аква- и её составляющая марикультура обеспечивают до 40 % рыночного оборота продукции рыбохозяйственной отрасли. Например, Франция на 50 % обеспечивает свое внутреннее потребление чёрной икры за счет продукции местных рыбозаводов. В России на долю аквакультуры (включая марикультуру), приходится только 3 % всего улова (Горбунов, 2008).

После распада СССР в прогнозах будущего аквакультуры чрезвычайно возросла роль северных регионов страны (Душкина, 1998). Экспертный анализ потенциала морских акваполигонов, который мы провели, дают основание рассматривать марикультуру в Белом и Баренцевом морях в качестве перспективного и крайне необходимого для отрасли направления экономической деятельности. По нашей оценке только в баренцевоморских водах общая площадь акватории, пригодной для организации марихозяйств составляет около 15 тыс. га (Анохина, 2002). Поверхность водной глади непосредственно под садковые комплексы, с учетом наличия свободных участков под пар, а также требований к соблюдению дистанции между комплексами, составляет, по нашим расчетам, около 250 га.

Своеобразие климатических и гидрологических условий в губах и заливах Баренцева моря предопределяет преимущественное развитие в регионе холодноводного рыбоводства и существенно влияет на выбор объектов культивирования.

Треска. В перечне видов рыб, перспективных для выращивания, особое место занимает абориген Баренцева моря – атлантическая треска *Gadus morhua* (Сорокин, Исаев, Анохина, 2004; Журавлева, 1998; Карпевич, 1998). Передовые позиции по промышленному освоению разных форм культивирования трески принадлежат Норвегии, где объёмы куль-

тивирования этого вида уже достигли 20 тыс. т и продолжают расти. В числе разрабатываемых концепций достаточно распространенной является система, которая основывается на отлове живой трески, размещения ее в морских садках и доведении рыбы до рыночных размеров, поскольку отлов и дорасщивание трески посредством управляемого производства позволяют в нужные сроки выгодно предлагать на рынок относительно дешевую и качественную рыбную продукцию. Дикая молодь трески вылавливается в качестве прилова при промысле взрослых рыб щадящими орудиями лова, например, при снюрреводном лове или лове кошельком.

В территориальных водах Западного Мурмана чрезвычайно ограничено число участков для эффективного снюрреводного лова, тем не менее, в Мотовском заливе, например, имеется относительно ровный участок с песчано-галечным грунтом, с перепадом глубин от 50 до 75 м, пригодный для этих целей. Снюрреводный лов живой трески с целью промышленной заготовки посадочного материала рекомендуется выполнять в весенне-летний период, когда световой день продолжителен, количество штормовых дней минимально, а скопления отнерестившейся трески и молодь этого вида сосредоточены на мелководье. Для заготовки трески возможно использовать траловый лов, ярусный лов, а также лов ручными и электронными удами. Результирующие данные по росту отловленных рыб и накоплению биомассы на рыбоводном хозяйстве, показатели их смертности в период акклимации и последующей адаптации к условиям содержания приводят к выводу, что наиболее эффективным сезоном для зарыбления морских комплексов является период с апреля по октябрь (Анохина и др., 2006). При любом способе отлова живой трески для марикультуры число травмированных особей возрастает пропорционально глубине поддѣва рыб.

При траловом лове положительный экономический эффект достигается при условии локального прибрежного промысла тралом в незначительном удалении от рыбоводных ферм. Результативность дорасщивания определяется также исходными размерами отловленной молоди, гидрологической ситуацией, сезоном лова и другими факторами. Существенное значение имеет ресурсное обеспечение. Как правило, предприятия, владеющие ловецкими судами, следовательно, ресурсами, добиваются высокой рентабельности. Тресковые хозяйства с объемом производства товарной рыбы более 600 т в год обеспечивают рентабельность более 40 %, и этот показатель будет возрастать при условии прямого выделения ресурсов под культивирование трески.

Более сложной является задача промышленного внедрения разработок по искусственному воспроизводству этого вида в прибрежных

баренцевоморских водах. Существующие технологии по производству молоди трески от икры опираются на новейшие технологические разработки и требуют существенных материальных вложений (Анохина, 1996; Журавлёва, 1998). На фоне экономических трудностей ни государство, ни частные инвесторы пока не готовы выделять финансовые ресурсы под такие проекты. С целью удешевления производства молоди нами разработан принципиально новый способ инкубации икры и перерождения личинок на питание в естественных условиях, максимально приближенных к природным, получены хорошие результаты в эксперименте. Промышленное внедрение инновации потребует подтверждения результатов эксперимента на установках полупромышленного типа.

Водоросли. Несмотря на многие преимущества культивирования перед сбором водорослей из естественных зарослей, культивирование водорослей остается мало освоенным в нашей стране. Вместе с тем в мире доля культивируемых видов в общем объеме использования водорослей составляет около 80 %. В России освоено опытно-промышленное культивирование ламинариевых водорослей в Японском море - ламинарии японской (*Laminaria japonica*), в Баренцевом и Белом морях - ламинарии сахаристой (*Laminaria saccharina*). Как показало опытное культивирование ламинарии сахаристой на Мурманском побережье, ламинариевые хозяйства могут быть рентабельными и в нашем регионе (Макаров, 1998).

Экспертные расчеты обеспечения питательными веществами ламинарии при выращивании в условиях плантации в губе Дальнеземецкой показали, что интенсивность водообмена в объеме полога растений равна: $\mu_{H_2O} = \Delta V/V \cdot 1/t = 2,4 \times 10^3$ в год. Эта величина лежит в диапазоне, характерном для производственных аквакультурных систем и свидетельствует о высокой проточности объема плантации. Среднегодовая концентрация нитратного азота в бухте составляет 30 мкг N на л, тогда за год через объем, занимаемый пологом ламинарии, может пройти примерно $5,3 \times 10^2$ кг N; в урожае двухлетней ламинарии на всей площади плантации содержится около 45 кг N. При оптимальной организации плантации ламинарии можно оперировать целым рядом параметров - это рождаемость и смертность, посев спор и уборка урожая. Управляемыми являются параметры плотности - плотность распределения растений на субстратах, плотность распределения субстратов на плантации, расположение субстратов по отношению к свету и другие.

На Севере плантации водорослей могут быть созданы для многоцелевого назначения - получения товарной массы для использования в сыром виде, для переработки и извлечения биологических веществ (Шошина, 1998). Представляется важным создание плантаций макриво-

дорослей как естественных биофильтров для очистки воды в аквахозяйствах при выращивании беспозвоночных и рыбы, для очистки сточных и эфтрофированных вод. Выбор культивируемого вида зависит от конечного продукта, который мы желаем получить на выходе, кроме того, от климатических условий, расположения плантации, интенсивности движения воды и других факторов. На Севере перспективными для культивирования являются прежде всего бурые водоросли - виды ламинариевых (*Laminaria saccharina*, *L. digitata*, *Alaria esculenta*). Из красных водорослей северного региона возможно культивирование пальмари (Palmaria palmata), порфиры (*Porphyra miniata*). Для очистки сточных вод могут быть использованы зеленые водоросли (*Enteromorpha prolifera*). В Баренцевом и Белом морях обитает целый ряд видов, представляющих интерес для культивирования и переработки с целью извлечения ценных биологически активных веществ (Шошина, 1998).

Водоросли, как первичные продуценты, являются перспективными объектами при создании поликультурных хозяйств. Экспериментально показано перспективность создания бикультуры «ламинария+мидия» в условиях Белого моря (Макаров, Кулаковский, 1982).

Мидии. Среди различных объектов марикультуры особое значение имеют двустворчатые моллюски, и одно из первых мест занимают, несомненно, мидии (Душкина, 1998; Кулаковский, Кунин, 1983; Скарлато и др., 1985). В прибрежных водах Баренцева моря мидия широко распространена и является руководящей формой в биоценозах литоральной и верхней сублиторальной зон. На Восточном Мурмане ее литоральные поселения совпадают с границей ареала вида в Северо-Восточной Атлантике.

В морях Европейского Севера России до последнего времени достаточно успешно осуществлялось выращивание мидий только на Белом море, хотя экспериментально доказано, что и в прибрежной зоне Баренцева моря мидия является перспективным объектом для культивирования (Федоров, 1983, 1987). Опытное выращивание мидий на Западном Мурмане показало, что в условиях Заполярья, при условии, что моллюски достигают товарного размера за трехлетний период, мидиевые фермы показывают хорошую рентабельность (Федоров, 1987). За 10 месяцев подрачивания здесь собирали по 10-12 кг мяса с 1 м² площади, что при пересчете составляет 120 т с одного гектара плантации в год. Опыт экспериментального выращивания мидий на Восточном Мурмане был также успешен (Костылев, 1989). Тем не менее, и промысел, и марикультура мидий на Мурмане не получили до настоящего времени заметного развития (Гудимов, 1998).

Как известно, успешная эксплуатация искусственных мидийных плантаций сопряжена с наличием в расположении хозяйства устойчивых естественных поселений моллюска - мидийных банок. Поэтому поиск акватории для размещения фермерских плантаций всегда сопровождается предварительными исследованиями по оценке пространственной структуры, продуктивности и состояния ресурсов естественных поселений мидии.

Масштабные исследования мидий Кольского залива проводились в 1960-1970-х годах (Романова, 1969; Антипова и др., 1984). В начале 1960х годов были зафиксированы высокие плотности и биомассы (10-20 кг/м²) моллюсков в поселениях губ Западного Мурмана и северной части Кольского залива. В начале 1980х годов было отмечено значительное, по одним данным за 20 лет в 20 раз, по другим, почти на два порядка, повсеместное сокращение обилия мидий по сравнению с предыдущими исследованиями. Был сделан вывод о нестабильности популяций мидии на Мурмане (Романова и др., 1982). В качестве вероятного фактора динамики рассматривалась температура воды, поскольку 1960е годы были десятилетием с относительно низкими средними температурами (Агарова, 1979; Антипова и др., 1984).

По нашим наблюдениям на литорали баренцевоморского побережья мидии встречаются повсеместно, не образуя четко выраженного пояса. Однако за последние годы ситуация мало изменилась и относительная среднесуточная деградация мидиевых поселений значительна, хотя на некоторых литоральных поселениях и отмечается некоторое увеличение биомассы. Плотность поселений на отдельных участках достигает нескольких тысяч экземпляров, а биомасса — нескольких килограммов на 1 м². Наиболее крупные моллюски населяют средний и нижний горизонты.

По данным А.Э. Песова (2008) в прибрежной зоне Кольского полуострова мидии встречались от средней литорали до глубины 25 м. Суммарный запас мидии оценен им в 665 млрд. экз. или в 2207 тыс. т; из них на литорали — 57 тыс. т, в сублиторали — 2150 тыс. т, в том числе в районах Западного Мурмана запас составляет около 300 тыс. т (Песов, 2008).

По нашим данным ресурсы литоральных мидий, населяющих берега Западного и Восточного Мурмана, составляют 19649,3 т. при этом моллюски промыслового размера (от 3 см) составляют 35,6% (см. табл.).

Ресурсы мидий в российской зоне баренцевоморского побережья

МНТК «Наука и образование - 2011»

Район исследования	Запас <i>Mytilus edulis</i> , т.	Доля промысловых особей (от 3 см), %
Кольский залив		
м. Притыка	108	24
Абрам-Мыс	264	19
м. Мишуков	360	27
б. Белокаменка	440	23
б. Ретинская	1602	84
губа Грязная	мидии отсутствуют	---
губа Тюва	5125,5	72
губа Пала	мидии отсутствуют	---
м. Березов	162,4	13
Всего:	8061,9	
Восточное побережье		
губа Ярнышная	2167,4	25
губа Дальнезеленецкая	1320	9
Всего:	3487,4	17
Западное побережье		
губа Печенга	8100	60
Всего:	19649,3	35,6

Оценивая общее состояние ресурсов и перспективы промысла мидии необходимо принять во внимание тот факт, что изъятие мидии в сублиторальной зоне, где моллюск образует самые значительные промысловые скопления, сопровождается существенными финансовыми затратами и потому нерентабельно. Учитывая наши данные, можно констатировать, что вывод о проблематичности промысла мидии в прибрежной зоне Мурмана остается вполне обоснованным, соответствующим современной ситуации, тогда как вопрос о развитии аквакультуры мидий на Мурмане приобретает всё большую актуальность.

О ФОРМИРОВАНИИ ИННОВАЦИОННОГО ЦЕНТРА АКВАКУЛЬТУРЫ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ РОССИИ

Анохина В. С., Шошина Е. В. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра биологии, anohinavs@mstu.edu.ru*)

The reasons constraining development aquaculture in region are discussed; it is offered to develop an innovative infrastructure of High Schools and to create on the basis of MGTU the profile innovative center with a wide spectrum of functions.

Расширение российского производственного сектора на приграничных территориях за счёт эффективного развития рыбоводства во внутренних водоёмах и на обширной морской акватории, прилегающей к Кольскому полуострову, создаёт основу для успешной реализации национальной морской политики и социальной стабильности в баренцево-морском регионе.

Вместе с тем, функции управления, координации и развития аквакультуры на уровне региона сведены к минимуму, нет стратегии производства посадочной рыбы для фермерских хозяйств, не упорядочена законодательная система по их размещению, не используются возможности отечественного кормопроизводства, не отлажена система сбыта выращенной рыбы и т.п. В результате этот достаточно перспективный для Мурманской области сектор рыбной отрасли развивается стихийно и недопустимо медленно по сравнению с другими странами. Экономическая эффективность функционирующих в регионе предприятий аквакультуры невысока, на результатах их деятельности крайне негативно отражается низкий уровень применяемых технических и технологических разработок, который значительно отстает от современных достижений мировой индустриальной аквакультуры.

Из числа причин, ответственных за сложившуюся негативную ситуацию, считаем необходимым особо отметить следующие позиции:

1. - значительная ведомственная разобщённость и, как следствие, распыление интеллектуальных и материальных ресурсов;
2. – некомпетентное использование административного ресурса;
- 3.- ограниченность путей выхода на рынок с инновационными проектами;
4. - отсутствие инновационного мышления в реальном секторе экономики, приводящее к слабой инвестиционной активности в научно-коммерческом секторе;

Основные риски развития инновационной экономики в регионе, как и в России в целом, в значительной степени связаны с кадровым обеспечением, с вопросами правового регулирования и оценки коммерческой стоимости интеллектуальной собственности, интеллектуального капитала и результатов интеллектуальной деятельности.

На общем негативном фоне чётко просматривается положительный вектор в сфере новейших технических и технологических разработок прикладной направленности, выполненных на базе вузов и НИИ региона. Высокий интеллектуальный потенциал и уровень изобретательской активности этих структур отвечают современным государственным приоритетам модернизационной экономики, но достижения отечественной науки в области культивирования гидробионтов слабо внедряются в производство, устаревают и быстро утрачивают конкурентное преимущество.

Модернизация производства и интенсификация отечественной экономики для своей реализации нуждаются в накопленном интеллектуальном потенциале ВУЗов, поэтому не случайно первым этапом реализации планов Правительства РФ по коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности является посыл на развитие инновационной инфраструктуры ВУЗов и концентрацию интеллектуальных и финансовых ресурсов в немногочисленных профильных инновационных центрах.

МГТУ, как одно из крупнейших на севере Европы научно-образовательных учреждений рыбохозяйственного профиля с мощным интеллектуальным капиталом, может рассматриваться в качестве основного претендента для формирования базовой структуры Инновационного центра аквакультуры в Баренцево-Беломорском регионе.

Многоплановость организационно – хозяйственных задач, решаемых аквакультурой, формирует широкий спектр функций центра, в их числе: разработка стратегии развития аквакультуры в регионе, её научное и кадровое обеспечение; подготовка научных обоснований по

профилу; продвижение вопросов коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности, созданных в вузах и НИИ; оценка интеллектуальной собственности и интеллектуального капитала с позиций инновационного развития региональной аквакультуры; экспертиза региональных инновационных проектов; регуляция инновационного обмена; формирование молодежных программ поддержки изобретательства и творческой инициативы среди школьников, студенчества и молодых специалистов и др.

Инновационный центр аквакультуры логически впишется в формирующуюся структуру управления развитием аквакультуры на Европейском Севере РФ.

В оптимальном варианте видится трёхуровневая иерархическая структура административно-хозяйственного управления рыбоводством, которая строится по принципу треугольной пирамиды.

Первый уровень - федеральный

Госзаказ обеспечивает финансирование приоритетных НИР федерального значения и базовых инновационных разработок, контролирует их своевременную и полную реализацию и целевое использование средств федерального бюджета.

Второй уровень – региональный

1. Региональный административный - Губернские органы власти, Областной комитет по рыболовству, законодательное собрание МО.

Разрабатывают, поддерживают и осуществляют мероприятия по привлечению инвестиций. Обеспечивают региональную поддержку коммерциализации интеллектуальной деятельности вузов и госзаказ на пищевую продукцию аквакультуры. Содействуют выделению биологических ресурсов под инвестиционные проекты, выделению кредитов на закуп кормов, приобретение оборудования, переработку.

Законодательное собрание формирует и принимает пакет региональных правовых норм и лоббирует внесение поправок в федеральные законы, а также регламентирует хозяйственную деятельность на внутренних водоёмах и утверждает краткосрочные программы, финансируемые из местных бюджетов.

2. Региональный инновационный. На базе Инновационного центра аквакультуры при МГТУ формируется независимая постоянно действующая межведомственная экспертная группа для оценки инноваций, координации исследований, корректировки направлений развития региональной аквакультуры и пр.

Третий уровень – региональный производственный (частные инвесторы)

1. Технопарк – базисное звено производственного сектора. Централизованные поставки кормов, оборудования, посадочного материала, топлива, инвентаря и расходных материалов; текущий ремонт и техническое обслуживание, в том числе нового оборудования; комплектование, поставка и монтаж «под ключ» садковых комплексов и береговых фермерских хозяйств и т. п.

2. Питомники по производству посадочного материала.

3. Завод по производству кормов.

4. Комплексные хозяйства по прибрежному лову и аквакультуре.

5. Предприятия переработки.

6. Централизованный сбыт и маркетинг.

Реализация предложений по развитию инновационной инфраструктуры региона и создание Инновационного центра аквакультуры на базе МГТУ придадут новый импульс развитию аквакультуры на территории Европейского Севера России.

ПЕРСПЕКТИВЫ АКВАКУЛЬТУРЫ В РОССИЙСКОЙ ЗОНЕ АРХИПЕЛАГА ШПИЦБЕРГЕН

Анохина В. С. (*г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра биологии, anohinavs@mstu.edu.ru*)

On Archipelago Spitsbergen in installations opportunities of cultivation of a trout are discussed with the closed cycle of water delivery

В настоящее время ширится мировая тенденция на выращивание товарной рыбы в высокорентабельных, экологически безопасных установках индустриальной аквакультуры с замкнутой системой водообеспечения, оборудованных недорогими и несложными для исполнения биореакторами.

В России имеется определенный опыт проектирования и эксплуатации современных биоустановок, в которых выращивают форель, карпа, осетров. Оригинальные разработки с автоматической регуляцией основных технологических параметров обеспечивают низкую энергоёмкость систем регенерации, высокую экономичность по воде и теплу, небольшие площади застройки, максимально полное использование побочных продуктов очистки и высокую рыбопродуктивность (до 200 кг на куб. м) на единицу объема воды рыбоводной емкости.

Современные установки представляют собой циркуляционные рыбоводные системы, оснащённые биогенераторами с многократным использованием воды. Единственный побочный продукт – избыточный

ил на биофильтрах. Его после отжима собирают и используют как кормовую добавку с высоким содержанием белка или как высокоэффективное удобрение. Установки можно эксплуатировать в условиях любых отраслей и производств в качестве подсобных хозяйств для получения рыбы.

Положительный опыт работы на аналогичной установке небольшой мощности (до 30 т форели) был получен нами в девяностые годы прошлого века: биоустановка по выращиванию форели успешно эксплуатировалась в Мурманской области с 1992 по 1995 г.г. Этапы технологического процесса типичны для береговых хозяйств и позволяют осуществлять выращивание рыбы в круглогодичном цикле с периодическим (по мере необходимости) изъятием части продукции. Биотехнические нормативы известны, хотя и требуют уточнения на каждом конкретном хозяйстве.

В настоящее время в г. Мурманске эксплуатируется система водоподготовки по замкнутому циклу на новом береговом форелевом комплексе «Огни Мурманска». На базе комплекса ведутся поисковые исследования по оптимизации процессов выращивания и повышения эффективности работы установки. Уточняются оптимальные значения технологических параметров, отрабатывается нормативная база для основного объекта – радужной форели.

Имеющийся отечественный опыт выращивания форели в установках замкнутого цикла водообеспечения чрезвычайно интересен с позиции оценки возможностей организации уникального экологичного хозяйства по марикультуре в условиях Шпицбергена, в расположении Рудника «Баренцбург» Треста “Арктикуголь”. Выполненные нами ранее ознакомительные исследования местности и гидрологическая характеристика близлежащей акватории свидетельствуют о благоприятных условиях для индустриального культивирования рыб в районе пос. Баренцбург. К первостепенным факторам, способствующим организации выращивания таких объектов, как форель, арктический голец, атлантический лосось, относятся:

- острая потребность в пищевой рыбе для нужд жителей поселка и работников Рудника «Баренцбург»;
- возможность обеспечить дополнительные рабочие места;
- дешевая тепловая энергия;
- обилие морской и пресной воды требуемого качества;
- наличие вблизи поселка пресноводного озера с вытекающей из него речкой, куда заходят проходные лососи;
- наличие необходимой инфраструктуры, неиспользуемых жилых и производственных помещений;

- политическая целесообразность расширения производственного сектора и укрепления позиций России на архипелаге.

Предварительный анализ гидрометеорологических условий в районе поселка Баренцбург и на прилегающей акватории позволяет рекомендовать организацию производства по выращиванию лососевых и морских рыб в экологически безопасной индустриальной береговой установке с замкнутым через биореактор водообменном. На прилегающей к посёлку акватории может быть весьма перспективным и экономически приемлемым использование подводных автономных садков отечественного производства для доращивания молоди трески.

Строительство береговой установки в пос. Баренцбург уже на первом этапе позволит получать до 200 т и более лососей и трески в течение года, что полностью удовлетворит потребности жителей поселка в свежей и дешевой пищевой рыбе высокого качества. В перспективе реально расширение масштабов производства рыбы для ее фабричной переработки и поставок на материк. Предварительная стоимость проекта определена в сумме до 3 млн. долларов США. Окончательная цена будет зависеть от выбора объекта выращивания и мощности марикомплекса.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ В РОССИИ

Данилова Т. М., Анохина В. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биологии, danilova_t87@mail.ru)

The aquaculture develops in Russia low rates. One of principal causes is absence of legislative base. Existing laws often contradict each other. It is necessary to pass the law on an aquaculture which will improve legal base of our country.

Несмотря на общемировую тенденцию роста доли аквакультуры в производстве рыбных продуктов, ситуация в России пока не может считаться даже относительно благополучной. В последнее время наметился определенный всплеск интереса со стороны рыбоводов к аквакультурным установкам как неотъемлемой части интенсивного рыбоводства, что стало своего рода отображением тех процессов, которые были начаты в большинстве зарубежных стран еще более 10 лет назад. Ныне Россия не входит даже в первую двадцатку стран – лидеров в области аквакультуры. В России производится примерно 0,2% от общемирового объема продукции аквакультуры. Это ничтожно мало.

Одной из основных причин неразвитости аквакультуры нашей страны является отсутствие законодательной и нормативно-правовой базы, отражающей её современные реалии.

Отсутствие комплексной законодательной базы и государственной поддержки сдерживает выход аквакультуры из кризиса и перехода к рыночным механизмам управления подотраслью, формированию соответствующей рыночной инфраструктуры, эффективной системы ее функционирования и развития.

Правовые нормы регулирования отношений в области аквакультуры, содержащиеся во многих нормативных правовых актах, нередко противоречат друг другу и не учитывают в должной мере специфику отношений в данной области. Отсутствуют унифицированные определения понятий «аквакультура», «акклиматизация водных организмов», «искусственное воспроизводство», «товарная аквакультура», «племенная организация», «генофондная (генетическая) коллекция» и многие другие.

Действующие федеральные законы, регулирующие отдельные общие вопросы использования, воспроизводства и охраны водных биоресурсов не учитывают специфику деятельности в области аквакультуры.

Федеральным законом от 20.12.2004 г. №166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» регламентируются отношения, главным образом возникающие в области рыболовства, т.е. добычу (вылов) водных биологических ресурсов, находящихся в естественной среде обитания, но он не предусматривает положения о содержании и разведении объектов животного и растительного мира. Процедура определения допустимого вылова, квот, запретов и других норм регулирования прописана без учета интересов и нужд предприятий аквакультуры. Таким образом, детального правового регулирования в области аквакультуры в данном законе нет.

С одной стороны, Закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» содержит в себе положения о договоре пользования рыбопромысловым участком в различных целях, включая и промышленное рыболовство (ст. 39), что по терминологии Закона и означает аквакультуру.

С другой стороны, в статье 23 этого закона только провозглашается, кто вправе осуществляется рыболовство в целях рыбоводства, воспроизводства и акклиматизации водных биоресурсов. Статья 45 «Искусственное воспроизводство водных биоресурсов» и статья 46 «Акклиматизация водных биоресурсов» носят общий, постановочный характер.

Федеральный закон «О животном мире» (от 24.04.1995 г. №52-ФЗ) ст. 3 лишь провозглашает; что указанным законом регулируются отношения в области охраны и использования объектов животного ми-

ра, содержащихся в полувольных условиях или искусственно созданной среде обитания. Однако, механизм реализации не прописан. Только ст. 26 устанавливает право содержания и разведения объектов животного мира в полувольных условиях и искусственно созданной среде обитания на условиях лицензий специально уполномоченных государственных органов по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира и среды их обитания.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (от 10.01.2002 г. №7-ФЗ) содержит в себе всего лишь положение (статья 60) о сохранении генетического фонда редких и находящихся под угрозой исчезновения растений, животных и других организмов в низкотемпературных генетических банках, а также в искусственно созданной среде обитания.

Положения Федеральных законов «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации» (от 31.07.1998 г. №155-ФЗ), ФЗ «О континентальном шельфе Российской Федерации» (от 30.11.1995 г. №187-ФЗ), ФЗ «Об исключительной экономической зоне Российской Федерации» (от 17.12.1998 г. №191-ФЗ) не предусматривают регулирование отношений в области аквакультуры.

В сельскохозяйственном законодательстве («О племенном животноводстве» от 03.08.1995 г. №123-ФЗ; «О крестьянском (фермерском) хозяйстве» от 11.06.2003 г. №74-ФЗ; «О ветеринарии» от 14.05.1993 г. №4979-1) отсутствуют положения в части разведения и выращивания рыб, водных беспозвоночных и растений.

Таким образом, правовые нормы регулирования отношений в области аквакультуры фрагментарны, разбросаны по многим нормативным правовым актам, нередко противоречат друг другу и не учитывают в должной мере специфику отношений в области аквакультуры.

В 2003 г была разработана «Концепция развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 г.», одобренная распоряжением Правительства Российской Федерации, которая определила, что важнейшей составляющей рыбохозяйственного сектора экономики любого развитого государства является аквакультура и интенсивное развитие этого направления - одна из главных задач.

Исходя из этих обстоятельств, в 2003 г. Комитет Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации по аграрно-продовольственной политике направил обращение в Совет Палаты Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации о необходимости скорейшей подготовки проекта модельного закона «Об аквакультуре».

Основной целью разрабатываемого проекта модельного закона «Об аквакультуре» является формирование необходимой для развития аквакультуры нормативно-правовой базы, направленной на создание условий для роста реальных объемов продукции от гидробионтов в объектах аквакультуры и сохранения численности гидробионтов в водных объектах, с целью полного удовлетворения спроса населения на пищевую продукцию и укрепления продовольственной безопасности государств-участников СНГ.

Закон должен установить основания и определить единый подход и порядок деятельности хозяйств аквакультуры независимо от их форм собственности, а также использования продукции аквакультуры для удовлетворения продовольственных, сырьевых, рекреационных, социальных и иных потребностей человека с учетом интересов нынешнего и будущего поколений, обеспечения продовольственной безопасности страны.

Предполагается, что Законопроект определит государственную поддержку юридическим и физическим лицам-владельцам аквакультурных хозяйств и предусмотрит создание системы финансовой и правовой защиты их интересов. Принятие законопроекта позволит создать нормативную правовую базу для повышения эффективности реализации государственной политики в области развития аквакультуры, привлечения инвестиционных ресурсов, что увеличит получение пищевой рыбной продукции и укрепит продовольственную и экономическую безопасность России. Одновременно это позволит увеличить занятость трудоспособного населения и улучшить социальную обстановку в регионах.

В настоящее время проект федерального закона со всеми необходимыми для согласования, рассмотрения и принятия закона документами проходит длительные согласования в различных Министерствах и ведомствах.

Принятие закона «Об аквакультуре» Российской Федерации необходимо. Он позволит объединить правовые нормы, регулирующие отношения в данной области, повысить устойчивость финансового положения отдельных хозяйств, улучшить правовую базу, укрепить социальную сферу за счет увеличения рабочих мест в процессе развития предприятий аквакультуры, возместить потери запасов водных биологических ресурсов за счет выпуска объектов аквакультуры в водные объекты.

Литература:

1. **Беляев, В. А., Шевченко, В. В., Овсянников, В. П., Никонов, С. И.** Биоэкономические перспективы развития прибрежного рыболовства и аквакультуры. – М. : Экономика и информатика, 2007. – 144 с.
2. **Зиланов, В. К., Лука, Г. И.** Аквакультура Норвегии. – М. : Изд-во ПИПРО, 2009. – 357с.

3. **Зиланов, В. К., Лука, Г. И., Зеленцов, А. В.** Рыбная промышленность Норвегии в 21 веке: от морского рыболовства к марикультуре. – М. : Изд-во ВНИРО, 2008. – 275 с.
4. **Прищепа, Б. Ф., Альтов, А. В.** Состояние и перспективы развития аквакультуры на Северном бассейне – Мурманск : ПИНРО, 2008. – 54 с.
5. Рыбная промышленность Мурманской области / под ред. В. К. Зиланова. – Мурманск, 2006. – 27 с.
6. **Шилин, М. Б., Саранчова, О. Л.** Полярная аквакультура. – СПб. : РГГМУ, 2005. – 172с.
7. **Альтов, А. В.** Аквакультура Заполярья и возможные пути ее интенсификации / А. В. Альтов // Рыбное хозяйство. – 2006. - №1. – с. 69-71
8. **Багров, А. М.** Анализ некоторых аспектов «Стратегии развития аквакультуры России на период до 2020 г» / А. М. Багров, Ю .П. Мамонтов // Рыбное хозяйство. – 2008. - №2. – с. 18-23
9. **Багров, А. М.** Об основных положениях концепции федерального закона «Об аквакультуре» / А. М. Багров // Рыбное хозяйство. – 2005. - №2. – с. 9-11
10. **Бекяшев, К. А.** Кодекс ведения ответственного рыболовства и возможные пути его применения в Российской Федерации / А. К. Бекяшев // Рыбное хозяйство. – 2008. - №4. – с.57-61
11. **Богерук , А. Н.** Аквакультура России: история и современность / А. Н. Богерук // Рыбное хозяйство. – 2008. - №4. – с. 14-18
12. **Бушуев, В. П.** О законодательной базе аквакультуры / В. П. Бушуев // Рыбное хозяйство. – 2007 - №6. – с. 37-38
13. **Горбунов, Г. В.** Рыбохозяйственный комплекс России / Г. В. Горбунов // Ежемесячный информационно-аналитический вестник. – 2008. - №11. – с. 53-57
14. **Жигин, А. В.** К вопросу о разработке федерального закона «Об аквакультуре» / А. В. Жигин // Рыбное хозяйство. – 2006. - №2. – с. 26-27
15. Журавлева, Н. Г. Развитие марикультуры рыб в северных странах / Н. Г. Журавлева, Т. М. Ларина // Вестник МГТУ. – 2009. – Т. 12, №12. – с. 24-27
16. **Зайцева, Ю. Б.** Рыбохозяйственная наука: вчера, сегодня, завтра / Ю. Б. Зайцева // Рыбное хозяйство. – 2008. - №4. – с. 25-28
17. **Зиланов, В. К., Лука, Г. И.** Аквакультура Норвегии: от научных экспериментов к промышленным масштабам / В. К. Зиланов, Г. И. Лука // Рыбное хозяйство. – 2009. - №4 – с. 46-48
18. **Иванов, Д. И., Зинчук, В. К.** О некоторых аспектах нормативно-правовой базы по промышленному рыбоводству (аквакультуре) / Д. И. Иванов, В. К. Зинчук // Финансовый эксперт. – 2009. – №1(16). – с. 48-52

19. **Киселев, А. Ю., Нестеренко, А. А.** Некоторые принципы стратегии и развития рыбоводства во внутренних водоемах Российской Федерации / А. Ю. Киселев, А. А. Нестеренко // Вопросы рыбоводства. – 2006. - №7. - с. 414-428.
20. **Мамонтов, Ю.П.** О мерах по развитию аквакультуры в Российской Федерации/ Ю. П. Мамонтов // Рыбное хоз-во. – 2006. - №3. - с. 16-19.
21. **Матишов, Г. Г., Пономарева, Е. Н., Балыкин, П. А.** Аквакультура: мировой опыт и российские разработки / Г. Г. Матишов, Е. Н. Пономарева, П. А. Балыкин // Рыбное хозяйство. – 2010. - №3. – с. 24-28
22. **Никоноров, С. И.** Аквакультура: формирование современной нормативно-правовой базы / С. И. Никоноров // Вопросы рыбоводства. – 2006. – Т. 7, №3 (27). – с. 385-41
23. **Сиваков, Д. О.** Правовое регулирование рыбоводства / Д.О. Сиваков // Законодательство и экономика. – 2009. - №4. – с. 75-81
24. **Силкин А. Н., Шпаченков Ю. А.** Экономические проблемы развития рыбохозяйственного комплекса России в перспективе // Инф.-аналитический сб. "Мировой океан: использование биологических ресурсов". - М.: СОПС. - 2008. - №2. - с. 14-41
25. **Шилин, М. Б.** Стратегические направления развития аквакультуры России / М. Б. Шилин // Рыбное хозяйство. – 2007. - №10. – с. 5-24

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОСЕЛЕНИЙ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ MYA ARENARIA И MYTILUS EDULIS КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Кравец П. П., Семенова А. П. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра биологии, PPKravec@mail.ru*)

The given work is devoted current state studying settlements of folding mollusks *Mytilus edulis* and *Mya arenaria* Kola bay. Mussels are extended extremely non-uniformly. *Mya arenaria* lives only in northern part of Kola bay. Indicators of an abundance of settlements *Mytilus edulis* increase to a mouth of Kola bay. The density of settlements *Mya arenaria* is identical in investigated bays, however the biomass more in Pala bay.

По числу видов моллюски являются одним из самых обширнейших видов беспозвоночных, причем наибольшим количественным распространением отличаются двустворчатые моллюски. Особенно доминируют двустворчатые моллюски в прибрежной части морских

акваторий, где по биомассе и плотности поселения эти организмы составляют большую часть обитающей здесь фауны.

Mytilus edulis и *Mya arenaria* - промысловые виды, так же эти виды являются весьма ценной кормовой базой для консументов второго порядка. Они – фильтраторы, накапливающие в тканях радионуклиды и тяжелые металлы, поэтому их можно использовать в качестве биоиндикаторов загрязненных морских вод.

Целью работы является описание современного состояния литоральных поселений двустворчатых моллюсков *Mytilus edulis* и *Mya arenaria* Кольского залива.

Кольский залив Баренцева моря – типичный фиорд тектоноэрозионно-ледникового происхождения. Традиционно выделяется три участка (колена) Кольского залива: северное, южное и центральное (среднее). Максимальное развитие губ и бухт приходится на северное колено Кольского фиорда. Воды Кольского залива подвергаются значительной антропогенной нагрузке. Основное загрязнение морской среды Кольского залива - через промышленные и хозяйственно-бытовые стоки (коммунальный сектор, транспорт, предприятия) (Кольский залив..., 1997).

Объектами исследования послужили двустворчатые моллюски *Mytilus edulis* и *Mya arenaria*.

Мидий отбирали на литорали в районе поселка Ретинское (северное колено), поселка Мишуково (среднее колено) и поселка Абрам-мыс (южное колено) Кольского залива. Пробы мидий отбирались со среднего и нижнего горизонта литорали рамкой 10x10 см сериями из трех количественных проб на каждом горизонте литорали.

Мия отобрана рамкой 50x50 см с верхнего, среднего и нижнего горизонта кутовой части губы Тюва и Пала (северное колено) в связи с тем, что моллюск обнаружен только в этих районах (обитает только на илисто-песчаной литорали).

После сбора поверхность исследуемых моллюсков очищают от загрязнений (обрастаний) и при наличии излишней влаги обсушивают марлей или фильтровальной бумагой. Исследование двустворчатых моллюсков проводили в следующем порядке: пробу взвешивали, просчитывали. Затем, взвесив целого моллюска, измеряли длину, ширину и высоту раковины штангенциркулем.

Для исследования весовых характеристик взвешивали целого моллюска, аккуратно раскрывали раковину, для чего вставляли между створками скальпель и разрезали мускул-замыкатель. Из открытой раковины тщательно извлекали все тело моллюска, причем надрезали мантию, чтобы вытекла заключенная в ней жидкость. Выделенное мясо и створки раковины обсушивали фильтровальной бумагой и по отдель-

ности взвешивали. По разности между массой целого моллюска и суммой массы тела и створок раковины нашли массу заключенной в раковине жидкости (полостная жидкость).

Возраст определялся путем подсчета количества зимней остановки роста на створках раковины. Пол моллюсков определяли у половозрелых мидий по цвету гонад: оранжевый цвет у самок, кремовый или белый у самцов.

Общее количество проанализированных таким образом мидий составило 809 экземпляров, мий - 99 экземпляров.

Обработку данных проводили при помощи программы MS Excel.

На Мурмане литоральные поселения *M. edulis* занимают, главным образом, горизонт от 0.6 до 2 м над нулем глубин, обитая на участках с соленостью от 33,6 до 2,9 ‰ (Гурьева, 1948; Матвеева, 1948). Мидии предпочитают обитать в местах, где имеются постоянные токи воды.

Необходимо отметить тот факт, что мия обитает только в северном колене Кольского залива (губа Тюва и Пала). Мидия распространена на литорали всех исследуемых районов кроме губы Пала.

Мидии на литорали Кольского залива распределены крайне неравномерно, не образуют отчетливо выраженного пояса кроме литорали в районе п. Ретинское. Так же мидий не заселяют верхний горизонт (табл. 1).

Таблица 1. Биомасса и плотность поселений *Mytilus edulis* на литорали Кольского залива (на 1 м²)

Район исследования	Горизонт	Биомасса, кг/м ²	Плотность, экз./м ²
п. Абрам-мыс	сред.	2,596	2733
	ниж.	6,472	7500
	Среднее	4,534	5116
п. Мишуково	сред.	3,207	2640
	ниж.	7,666	8700
	Среднее	5,436	5670
п. Ретинское	сред.	8,385	4967
	ниж.	27,230	13333
	Среднее	17,807	9150

Можно проследить увеличение значений плотности и биомассы поселений мидий от южного колена к северному (табл.1). Наибольшей плотностью и биомассой обладает поселение мидии в районе поселка Ретинское. Связано это с возрастанием солености к устью залива, а так-

же повышенной гидродинамикой и снижением антропогенной нагрузки со стороны населенных пунктов расположенных на побережье.

На всех участках значения плотности и биомассы мидий возрастает от верхнего горизонта к нижним. Высокая плотность мидий здесь связана с каменистым типом литорали, что обуславливает большую площадь поверхности для прикрепления моллюсков, а также с повышенным водообменном.

Важным фактором в распространении *Mya arenaria* по литорали является гранулометрический состав грунта. Моллюск не образует поселений на чисто песчаных грунтах, предпочитая плотно слежавшиеся мелкопесчаные, илистые и глинистые грунты с большим содержанием алевропелитовых фракций (силта). В.А. Свешников (1963) указывает на прямую зависимость плотности поселения моллюска от процентного соотношения силта в грунте. Поэтому мия обнаружена только в куту губ Тюва и Пала, поскольку литораль соответствует всем выше изложенным требованиям для благоприятного существования моллюсков.

Рассматривая показатели обилия моллюска *Mya arenaria* (табл.3) следует отметить, что значения плотности мии в кутах обеих губ равны, однако биомасса выше в губе Пала.

Значения плотности и биомассы поселений мии в кутовой части губы Пала возрастают к верхнему горизонту. Это связано с тем, что верхний горизонт сильнее прогревается, а приливно-отливные течения приносят большее количество органических остатков и детрита, которые сосредотачиваются преимущественно в верхнем горизонте литорали (Шкляревич, 2005).

В кутовой части губы Тюва наибольшее значение биомассы зафиксировано на среднем горизонте. Именно здесь обитают особи старшего возраста, с большей массой.

Таблица 2. Биомасса и плотность поселений *Mya arenaria* (на 1 м²)

Район исследования	Горизонт	Биомасса, кг/м ²	Плотность, экз./м ²
Пала-губа	верх.	1,183	18
	сред.	0,735	14
	ниж.	0,222	9
	Среднее	0,951	14
Тюва-губа	верх.	0,532	10
	сред.	0,660	15
	ниж.	0,516	17
	Среднее	0,579	14

Наибольшая плотность моллюсков в губе Тюва - на нижнем горизонте. Здесь это можно объяснить изменением характера литорали от каменистого к илисто-песчаному, излюбленному мией. Следует отметить, что чем плотнее грунт, тем легче мия переносит пребывание выше уровня воды, так как в этом случае ей реже приходится очищать сифоны. Также одним из главных факторов, определяющих высокую плотность мии на нижней литорали, является продолжительность осушения (Щербакова, 2006). Т.к. в этой части кута она меньше, то создаются благоприятные условия для активной фильтрации в течение длительного времени. Кроме того, в осенний и весенний периоды нижняя литораль в меньшей степени подвержена вспахиванию при торошении льда.

Прослеживается тенденция увеличения размеров и массы мидий в направлении от южного к северному колену (табл.3).

Таблица 3.Размерно-весовая структура поселений мидий

Район исследования	Го р.	Дли-на, см	Ши-рина, см	Масса мол., г	Масса тела, г	Масса створок, г	МЖ, г
п. Абрам-мыс	с.	1,76±0,1	0,67±0,4	0,87±0,11	0,33±0,03	0,53±0,06	0,43±0,06
	н.	2,19±0,1	0,82±0,04	1,57±0,2	0,48±0,06	0,74±0,1	0,56±0,1
	сре д.	1,98±0,08	0,75±0,03	1,23±0,1	0,42±0,04	0,65±0,06	0,5±0,07
п. Мишу-ково	с.	2,86±0,04	1,5±0,03	3,05±0,1	0,66±0,02	1,27±0,05	1,13±0,07
	н.	3,33±0,07	1,69±0,03	4,68±0,4	1,12±0,06	2,14±0,2	1,41±0,17
	сре д.	3,01±0,05	1,51±0,03	3,59±0,19	0,81±0,04	1,55±0,09	1,22±0,07
п. Ретин-ское	с.	2,8±0,1	1,2±0,05	3,2±0,3	0,9±0,1	1,3±0,1	0,9±0,1
	н.	3,9±0,2	1,5±0,09	9,5±1,1	2,5±0,3	4,3±0,6	2,7±0,4
	сре д.	3,4±0,14	1,35±0,05	6,54±0,65	1,78±0,18	2,89±0,03	2,68±0,41

Во всех исследуемых районах размерно-весовые показатели возрастают от среднего горизонта к нижнему (табл. 3). Наиболее крупные моллюски населяют нижние горизонт литорали, поскольку на данном участке повышенный водообмен, обусловленный приливно-отливными

течениями, который способствует процессам самоочищения и обеспечивает моллюсков биогенами.

Размерно-массовые показатели мии на литоралиях обеих губ возрастают от нижнего горизонта к верхнему (табл. 4). На верхних горизонтах обитают самые крупные особи. По размерно-весовым характеристикам моллюски *Mya arenaria* из губы Пала крупнее, чем из губы Тювы.

О возрастной структуре поселений мидий можно сказать следующее. Для всех районов исследования характерно преобладание особей младших возрастных групп (до 3 лет). Для поселения в районе п. Абрам-мыс ядро составляют особи в возрасте 1+ (43,5%).

Таблица 4.

Размерно-весовая структура поселений *Mya arenaria*

	Гор	Дли- на, см	Ши- рина, см	Мас- са мол., г	Мас- са тела, г	Мас- са ство- рок, г	МЖ, г
губа Пала	в.	8,0±0,2	4,47±0,1	63,4±5,6	18,8±1,5	39,35±2,3	5,25±0,3
	с.	6,5±0,2	3,5±0,1	50,16±6,3	15,17±1,7	16,7±2,4	8,03±1,1
	н.	5,2±0,5	2,1±0,2	23,84±5,1	7,22±1,4	11,46±3,6	5,16±1,4
	ср.	6,88±0,2	3,62±0,1	50,20±4,3	18,54±1,8	25,47±3,1	6,19±0,56
губа Тюва	в.	7,1±0,5	2,8±0,2	49,9±6,0	16,87±1,7	27,85±3,9	5,2±1,1
	с.	6,8±0,2	2,6±0,1	43,04±3,9	11,8±1,1	27,5±3,1	3,68±0,3
	н.	5,9±0,1	2,35±0,08	30,9±2,2	8,3±0,6	18,87±2,0	3,8±0,3
	ср.	6,57±0,1	2,57±0,07	39,92±2,3	11,67±0,7	24,25±1,7	4,10±0,31

Так же характерно отсутствие моллюсков старше 4 лет, по сравнению с другими изучаемыми участками. На литорали п. Мишуково преобладает осевшая молодежь (моллюски 0+) и моллюски годовики. Для литорали в районе п. Ретинское обитают моллюски возрастом от 0+ до 9+. Доминируют мидии возрастам 1,2 и 3 года. Необходимо отметить присутствие моллюсков старших возрастных групп (от 6 лет) в отличие от остальных районов. Доминирование мидий 1, 2 и 3 лет, возможно,

связано с тем, что ежегодно происходит интенсивное оседание молодежи относительно меньшей её элиминация.

Возрастная структура поселений *Mya arenaria* на литорали Пала-губы представлена моллюсками возрастом от 3 до 7 лет. Преобладают особи в возрасте 4 года. В Тюва-губе обитают особи в возрасте от 2 до 15 лет. Доминируют особи в возрасте 6 и 7 лет. Преобладание моллюсков старших возрастных групп, вероятно, связано с прессом хищников. И, возможно, с отрицательным воздействием на молодежь низких температур в поверхностных слоях литоральных грунтов.

Половая структура поселений мидий на литорали п. Абрам-мыс и характеризуется превалированием особей женского пола, на литорали п. Мишуково больше особей мужского пола, а в районе п. Ретинское соотношение 1:1, в целом соотношение полов близко 1:1. Так же для всех участков характерно большое количество неполовозрелых моллюсков. Следовательно, поселение находится в благоприятных условиях для дальнейшего развития.

Для мии на литорали губы Пала характерно незначительно преобладание особей мужского пола, обратная ситуация характерна для губы Тюва. Поселения в обеих губах находятся в благоприятных условиях, поскольку соотношение полов практически одинаково.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБИЛИЯ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ *FUCUS VESICULOSUS* И *F. DISTICHUS* КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Малавенда С. С. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра биологии*)

We investigated seasonal changes in abundance and age characteristics of the brown algae *Fucus vesiculosus* and *F. distichus* in various parts of the Kola Bay of the Barents Sea. Revealed that as a result of a complex of unfavorable factors, including pollution, in two species of fucoid algae traced various adaptive reaction: the *Fucus vesiculosus* observed rejuvenation of the population, in *F. distichus* elimination of the juvenile, which is associated with varying degrees of tolerance for these species.

Макрофиты составляют важную часть прибрежных морских экосистем. Водоросли участвуют в поддержании постоянного состава атмосферы, в первичных почвообразовательных процессах, являются основным поставщиком органического вещества в водоемах, местом обитания, нагула и нерестилища для многих видов рыб и беспозвоночных.

На литорали Кольского залива Баренцева моря доминирующими видами являются фукусковые водоросли. Наиболее распространенными являются *Fucus vesiculosus* (фукус пузырчатый) и *F. distichus* (фукус двусторонний). В современных условиях Кольский залив привлекает повышенное внимание исследователей как возможный источник химического и радиационного загрязнения Баренцева моря и всего Северного Ледовитого океана. Для оценки экологического состояния вод наряду с гидрохимическими могут использоваться гидробиологические показатели, в частности показатели обилия и морфофизиологические параметры макрофитов на всех уровнях организации (Клочкова, 1998; Березовская, 2002). Бурые водоросли быстро и адекватно реагируют на загрязнения среды, аккумулируя многие химические соединения в повышенных концентрациях.

Ранее в Кольском заливе изучалась структура популяции этих видов, выявлены значительные перестройки размерной и возрастной структуры популяции в направлении к кутовой, наиболее загрязненной, части залива: отмечалось увеличение доли самых молодых талломов при одновременном сокращении присутствия старших возрастов, что приводило к значительному омоложению популяции (Завалко, Шошина 2008; Малавенда, 2009). Необходимо отметить более ранних, исследованиях отбор проб проводили только в летний период, что не позволяет полной мере оценить влияние антропогенного загрязнения на фукоиды.

Цель данной работы – исследовать сезонные изменения показателей обилия и возрастных характеристик бурых водорослей *Fucus vesiculosus* и *F. distichus* в различных районах Кольского залива Баренцева моря.

Материалы и методы

Пробы были отобраны в различные гидробиологические периоды: в осенний, весенний и летний в 2007 и 2008 годах. Исследовались литоральные поселения *F. vesiculosus* и *F. distichus*, обитающие в среднем (в бухтах Белокаменка и Ретинская) и южном (мыс Притыка, Абрам-Мыс, мыс Мишуков) коленах Кольского залива Баренцева моря (рис. 1).

На каждой из пробных площадей пробы водорослей отбирали по традиционной методике рамкой 50×50 см (Блинова, 1965).

Определяли проективное покрытие (ПП, %), биомассу (В, кг/м²), численность фукусов (N, экз./м²). Рассчитывали потенциальную биомассу (В_р) и численность (N_р) с учетом проективного покрытия, что позволило учесть особенности субстрата в каждой точке отбора проб:

$V_p = V/ПП \cdot 100\%$; $N_p = N/ПП \cdot 100\%$. (по Малавенда 2007; Малавенда, 2009)

Проективное покрытие вычислялось по методу Г.К Барашкова (1965). Учет десяти рамок по горизонтали и по вертикали литоральной зоны в районе отбора проб с вычислением среднего значения проективного покрытия для конкретного вида.

Кроме того, определяли возраст каждой особи на пробной площадке. В качестве возрастного признака использовали количество дихотомических ветвлений.

Считается, что за год образуется в среднем два дихотомических ветвления (Кузнецов, 1960; Максимова, 1980). Рассчитывали средний возраст поселений как средневзвешенное всех возрастных групп (Малавенда 2009) и долю ювенильных особей на пробной площадке.

Результаты и обсуждение

Максимальная продолжительность жизни *F. vesiculosus*



Рис. 1. Кольский залив. Цифрами обозначены места отбора проб: 1 – мыс Притыка; 2 – поселок Абрам-мыс; 3 – мыс Мишуков; 4 – бухта Белокаменка; 5 – бухта Ретинская.

зафиксирована в бухте Белокаменка и на Абрам-Мысе - 26 дихотомических ветвлений. В этих районах отмечен максимальный средний возраст растений. В кутовой части залива доминируют ювенильные особи. Количество растений старших возрастных групп составляет не более 10%. (табл. 1).

Таблица 1.

Возрастная структура поселений *F. vesiculosus* Кольского залива.

Район исследования	Сред. возраст, число ветвлений			Доля ювенильных особей, %		
	осень	весна	лето	осень	весна	лето
м. Притыка	0,92	0,97	1,01	68	72	73
Абрам-Мыс	3,19	1,88	1,35	36	70	68
м. Мишуков	1,34	3,78	1,49	72	38	73
б. Белокаменка	2,54	1,47	4,9	61	74	23
б. Ретинская	-	2,19	2,39	-	41	64

В целом наблюдается тенденция к увеличению количества растений старших возрастных групп от кута к устью залива, и доли ювенильных особей в осенний период.

Таблица 2.

Показатели обилия поселений *F. vesiculosus* Кольского залива.

Район исследования	Биомасса, кг/м ²			Численность, экз/м ²		
	осень	весна	лето	осень	весна	лето
м. Притыка	1,7	5,7	9,3	1328	8032	3605
Абрам-Мыс	4,0	12,8	8,5	355	1492	2148
м. Мишуков	2,7	6,8	8,4	868	591	1221
б. Белокаменка	4,3	4,8	8,7	415	788	251
б. Ретинская	-	6,2	5,9	-	1155	1208

В исследованных участках Кольского залива у поселений *Fucus vesiculosus* биомасса и численность растений увеличивается в весенне-летний период и снижается в осенний. При продвижении от кута к устью залива наблюдаются не значительные флуктуации биомассы. Аномально высокие значения численности растений *Fucus vesiculosus* отмечены на литорали в районе мыса Притыка. При продвижении от кута к устью залива численность растений снижается (табл. 2.).

Высокая численность ювенильных особей в кутовой части залива, вероятно, обусловлена действием ряда неблагоприятных факторов, таких как распреснение, биогенное загрязнение. Сильное и умеренное распреснение вод снижает выживаемость растений старших возрастных групп, что приводит к повышению доли ювенильных особей, и как следствие – низкий средний возраст (Завалко и др, 2002; Малавенда, 2006).

В морских экосистемах эвтрофирование обычно вызывается избытком органических и минеральных соединений азота, создаваемым хозяйственно-бытовыми стоками (Завалко, Шошина, 2008). Высокие концентрации азотсодержащих загрязнителей, по мнению ряда авторов (Хайлов и др., 1984), вызывают сокращение численности крупных доминирующих макроводорослей и упрощение размерно-возрастной структуры популяции, что было подтверждено данными нашего исследования.

Подобные изменения носят адаптивный характер и направлены на увеличение метаболической активности сообщества в условиях усиления внешней трофической нагрузки (Завалко, Шошина, 2008).

При исследовании возрастной структуры *F. distichus* максимальная продолжительность жизни зафиксирована в бухте Белокаменка и на мысе Абрам-Мыс – 15 и 16 дихотомических ветвлений соответственно, на мысе Мишуков – минимальная (13 дихотомических ветвлений). В исследованных участках Кольского залива в поселении *F. distichus* доля ювенильных особей не велика (табл. 3).

Таблица 3.

Возрастная структура поселений *F. distichus* Кольского залива.

Район исследования	Сред. возраст, число ветвлений			Доля ювенильных особей, %		
	осень	весна	лето	осень	весна	лето
Абрам-Мыс	2,33	1,81	3,51	51	56	32
м. Мишуков	2,02	2,54	1,57	37	24	60
б. Белокаменка	1,27	3,67	2,50	77	38	54
б. Ретинская	-	0,30	0,71	-	95	72

Максимальная доля ювенильных особей *F. distichus* отмечена в бухте Белокаменка и бухте Ретинская. У водорослей с мыса Абрам-Мыс и мыса Мишуков наблюдаются минимальные значения данного показателя и максимальный средний возраст. При продвижении от кута к устью залива наблюдается тенденция к уменьшению среднего возраста и к увеличению доли ювенильных растений (табл. 3).

Таблица 4.

Показатели обилия поселений *F. distichus* Кольского залива.

Район исследования	Биомасса, кг/м ²			Численность, экз/м ²		
	осень	весна	лето	осень	весна	лето
Абрам-Мыс	1,1	6,3	4,5	56	192	137
м. Мишуков	0,8	7,1	5,8	280	303	877
б. Белокаменка	0,8	6,7	3,8	36	78	56
б. Ретинская	-	2,4	3,9	-	927	1113

В исследованных участках Кольского залива у *F. distichus* биомасса увеличивается в весенне-летний период и снижается в осенний, численность изменяется сходным образом. При продвижении от кута к устью залива биомасса не значительно уменьшается а численность возрастает (табл. 4.).

Высокий средний возраст и биомасса поселений *F. distichus* в южном колене обусловлены высокой численностью особей средних и старших возрастных групп и низкой долей ювенильных особей, наблюдается элиминация молодых особей, что, вероятно, связано с уменьшением солености и влиянием загрязнения. В среднем колене Кольского залива наблюдается нормальная возрастная структура поселений фукуса. По данным В. Б. Чмыхаловой (2005) о развитии *F. evanescens* в прикамчатских водах под воздействием неблагоприятных факторов, в том числе и антропогенного загрязнения среды, в ненарушенной природной среде в разновозрастных популяциях по численности доминируют растения первого и второго годов жизни, в антропогенной среде численность растений младших возрастов низкая, доминируют четырех-, пяти- и шестилетние растения. Это свидетельствует о том, что при подпороговом уровне загрязнения погибают молодые особи. Подобные результаты были получены С. С. Малавенда (2009) при изучении поселений *F. distichus* на мысе Мишуков (южное колено). Изменения возрастной структуры поселений *F. distichus* носят адаптивный характер и направлены на сохранение вида в условиях стрессовых нагрузок.

Заключение

В исследованных участках Кольского залива у поселений *Fucus vesiculosus* и *Fucus distichus* увеличение биомассы в весенне-летний период можно объяснить интенсивным вегетативным ростом слоевища растений в данный период и развитием органов размножения летом (на долю рецептакул *F. vesiculosus* и *F. distichus* приходится до 45-50 % массы растений). Осенью происходит обширный опад рецептакул, гибель старших возрастных групп, связанная с завершением жизненного цикла растений. Кроме того, определенная часть массы теряется при механических повреждениях во время штормов, которые особенно характерны для осеннего периода (Шошина, Макаров, 1996). По результатам сезонных наблюдений в природе и экспериментальных исследований (Макаров, Шошина, 1996; Макаров и др., 1998) можно считать, что у водорослей-макрофитов на побережье Мурмана, независимо от их таксономической принадлежности и уровня организации, сезонный рост управляется эндогенным циркагодовым ритмом, относительно синхронизированным с ритмом основных геофизических факторов (фотопериод, интенсивность освещения), свойственных данной географической широте и климатическим условиям региона. Эндогенная регуляция по-

зволюет организму заблаговременно подготовиться к закономерным сезонным изменениям среды, ярко выраженным в северной части высокобореальной подзоны.

В результате действия комплекса неблагоприятных факторов, в том числе и загрязнения среды, у двух видов фукусовых водорослей прослеживаются различные адаптивные реакции: у *Fucus vesiculosus* наблюдается омоложение популяции, у *F. distichus* элиминация молодых особей, что вероятно связано с различной степенью толерантности: *Fucus vesiculosus* более толерантен, чем *F. distichus* к действию неблагоприятных факторов (Толстикова, 1980; Воскобойников, 2006).

ОСОБЕННОСТИ ЗИМУЮЩИХ ПОЧЕК РДЕСТА АЛЬПИЙСКОГО В ОКРЕСТНОСТЯХ Г. МУРМАНСКА

Приймак Е. В. (*г. Мурманск, МГТУ, каф. биологии, cassi-ora@yandex.ru*)

This paper presents a size-weight characteristics of hibernating potamogeton alpinum Balb. buds, the content of embryonic leaves of buds and the dynamics of mass during the winter.

Условием сохранения вида в умеренных широтах, является его способность перенесения неблагоприятных условий среды. Ряд видов высших водных растений, в том числе и рдест альпийский образует зимующие почки (турионы), представляющие собой особую зимующую стадию развития побега, специализированную для перенесения неблагоприятного (подледного) периода и вегетативного возобновления с началом нового вегетационного сезона, пролонгация ювенильной стадии.

В связи с этим, целью настоящей работы явилось изучение размерных характеристик зимующих почек, представленных в жизненном цикле рдеста альпийского.

Методика и место сбора: исследования проводились на о.Семеновское в расположенном на 69°00с.ш. и 33°00 в.д. Озеро естественного происхождения, по термическому режиму относится к умеренному типу. Максимальный прогрев поверхностного слоя наступает в начале августа (+20°C), прозрачность по диску Секки составляет 1,3 м. Высшая водная растительность встречается до глубины 1,2 м и образует широкую полосу вдоль берега. Материал собран в течении 2008-2010г в вегетационный сезон. Часть зимующих почек взвешивалась на электронных весах (d=0,001), замерялась длинна, ширина. Часть фиксировалась 70% спирте и анализировалась емкость почек на МБС-10. 25 ту-

рионов периодически взвешивали в течение зимы при исследовании динамики массы турионов в естественных условиях.

Potamogeton alpinum Balb. Miscell. (1804). - рдест альпийский. Водный, циркум- boreальный, арктическо- умеренный вид. На Кольском п-ве (Цинзерлинг, 1935) известен в различных пунктах: в северо-восточной части п-ва в области южной тундры, в реке Иоканге на 68 гр. с.ш., южнее в области лесотундры, в реке Поной на 67 гр. с.ш.: в западной части п-ва местонахождения в области северной тайги в районе озера Имандры и южнее в районе Кандалакши, а так же обнаружен в районе г.Мурманска.

Турионовый малолетник.

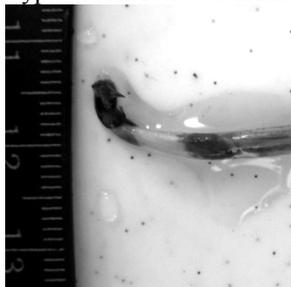


Рис. 1 Турион рдеста альпийского 12 октября.



Рис. 2.Турионы рдеста альпийского 15 мая.

В результате исследования выявлено, что формирование зимующих почек рдеста альпийского происходит в пазухах листьев вертикальных побегов начиная от основания, т.е. в толще воды, а так же в пазухах чешуевидных листьев на корневищах в иле. На данной широте формирование турионов на концах плагитропных побегов происходит в первых числах августа, быстрое образование в пазухах листьев надземных побегов и горизонтальных подземных происходит к середине августа, т.к. к началу сентября вегетация рдестов заканчивается, и растения вместе с прикрепленными к ним почками оседают на дно. Материнские побеги разлагаются и образуют ил. Турионы таким образом оказываются погребенными в иле толщиной 3-5 см.

Форма зимующих почек саблевидно-эллиптическая, слегка изогнутая (рис. 1).

Размерные характеристики турионов собранных в октябре составляют: длина турионов рдеста на о. Семеновское в среднем 4,51 см , ширина колеблется в пределах 0,3 до 0,5 см. и в среднем 0,42 см. К весне данные ха-

рактические не меняются и только в мае при прорастании увеличиваются до 7-10,5 см длиной вынося верхнюю зачаточную побеговую почку над илом (рис.2).

В исследуемых образцах имеются 3 генерации листьев: чешуевидные, переходные и зачаточные ассимиляционные. Переходными считаются чешуевидные листья на дорзальной стороне которых начинается формироваться листовая пластинка. Анализ емкости почек показал, что закладываются в августе максимальное число листьев (14-16), при этом на конец вегетационного периода наиболее сформированы чешуевидные листья (в количестве 5-6 шт), выполняющие функцию защиты и накопления запасных питательных веществ. Как видно из таблицы 1 количественно они преобладают осенью по сравнению с результатами мая. Уменьшение количества чешуевидных листьев, наблюдаемое весной, происходит в ряде случаев вследствие отмирания части зачаточной почки (нижнее междоузлие) в течении зимы.

Таблица 1.

Емкость зимующих почек рдеста альпийского

Группа листьев	сентябрь			май		
	среднее	max	min	среднее	max	min
Чешуевидные листья	5,3	7	4	3,3	4	2
Переходные листья	0,2	1	0	1,2	2	1
Зачат. ассимиляционный	7	8	6	9,8	12	6
Общее число листьев	16,25	19	15	18	20	17

Как видно из таблицы к весне происходит увеличение емкости почек, за счет функционирования апикальной меристемы в период выхода турионов из стадии покоя и подготовки к прорастанию.

Анализируя весовые характеристики турионов (рис.3) выявлено, что в популяции рдеста альпийского преобладают турионы с небольшими массами, а именно от 0,1 до 0,3 г, что связано скорее всего с коротким вегетационным периодом в северных широтах (в районе г. Мурманска вегетационный период с температурами больше +5 С составляет 114 дней), вследствие чего к осени лишь небольшое число турионов успевают накопить достаточно большое количество органического вещества (0,5-0,9 г). Что характерно в весенних пробах отсутствуют турионы с массой 0,1 г.

Наблюдения за изменением массы турионов экспонируемых в естественных условиях на дне водоема в течении всего периода (рис.4) показали, что наибольший весовой максимум приходится на осень. В течение зимы наблюдается постепенное снижение веса турионов, свя-

занное с затратами запасных питательных веществ на метаболические процессы. На рисунке 4 показана динамика массы (сред. знач.) группы турионов в течении зимы.

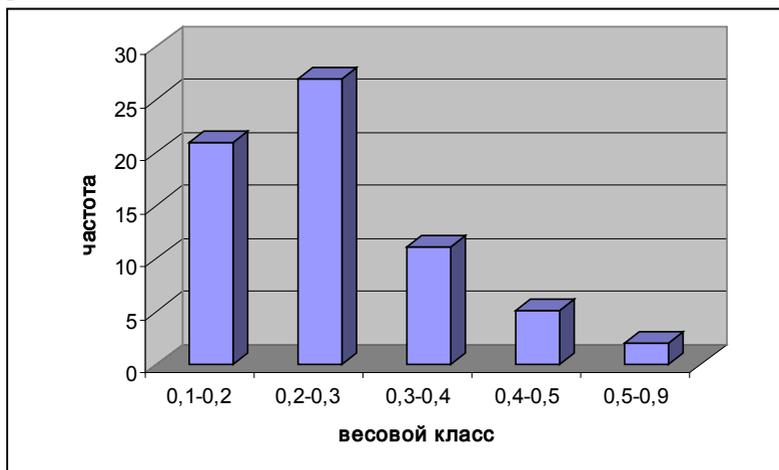


Рис. 3. Распределение частоты (n) турионов по массе (m сырая, г) октябрь 2008г.

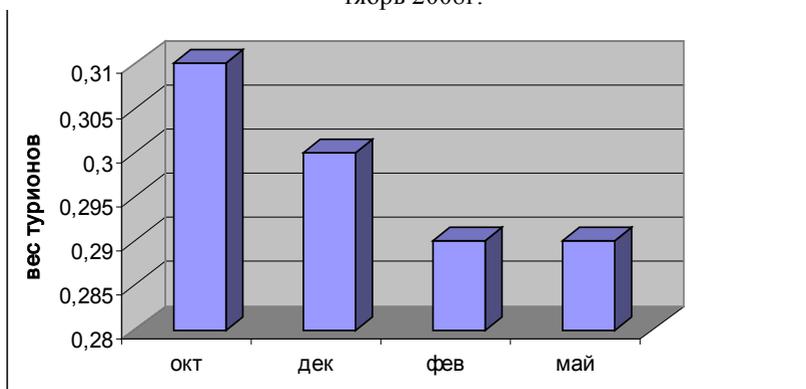


Рис. 4. Динамика массы турионов рдеста в течение 2008-2009 г. (m сырая г).

Таким образом, размерно-весовые характеристики турионов рдеста альпийского колеблются в широких пределах, при этом средние размеры турионов составляют 4,5 см., длиной и 0,35 см шириной, средние значение массы турионов составляет 0,256 г. Масса турионов в течении в течении зимнего периода уменьшается. Осенью в зимующих почках закладывается основная часть метамеров.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИТОПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА В ПРИБРЕЖНОМ РАЙОНЕ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Тюкина О. С. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра биологии, olga_17tuk@mail.ru*)

Southern area of the Kola Bay qualify as estuarine ecosystem type, the interaction zone of continental and marine waters, through which the exchange of matter and energy between the continents and oceans. In this work the taxonomic and ecological composition and daily dynamics of abundance and biomass of phytoplankton in coastal conditions

Видовой состав фитопланктона, его распространение в Кольском заливе в значительной мере зависит от гидрологических характеристик вод в конкретном районе. Поскольку подводный порог у входа в залив со стороны моря расположен на глубине более 100 метров, то для проникновения планктонных водорослей сюда с приливной волной препятствий практически нет. Другое дело – южная часть залива, находящаяся под сильным влиянием берегового пресного стока рек Тулома, Кола, Лавна. Здесь в виду значительного опреснения поверхностных слоев, очень редко встречаются истинно морские виды. И только на глубине, где соленость вод незначительно отличается от свойственной прибрежным водам моря, морской фитопланктон демонстрирует относительное разнообразие. (Современное..., 1992) Публикации, посвященные изучению суточной динамики микрофитопланктонного сообщества эстуарной зоны Кольского залива, не многочисленны.

Целью работы явилось исследование структуры фитопланктонного сообщества прибрежного района южного колена Кольского залива Баренцева моря.

Были поставлены следующие задачи:

- провести флористический анализ фитопланктона западного побережья южного колена Кольского залива;
- определить численность и биомассу фитопланктонных организмов.

Материалом для исследования структуры фитопланктонного сообщества послужили батометрические пробы с поверхности и дна, собранные у побережья Абрам-мыса во время малой воды (МВ), 3/4 прилива, полной воды (ПВ), 1/4 прилива в мае 2008 года (Шамраев, 1980). Глубина в М и ПВ была зафиксирована на уровне 7,5 и 9 м. Дальнейшие пробоподготовка и разбор проб были выполнены в отделе планктона ММБИ КНЦ РАН.

Концентрация проводилась методом обратной фильтрации через ядерные фильтры с диаметром пор 1 мкм. Определение и подсчет водорослей проводили в камере Нажотта под световым микроскопом при увеличении в 400 раз. За основу вычисления биомассы фитопланктона был взят метод «аппроксимации» к простым геометрическим телам.

Таксономический состав фитопланктона оказался довольно однородным по своей надвидовой структуре и был сформирован преимущественно отделом Bacillariophyta (84 %), также были представлены отделы Dinophyta, Cyanophyta и Chrysophyta. По данным К.М. Дерюгина и П.Р. Макаревича преобладание диатомовых водорослей характерно для весеннего периода в данном регионе. Отдел диатомовых был представлен 27 видами. При этом соотношение пеннатных и центрических видов приблизительно одинаково (59 % и 41 % соответственно). Отдел динофитовых водорослей представлен 4 видами, золотистых водорослей – 1 видом. Нитчатые синезеленые водоросли были отмечены во всех пробах. При этом фитопланктонное сообщество поверхностного слоя оказалось более бедным по видовому составу, чем придонного слоя.

Данный фитоценоз по фитогеографическому составу можно охарактеризовать как аркто-бореальный комплекс видов, формирующийся с широким участием космополитных форм, что связано с ещё значительным влиянием арктических вод в мае в исследуемом районе. Полученные данные соответствуют общей картине весенней фазы развития планктона для Кольского залива (Макаревич, 2007).

Экологический анализ поверхностного фитопланктона показал преобладание пресноводных форм над неритическими. Вероятнее всего из-за значительного распреснения поверхностного слоя, обусловленного мощным потоком воды, вносимым реками Кола и Тулома, которое не компенсируется в должной мере приливным течением соленых вод (Дженюк, 2009). Во время отбора проб значения солености поверхностного горизонта воды колебалось от 5,9 ‰ до 7,7 ‰.

Экологический анализ придонного планктона показал преобладание неритических видов над пресноводными видами. Полученный результат можно объяснить тем, что значения солености у дна незначительно отличаются от собственных прибрежных водам моря. Во время отбора проб значения солености придонного горизонта воды колебалось от 31,3 ‰ до 33,5 ‰.

В поверхностных пробах по численности доминировали пресноводные представители отдела Bacillariophyta: *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs – 49%, *Asterionella formosa* Hassal – 17% и *M. varians* Agardh – 10%. В придонных пробах по численности господствовали неритические диатомовые *Skeletonema costatum* – 27%, *Chaetoceros furcellatus* – 24% и *M. granulata*

– 13,4%. Но основная роль в формировании общей биомассы при этом принадлежала пресноводным видам *M. granulata* – 43% и *M. varians* – 19%, что связано с довольно крупными размерами клеток последних. Основная роль в формировании общей биомассы фитоценоза в поверхностном слое принадлежала *M. granulata* – 68 % и *M. varians* – 21%.

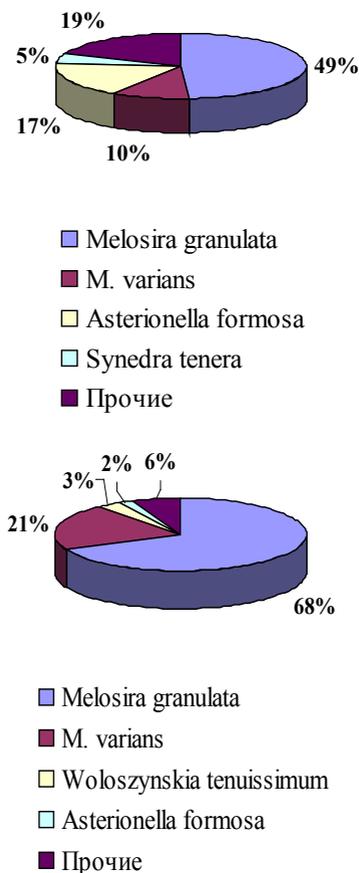
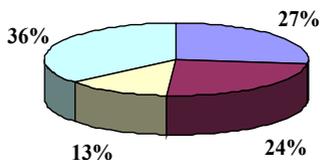
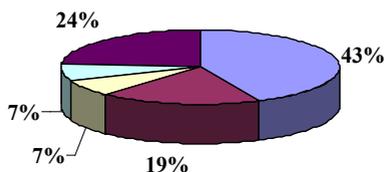


Рис. 1. Соотношение видов, формирующих численность и биомассу фитопланктона в поверхностном слое



- *Skeletonema costatum*
- *Chaetoceros furcellatus*
- *Melosira granulata*
- Прочие



- *Melosira granulata*
- *M. varians*
- *Thalassiosira nordenskioldii*
- *Chaetoceros furcellatus*
- Прочие

Рис. 2. Соотношение видов, формирующих численность и биомассу фитопланктона в поверхностном слое

Максимальную численность фитопланктона в поверхностном слое воды наблюдали во время МВ (208 тыс.) и ПВ (188 тыс.), минимальную во время $\frac{3}{4}$ и $\frac{1}{4}$ прилива (129 и 132 тыс.) Максимальные значения биомассы водорослей также были отмечены в МВ и ПВ (1122,46 и 1180,20 мкг/л), минимальные во время $\frac{3}{4}$ и $\frac{1}{4}$ прилива (652,34 и 655,97). Поскольку пробы собирались во время отсутствия ярко выраженной смены дня и ночи, то основными факторами, определяющими

полусуточную динамику микрофитопланктона, служили, по-видимому, приливно-отливные явления, а также, возможно, ряд других факторов, которые не были учтены в данной работе.

Максимальную численность фитопланктона в придонном слое воды наблюдали в течение $\frac{3}{4}$ прилива (122), минимальную во время ПВ (84). Максимальное значение биомассы водорослей было отмечено во время $\frac{1}{4}$ прилива (283), минимальное в ПВ (176). В целом, наблюдаются более прямые линии, что говорит о большем постоянстве данного сообщества, возможно, благодаря более стабильным гидрологическим характеристикам вод придонного слоя. Таким образом, какой-либо приуроченности суточного хода численности и биомассы к фазам приливного цикла в придонном горизонте отметить не удалось.

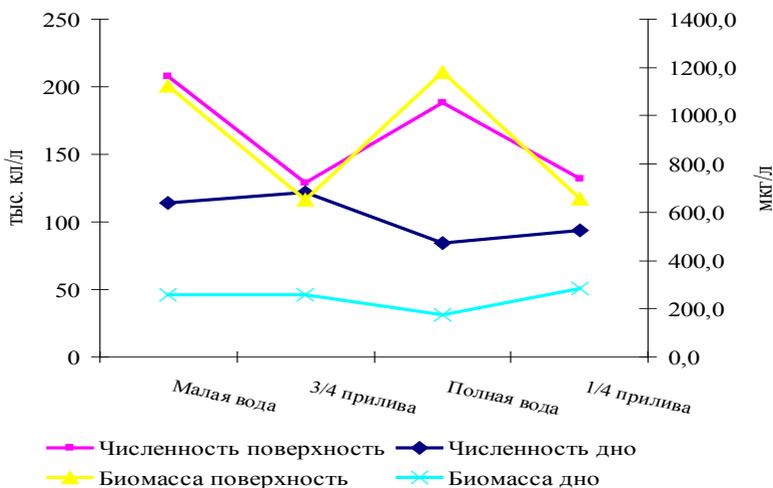


Рис. 3. Динамика численности и биомассы альгоценоза в районе поселка Абрам-мыс южного колена Кольского залива

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. Таксономический анализ фитопланктона южного колена Кольского залива в основном был представлен диатомовыми водорослями.

2. Данный фитоценоз можно охарактеризовать как смешанный пресноводно-неритический аркто-бореальный комплекс видов, формирующийся с широким участием космополитных форм.

3. Основная численность и биомасса поверхностного слоя формировались пресноводным видом *Melosira granulata*.

4. В придонном слое основная численность формировалась неритическими видами *Skeletonema costatum* и *Chaetoceros furcellatus*, а биомасса пресноводными видами *Melosira granulata* и *M. varians*.

5. В поверхностном слое во время полной и малой воды наблюдались максимальная численность и биомасса, во время 3/4 и 1/4 прилива – минимальные значения данных показателей, в придонном слое зависимости суточного хода этих показателей к фазам приливного цикла не выявлено.

Автор выражает глубокую благодарность за оказанную всестороннюю помощь сотрудникам лаборатории планктона ММБИ КНЦ РАН А.А. Олейнику, Т.И. Широколовой, Е.И. Дружковой и В.В. Ларионову.

Литература:

1. **Дженюк, С. Л.** Океанические характеристики и процессы / С. Л. Дженюк, Д. В. Моисеев, Л. И. Боровая, А. Н. Ипатов // Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. – М.: Наука, 2009. – С. 20 – 45.
2. **Макаревич, П. Р.** Планктонные альгоценозы эстуарных экосистем. Баренцево, Карское и Азовское моря / П.Р. Макаревич. – М. : Наука, 2007. – 223 с.
3. Методические рекомендации по анализу количественных и функциональных характеристик морских биоценозов северных морей. Часть 1. Фитопланктон. Зоопланктон. Взвешенное органическое вещество. Апатиты: Изд. КНЦ АН СССР, 1989. 29 с.
4. Современное экологическое состояние бухты Белокаменка Кольского залива и прилегающей территории (экологическая справка в связи с их промышленным освоением) / препринт. – Апатиты. : Издательство ММБИ КНЦ РАН, 1992. – С. 44-46.
6. **Шамраев, Ю. И.** Океанология / Ю. И. Шамраев, Л. А. Шишкина. – Л. : Гидрометеоиздат, 1980. – С. 201 – 225.

РАЗЛИЧИЕ НАСТОЯЩИМИ ТЮЛЕНЯМИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР

Березина И. А.¹, Калинин А. М.², Кавцевич Н. Н.³¹г. Мурманск, МГТУ, кафедра биологии ;²г. Мурманск, ООО "Арктиксервис – Мурманский океанариум; ³г. Мурманск, ММБИ, отдел морских млекопитающих и птиц).

В последние десятилетия, когда угроза перенаселения нашей планеты становится реальностью, значительно усилился интерес человека к Мировому океану, который занимает 4/5 всей поверхности

Земли. Морские пучины таят в себе неисчислимые запасы пищи, нефти, газа и других полезных ископаемых. Задача человечества – освоить эти несметные богатства, не нарушив хрупкий природный баланс морских экосистем. Поэтому мы стремимся всесторонне изучать морских животных, ведь в них мы видим помощников в освоении океана.

Но человек гораздо хуже приспособлен к жизни в воде, чем пресноводные и морские гидробионты. В связи с этим изучение адаптаций к обитанию в водной среде весьма актуально. Особенный интерес представляют морские млекопитающие, которые в процессе эволюции, освоив сушу, вынуждены были вновь вернуться в воду, и как следствие, выработали для этого специальные приспособления на всех уровнях организации.

Считается, что настоящие тюлени произошли от древних представителей семейства куньих. Перейдя к жизни в водной среде, они сохранили хищнический образ питания, и как прекрасные охотники имеют хорошо развитую систему органов чувств. Глаз тюленя очень хорошо приспособлен к функционированию как под водой, так и на суше (3,10). Известно, что в прозрачной воде тюлень может обнаружить движущийся объект на глубинах до 450 м (12).

Сенсорные способности ластоногих, роль зрительной системы в организации поведения этих животных изучены слабо. Систематические исследования в этой области проводились лишь на ушастых тюленях – морских котиках и морских львах. В то же время несомненно, что зрение играет важную роль в жизни как ушастых, так и настоящих тюленей. При помощи зрительных сигналов осуществляется связь матери и детеныша, передаются сообщения о месте пребывания животного, осуществляется предупреждение и вызов соперников на борьбу, призыв самки, партнеров по группе. Исследования в области оптических способностей ластоногих важны при решении вопросов их охраны, для рационального ведения промысла, при разработке систем управления их поведением. Разработки в этой области особенно актуальны для российского Севера, так как антропогенная нагрузка на арктические моря год от года возрастает в связи с разработкой нефтегазовых месторождений. Увеличение уровня индустриализации влечет за собой повышение антропогенной нагрузки на животный мир, все это может негативно сказаться на различных популяциях ластоногих, обитающих в морях Западной Арктики (11).

За настоящее время при активном развитии сравнительной физиологии возрос интерес к изучению сенсорных возможностей млекопитающих семейства ластоногих, обитающих как в воде, так и на суше. В физиологических и поведенческих экспериментах учеными были по-

лучены данные об остроте зрения, спектральном и пространственном различении, способности к распознаванию различных зрительных сигналов (1,2,3,6,7) у морских котиков и львов.

В настоящем исследовании была предпринята попытка количественной оценки остроты зрительного анализатора настоящих тюленей в условиях поведенческого эксперимента. Задачей эксперимента было распознавание и определение минимальной степени различий формы плоских геометрических фигур. Используемый метод дифференцировочной дрессировки был направлен на выявление способности тюленей к различению одновременно предъявляемых объектов и их признаков.

В экспериментах участвовали: морской заяц Дик и серый тюлень Филя. На первом этапе исследования у животных проводилась выработка условных рефлексов на зрительные раздражители, в роли которой выступали двухмерные геометрические фигуры «крест» и «квадрат». Для установления связи у тюленей «геометрическая фигура – сигнал-жест тренера – выполнение элемента – подкрепления» были проведены три занятия (рис. 1) с комплексным раздражителем: изображение в сочетании с жестом и голосовой командой тренера. На всех трех занятиях уровень правильного распознавания команд составил 100%. В дальнейшем фигуры стали предъявляться животным без голосовой и жестовой подсказки.

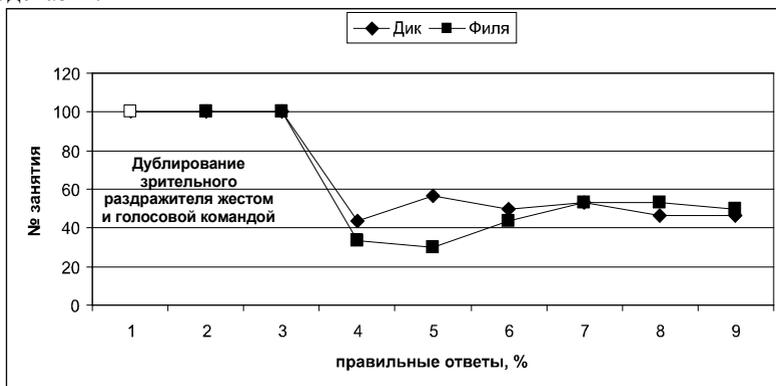


Рис. 1. Динамика формирования дифференцировки квадрата и креста у морского зайца и серого тюленя. По оси абсцисс – номер занятия, по оси ординат – правильные ответы в %

После проведения 6 занятий серию прекратили, т.к. количество правильных ответов у морского зайца (№ 2, 4) и серого тюленя (№ 4, 5) только в двух опытах превышало 50 % (рис. 1), т.е. животные демонстрировали случайный вариант угадывания. В остальных опытах процент

правильных ответов был существенно ниже 50%. При этом нами было замечено, что животные сосредотачиваются на руках тренера, воспринимая любое движение за жест, а предъявляемая фигура остается без внимания. Этот эксперимент подтвердил наше предположение о том, что при выработке дифференцировки зрительных стимулов ведущую роль играет переключение внимания животного с экспериментатора на предъявляемый зрительный раздражитель (4,5,8,9).

В дальнейшем методика была изменена с целью достижения переключения внимания животного. Была предпринята попытка воспользоваться методом постоянного выбора тюленем одной из двух геометрических фигур – креста. Всего в работе было использовано 5 вариантов крестов: №1 – ширина лопастей креста вписанного в квадрат 25х25 см составляет 5см (36% от площади квадрата). №2 – – ширина лопастей креста вписанного в квадрат 25х25 см составляет 9 см (59.04% от площади квадрата). №3 – – ширина лопастей креста вписанного в квадрат 25х25 см составляет 13 см (76.96% от площади квадрата). №4 – – ширина лопастей креста вписанного в квадрат 25х25 см составляет 17 см (89.76% от площади квадрата). №5 – – ширина лопастей креста вписанного в квадрат 25х25 см составляет 21 см (97.44% от площади квадрата).

Выбор данной методики оказался удачным. Оба тюленя практически с первого занятия уловили принцип поощрения за дифференцировку нужной фигуры. Это позволило сразу перейти к эксперименту по предъявлению различных пар фигур с измененной площадью сторон креста.

С морским зайцем было проведено 17 занятий (рис. 2) с предъявлением ему 5 вариантов форм креста. В 4 вариантах (опыты 1-13) морской заяц очень уверенно и быстро дифференцировал крест от квадрата и процент правильных ответов не был ниже 83.33 % (опыт 11, вариант 4), что позволяет говорить о том, что тюлень уверенно отличает крест со сторонами шириной 17 см от квадрата как самостоятельную фигуру. Однако в варианте 5 (ширина сторон креста 21 см) морской заяц показал равномерное снижение уровня дифференцировки от 50 % до 40 %, из чего можно заключить, что такая фигура воспринимается животным как квадрат, поскольку при возврате к варианту 1 (дополнительное занятие № 18) тюлень со 100 % точностью различал две фигуры как самостоятельные. При работе над вариантом 5 было отмечено, что животное выбрало свою излюбленную тактику «50х50» – выбор в большинстве случаев левой фигуры, позволявшую получать хоть иногда подкрепление за правильно угаданный ответ.

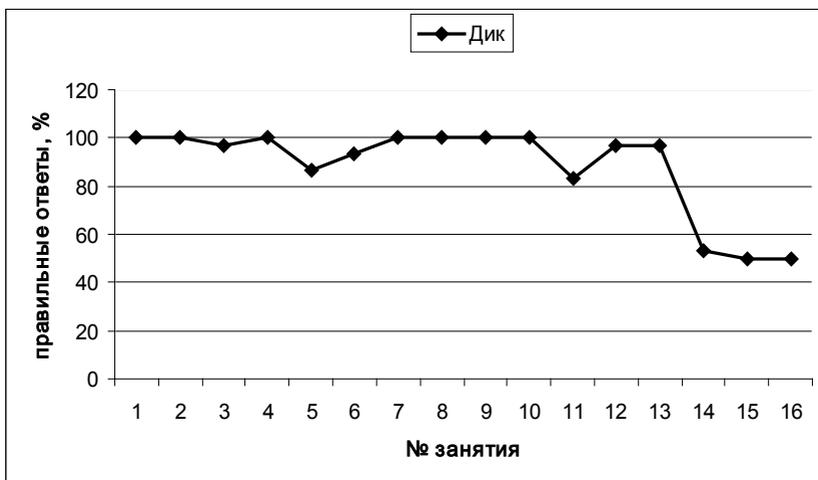


Рис. 2. Различение квадрата и креста в различных предъявляемых парах морским зайцем. По оси абсцисс – номер занятия, по оси ординат – правильные ответы в %

С серым тюленем было проведено 20 опытов (рис. 3). Почти на всех занятиях уровень правильных ответов превышал 50 % за исключением опыта 11 (40 %, вариант 3), что связано, вероятно, с какими-либо внутренними причинами в поведении тюленя. По сравнению с результатами экспериментов с морским зайцем можно отметить, что серый тюлень уверенно (96.66 % в двух опытах подряд) дифференцирует крест со сторонами 21 см от квадрата как самостоятельную фигуру, тогда как у морского зайца в этой паре отмечено падение уровня правильных ответов. Возможно, это связано с образом жизни этих животных, а следовательно, с физиологическими особенностями организации их зрительной системы. Серые тюлени ведут хищнический образ жизни и охотятся на активную добычу, а морские зайцы бентофаги и для них большее значение имеет чувствительность вибриссов, чем зрение.

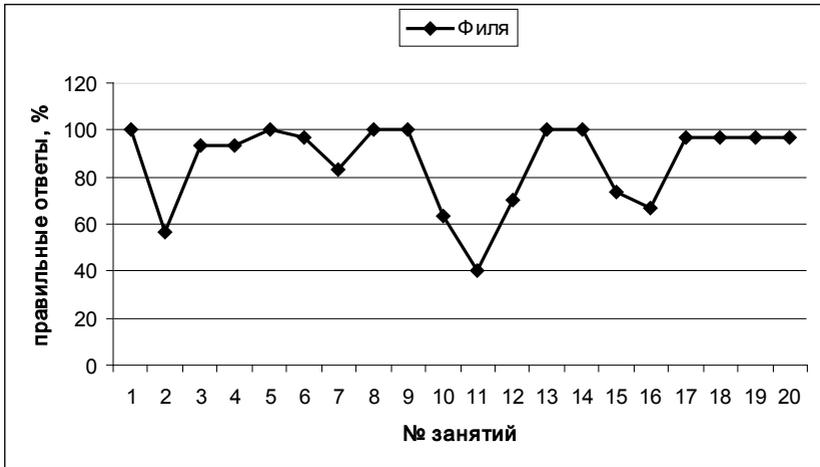


Рис. 3. Различение квадрата и креста в различных предъявляемых парах морским зайцем. По оси абсцисс – номер занятия, по оси ординат – правильные ответы в %

Сравнительная динамика процесса достижения достоверного результата при различении геометрических фигур у серого тюленя и морского зайца показала более высокую способность к обучению последнего (рис. 4). Только морской заяц смог продемонстрировать с первого занятия (№ 9, 10) распознавание с достоверной вероятностью впервые предъявляемой очередной комбинации фигур. Как и в случае с дифференцировкой звуковых раздражителей Дик при различении зрительных стимулов показал хорошую динамику. Данный факт объясняется природным повышенным, относительно других видов настоящих тюленей, «любопытством» и желанием узнавать все новое, а также индивидуальными особенностями данной особи.

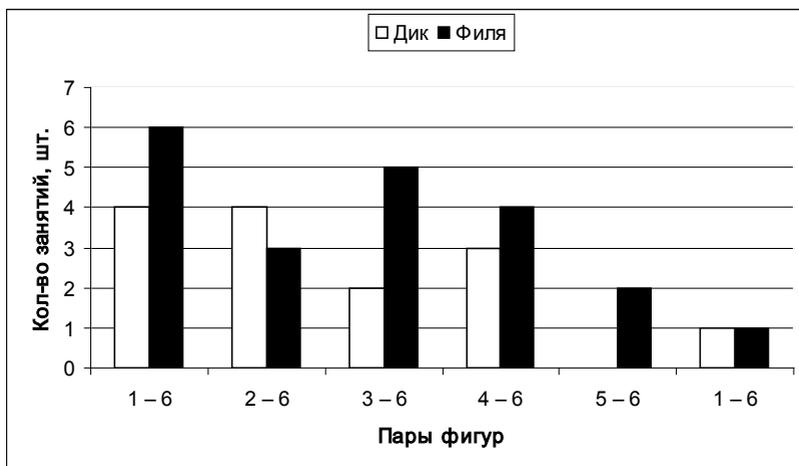


Рис. 4. Сравнительная динамика различения геометрических фигур в предъявляемых парах морским зайцем и серым тюленем

Суммируя вышесказанное, можно сделать вывод, что хотя экспериментальным животным не удалось установить связи между предъявляемым зрительным раздражителем и ответной реакцией в виде правильного элемента, настоящие тюлени хорошо дифференцируют плоские геометрические фигуры по форме, а не только объемные, как считалось ранее (4)

Литература:

1. **Fobes L.L., Smock C. C.** Sensory capacities of marine mammals // *Psychological Bulletin.* – 1981. – Vol. 89. – P. 288-307.
2. **Schusterman R. J.** Behavioural capacities of seals and sea lions: a review of their hearing, visual, learning and diving skills // *Psychological Reviews.* – 1981. – Vol. 31. – P. 125-143.
3. **Андреев Ф. Б.** Структурно-функциональные особенности глаза дельфинов и ластоногих // *Новое в изучении китообразных и ластоногих.* – М.: Наука, 1978. – С. 116-133.
4. **Березина И. А., Михайлюк А.Л.** Распознавание зрительных образов серыми тюленями // *Естественнонаучные проблемы арктического региона: Тр. Второй региональной научной студенческой конференции (Мурманск, 15-16 мая 2001).* – Мурманск: МГПУ, 2001. – С. 80-83.
5. **Березина И. А., Михайлюк А. Л.** Экспериментальное изучение поведения серых тюленей при выработке условных рефлексов на зрительные раздражители // *Материалы XX юбилейной конференции*

молодых ученых Мурманского морского биологического института (Мурманск, апрель 2002). – Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2002. – С. 10-11.

6. **Близнюк Я. И., Дашевский Б. А.** Формирование у северного орского котика (*Callorhinus ursinus* L.) гибких поведенческих программ, определяемых структурой комплексного зрительного раздражителя // Журнал высшей нервной деятельности. – 1989. – Т. 39, вып. 2. – С. 243-251.

7. **Ладыгина Т. Ф., Попов В.В.** Сенсорные проекции в кору мозга каспийского тюленя и северного морского котика // Электрофизиология сенсорных систем морских млекопитающих. – М.: Наука, 1986. – С. 130-137.

8. **Михайлюк А. Л., Березина И. А., Степахно Г. В., Кавцевич Н. Н.** Экспериментальное изучение поведения серых тюленей при различении зрительных стимулов // Морские млекопитающие Голарктики: Материалы II Междун.конф. (г. Иркутск, 10-15 сент. 2002). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2002. – С. 188-189.

9. **Михайлюк А. Л., Березина И. А., Трошичев А. Р., Кавцевич Н. Н.** Экспериментальное изучение поведения тюленей при различении зрительных и слуховых стимулов // Современные проблемы физиологии и экологии морских животных. – Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2003. – С. 80-89.

10. **Морозов В. П.** Занимательная биоакустика: рассказы о языке эмоций в мире животных и человека. – М.: Знание, 1983. – 184 с.

11. **Попов Л. А.** О влиянии антропогенных факторов на ластоногих // Морские млекопитающие: Тез. докл. 10 Всесоюз. совещ. По изучению, охране и рациональному использованию морских млекопитающих, Светлогорск, 1990. – М.: Мысль, 1990. – С. 242-244.

12. **Ренуф Д.** Сенсорные способности обыкновенного тюленя // В мире науки. – 1989, № 6. – С. 50-55.

ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД-ИНСТИТУТ, КАК РЕАБИЛИТАЦИОННО- ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР: ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Жиров В. К.^{1,2,3}, **Гонтарь О. Б.**^{1,2} (Апатиты, ¹ Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А.Аврорина КНЦ РАН, ² Апатитский филиал МГТУ, каф. Геоэкологии, ³ Кольский филиал ПетрГУ, факультет Экологический, e-mail: v_zhirov_1952@mail.ru, gontar_ob@mail.ru).

History of Russian botanical gardens instructive and educational functions are given. New educational and rehabilitation programs of PABGI KSC RAS are presented in the article.

Просветительство и образование представляют собой одну из приоритетных задач и давних традиций ботанических садов, корни которой уходят далеко в античную историю. По существу, начальным стимулом интродукции растений - основного и хронологически первого направления их деятельности – было стремление показать обществу многообразие мира растений и высокую гармонию растительных форм, и только во вторую очередь – использовать их в практических целях. В эти цели входила и реабилитационная функция – воздействие различных ландшафтов и комбинаций растений на психику и нервную систему человека при их созерцании.

Уже в античные времена образовательное и реабилитационное направления по существу представляли собой единый комплекс. Композиции растений служили при этом не столько предметом, сколько средством преподавания. Еще Платон и Аристотель читали лекции своим студентам во время прогулок по ботаническим садам при возглавляемых ими учебных учреждениях. Для каждого занятия использовались специализированные участки сада, аранжировка которых должна была вызывать у слушателей эмоции, необходимые для наилучшего восприятия конкретного материала, либо символически иллюстрировать излагаемую лектором идею (Лихачев, 1984).

В наше время просветительская функция ботанических российских садов утверждена Законом РФ от 2 июня 1993 года N 5076-1 «Об охране окружающей природной среды», определяющего необходимость комплексного и непрерывного экологического воспитания, образования населения и на обязательность преподавания экологических знаний в высших учебных заведениях. Позднее важность участия ботанических садов в экологическом образовании населения была отмечена и в «Международной стратегии ботанических садов» (2000). Однако до недавнего времени научное и образовательное направления работы ботанических садов по существу развивались независимо друг от друга.

Необходимость широкого применения научных подходов в садово-парковом искусстве проявилась в связи с началом активного использования его плодов не только в педагогике, но и в медицине – невропатологии и психиатрии. Особое значение реабилитационная функция садов приобрела в XX вследствие роста урбанизации, приводящей к дальнейшему нарушению связей человека с природой (Сизых и др., 2006). Результатом развития этой функции стала садовая терапия (садо-

водческая терапия, гарденотерапия, horticultural therapy, therapeutic horticulture) - дисциплина, в широком смысле включающая в себя стимуляцию процессов социальной адаптации, реабилитации и коррективов поведения человека путем воздействия на него комплекса специфических факторов общения с растительным миром. Данное направление, лежащее на пересечении реабилитационной и образовательной сфер, и широко признанное на Западе, только в последние годы стало развиваться в России.

В России оно впервые формируется в 2006 г в ботаническом саду Иркутского ГУ (Сизых и др., 2006). Высокая социальная значимость терапевтического садоводства подтверждается включением его, как приоритетной формы деятельности садов, в проект федерального закона «О ботанических садах и дендропарках Российской Федерации». В глобальной системе социальных координат ботанические сады теперь следует рассматривать как экологически значимые ресурсы, содействующие устойчивому развитию общества и представителей всех социальных и возрастных групп населения – от самых маленьких детей до пожилых граждан. (Кузеванов, 2010).

Учебно-просветительской работе ПАБСИ придавал и придает большое значение на протяжении всей своей почти 80-летней истории. Долгие годы просветительская деятельность Сада ограничивалась популяризацией достижений интродукции и акклиматизации растений в форме экскурсий по оранжерее и питомникам открытого грунта, популярных лекций по садоводству и огородничеству. В дальнейшем тематика лекционно-экскурсионной работы расширилась благодаря организации музея истории ботанических исследований на Кольском Севере и Полярно-альпийского ботанического сада-института в 2001 году. В сущности, именно это событие, приуроченное к 70-летию юбилею ПАБСИ, послужило поводом задуматься о необходимости и возможностях расширения образовательного направления, о котором его основатель, профессор Н.А.Аврорин, писал в своем проекте создания ПАБСИ еще в 1931 году: «все части Сада должны служить двум основным целям: научно-исследовательской, с установкой на хозяйственное освоение, и неразрывно связанной с ней, - культурно-просветительской».

В 2002 г. в ПАБСИ был организован научно-просветительский отдел, целью работы которого, было расширение и формирование научных основ просветительской деятельности, а с 2007 г. начались работы по терапевтическому садоводству. Поскольку направление садовой терапии не вписывается в рамки чисто здравоохранительной деятельности, сближаясь со специальной педагогикой, ее становление как самостоятельного научно-практического направления может происходить на

основе как медицинской, так и педагогической наук. В ПАБСИ оно сформировалось в рамках традиционной просветительской деятельности в ответ на растущие потребности общества в специализированных учебных программах, ориентированных на социально неадаптированную аудиторию. При этом особый акцент был сделан на разработку научных основ садовой терапии.

К сожалению, Мурманская область предоставляет достаточно широкие возможности для ее развития. Здесь, как в одном из наиболее индустриально развитых и урбанизированных регионов Крайнего Севера, где 90% населения проживает в городах, наблюдается высокий уровень психических заболеваний, в том числе и у детей. Именно психические нарушения являются причиной инвалидности детей в 11 раз чаще, чем заболевания органов пищеварения, в 7 раз чаще, чем злокачественными новообразованиями, в 3-4 раза - чем заболевания органов дыхания, эндокринной системы, глаз, костно-мышечной системы. По данным регионального Комитета по здравоохранению, в настоящее время в Мурманской области проживает около десяти тысяч психически больных (1 % от численности населения), причем заболеваемость расстройствами невротического характера неуклонно растет.

В связи с этим в 2007-2010 гг. ПАБСИ были заключены соглашения о совместной деятельности в области дополнительного эколого-биологического образования различных социальных слоев населения и развитии новых подходов к проблеме психосоциальной реабилитации людей с нарушением умственной и физической деятельности с Мурманским государственным педагогическим университетом, Мурманской областной психиатрической больницей и рядом областных образовательных и социальных учреждений.

Направление садовой терапии в ПАБСИ получило при этом дополнительный стимул к развитию. В соответствии с новыми взглядами о синергии ботанических и зоологических садов в форме т.н. «экосадов» (Willison, 2004), оно было расширено до экологической терапии, по определению использующей как растительные, так и животные объекты. С этой целью в дополнение к действующим в ПАБСИ экспозициям живых растений в 2009 г. был организован живой уголок.

Экологическая терапия в ПАБСИ тесно связана с учебно-просветительской деятельностью. Все разработанные образовательные программы легко адаптируются к аудитории людей с ограниченными возможностями и могут быть трансформированы в терапевтические.

В 2007-2009 гг. в ПАБСИ для здоровых детей были разработаны две образовательные программы: «Путешествие в мир северной приро-

ды» в курсе «Мир вокруг нас» (Советова и др., 2008, 2010) и «В царстве растений» (Жиров и др., 2010).

Первая, предназначенная для младших школьников, апробировалась в 3 классе школы № 2 г. Кировска. Основная цель программы - пробуждение интереса младших школьников к северной природе, формирование представлений о признаках весны в природе Кольского Севера, развитие логического мышления на основе выявления взаимосвязей в природе, эмоционально-чувственной сферы, создание условий для воспитания бережного отношения к природе своего края. На занятиях используется специально разработанное учебное пособие с разноуровневыми заданиями повторения пройденного материала и оценки знаний северных растений, наглядным материалом и домашними заданиями.

Вторая программа рассчитана на детей дошкольного возраста. Она включает в себя 7 занятий, проводимых на базе коллекций живых растений ПАБСИ. Ее целью является развитие познавательного интереса у детей к изучению растений нашей планеты и формирование представлений о многообразии растительных форм. Дети знакомятся с особенностями культивирования экзотических растений, у них развиваются навыки ухода за растениями.

Кроме образовательных программ, в 2009 г. в ПАБСИ были разработаны две программы реабилитации больных с нарушением умственной и физической деятельности на основе использования коллекционных фондов и других экспозиций ПАБСИ. Цель обеих программ направлена на повышение наблюдательности и уверенности в своих силах, развитие творческой активности, воображения, фантазии, привитие навыков коллективной работы и взаимодействия со сверстниками, снижение выраженности неврологического дефекта путем тренировки физических и психических функций.

Программа «Гарденотерапия для детей и подростков» рассчитана на длительный период (от 3 до 6 месяцев) и состоит из 3 этапов. I этап – направлен на знакомство с семенами различных видов растений (дети узнают разнообразие семян по форме, величине, цвету, скорости прорастания и т.д.), что позволяет развить наблюдательность, моторику посредством тактильных ощущений, навыки планирования предстоящей деятельности и расширить знания об окружающем мире. II этап направлен на знакомство с разнообразием растительного мира. Работа с растениями приучает детей бережному отношению к растениям, развивает наблюдательность, повышает чувство ответственности, повышает внимание, организованность. III этап – закрепление изученного материала – связан с зарисовкой растений, монтировкой гербария, сбором

семян, изготовлением поделок из растений; дети знакомятся с легендами о выращенных растениях и сами сочиняют рассказы о цветах.

Специализированная программа «Экотерапия» предназначена для психо-нейрореабилитации детей и подростков с нарушениями умственной и физической активности. Она состоит из 10 занятий, каждое из которых включает блоки общения с растениями и с животными. Продолжительность каждого составляет 45 минут, из которых 15 минут отводится на представление нового теоретического материала, и 30 – на активный трудовой процесс. Данная методика позволяет развивать мелкую моторику руки, умение планировать свои действия, логическое и пространственное мышление, внимание и успокаивает нервную систему, что особенно важно для детей с нарушениями эмоциональной сферы.

Программа «Экотерапия» выполняет несколько функций:

- психофизиологическую - взаимодействие с животными и растениями может снимать стресс, нормализовывать работу нервной системы, психики в целом;
- психотерапевтическую - взаимодействие людей с животными и растениями может существенным образом способствовать гармонизации их межличностных отношений;
- реабилитационную - контакты с растениями и животными являются дополнительным каналом взаимодействия личности с окружающим миром, способствующим как психической, так и социальной ее реабилитации;
- функция удовлетворения потребности в компетентности - потребность в компетентности, выражаемая формулой "я могу", является одной из важнейших потребностей человека;
- функция самореализации - одной из важнейших потребностей человека является потребность в реализации своего внутреннего потенциала, потребность быть значимым для других, представленным в их жизни и в их личности;
- функция общения - одной из важнейших функций, которую могут осуществлять животные в процессе взаимодействия человека с ними – это функция партнеров общения.

В 2009-2010 гг. по программе «Экотерапия» были проведены занятия для 2 групп пациентов Кировского психоневрологического интерната и Кировского социального центра помощи семье и детям.

Стратегически важным для дальнейшего развития садовой терапии на базе Полярно-альпийского ботанического сада-института является разработка научных основ экотерапевтического направления. Отчасти эта задача решается в процессе создания и модификации специализированных учебных и реабилитационных программ, однако в

последнее время все более становится очевидной необходимость в общей теории. Одним из подходов к ней является изучение особенностей пространственного и цветового восприятия людей, страдающих различными нарушениями нервной системы и психики. Базовая гипотеза этой работы связана с изменениями естественного расстояния до точки перехода от обратной к прямой перспективе в пространственном восприятии пациента, в результате чего для него субъективно искажаются как пропорции, так и цвет воспринимаемого объекта, что, в свою очередь, способствует нарушениям его связей с окружающей средой и обществом, в крайнем выражении приводящем к аутизму. Возможности корректировки этих нарушений связаны с регулярным созерцанием такого ландшафта, пространственное построение которого и цветовая гамма учитывали бы особенности восприятия пациента.

Садовая и экологическая терапия представляют собой актуальные социальные и медико-педагогические направления, особенно важные для населения нашего региона, испытывающего массивное воздействие неблагоприятных антропогенных и природных факторов Крайнего Севера. Их развитие представляет собой важный шаг на пути ко всестороннему использованию инновационного потенциала Полярно-альпийского ботанического сада-института Кольского научного центра РАН и других ботанических садов России.

Литература:

1. Жиров В. К., Гонгарь О. Б., Святковская Е. А., Советова М. П., Мазуренко И. Н. Новое в просветительской деятельности Полярно-альпийского ботанического сада-института // Вестник Кольского научного центра. Апатиты: Изд-во КНЦ, 2010. №3. С 95-100.
2. **Кузеванов В. Я.** Ботанические сады как экологические ресурсы в глобальной системе социальных координат // Ландшафтная архитектура и дизайн. М. Т.29, №2. 2010. С. 7-11.
3. Лихачев Д. С. "Сады Лицея". О литературе Нового времени. Л., Наука, с.295-310, 1984.
4. **Сизых С. В., Кузеванов В. Я., Белозерская С. И., Песков В. П.** Садовая терапия. Использование ресурсов ботанического сада для социальной адаптации и реабилитации. Справочно-методическое пособие. Иркутск: Изд-во Ирк. гос. ун-та, 2006. 48 с.
5. **Советова М. П., Гонгарь О. Б., Жиров В. К.** Учебно-просветительская деятельность ПАБСИ сегодня и завтра // Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия в экстремальных условиях северного климата: материалы докладов научной конференции (Апатиты-Кировск, 29-30 сентября 2008 г.). Апатиты: К&М, 2008. С. 83-86.

6. **Willison J.** Botanic gardens and zoos synergies for the future // Roots, Oct. 2004, vol.1, №2. P. 02-04.

Экология
и рациональное при-
родопользование

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ АКВАТОРИИ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА (ЮЖНОЕ КОЛЕНУ), ПО ДАННЫМ ИССЛЕДОВАНИЯ 2007 — 2010 гг.

Храпова Т. А., Перетрухина А. Т., Пахомова Н. А. (г. Мурманск МГТУ)

The article gives the results of research of contamination by chemical substances of the Kola bay waters, obtained in a period from 2007 to 2010 year. During this reseach the change of base-line composition of waters of the Kola bay of Barents sea at the Murmansk shipyard, Murmansk Sea Fish port, «35 SRZ» area was analyzed. Kola bay waters are contaminated with oil products, suspended matters, concentration of which in a number of cases exceeded maximum permissible concentration stated for fishery reservoirs.

Введение

В современных условиях Кольский залив привлекает повышенное внимание как возможный источник химического загрязнения Баренцева моря и всего Северного Ледовитого океана. По концентрации населения, масштабам промышленной, транспортной и военной деятельности и, следовательно, по совокупности антропогенных воздействий на морскую среду этот участок побережья не имеет себе равных в российской и зарубежной Арктике (Кольский залив..., 1997).

Загрязнение акватории Кольского залива различными токсическими веществами антропогенного происхождения приводит к существенным нарушениям физико-химического состава природных вод, оказывает отрицательное воздействие на морские организмы и морские экосистемы в целом.

Нефть и нефтепродукты, относящиеся к числу наиболее распространенных в морской среде загрязняющих веществ, представляют собой сложную смесь различных углеводородов ациклического, нафтенового и ароматического гомологических рядов с числом атомов углерода от 5 до 70 и соединений некоторых других классов, причем углеводороды составляют 50 - 98% массы смеси (Руководство по химическому ..., 1993).

Взвешенные частицы влияют на прозрачность воды и на проникновение в нее света, на температуру, состав растворенных компонентов поверхностных вод, адсорбцию токсичных веществ, а также на состав и распределение отложений и на скорость осадкообразования.

Биологическое потребление кислорода (БПК) — показатель загрязнения воды органическими соединениями, определяемый количест-

вом кислорода, израсходованным за определенное время (5 суток — БПК₅) в аэробных условиях на окисление загрязняющих веществ, содержащихся в единице объема воды. Как правило, в течение 5 суток при нормальных условиях происходит окисление до 70% легкоокисляющихся органических веществ. Полное окисление органических веществ (БПК_{полн} или БПК₂₀) достигается в течение 20 суток (<http://www.galvanicline...>).

2. Материалы и методы исследования

Для отбора проб в Кольском Заливе было выбрано три участка. Первый участок расположен в районе Мурманской судовой верфи. Второй участок расположен в районе Мурманского Морского Рыбного Порта, а третий участок расположен в районе 35 судоремонтного завода.

Отбор проб для анализа проводился на каждом участке в трех реперных точках: первая точка — 50 метров от береговой полосы; вторая точка — 100 метров; третья точка — 150 метров. Пробы отбирались в течении трех лет ежеквартально. В морской воде определяли содержание нефтепродуктов и взвешенных веществ, а также биохимическое потребление кислорода (БПК_{полн}).

Отбор проб производится в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592 — 2000 «Вода. Общие требования к отбору проб». Нефтепродукты в морской воде определялись с помощью Руководства по химическому анализу морских вод РД.52.10.243-92. Для определения взвешенных веществ использовалась Методика выполнения измерений содержания взвешенных веществ и общего содержания примесей в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом ПНД Ф 14.1:2.110-97. БПК_{полн} определяли в соответствии с Методическими указаниями по определению биохимического потребления кислорода при санитарной оценке воды в рыбохозяйственных водоемах от 04.10.1999 года №13-4-2/1750.

3. Результаты и обсуждение

В таблице 1 приведены данные фоновых показателей загрязнителей акватории Кольского залива (южное колено) в районе Мурманской судовой верфи за период 2007 — 2010 гг.

Таблица № 1

Динамика фоновых показателей загрязнителей в период 2007-2010 гг. в районе акватории Мурманской судовой верфи

Годы	Концентрация, мг/дм ³			Методика выполнения измерений
	Точка 1	Точка 2	Точка 3	
Взвешенные вещества				

2007	4,4	4,2	4,2	ПНД Ф 14.1:2.110-97
2008	4,5	4,3	4,3	
2009	4,54	4,31	4,31	
2010	4,57	4,4	4,4	
Органические вещества (БПКполн.)				
2007	4,3	4,2	4,2	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97
2008	3,52	4,25	4,25	
2009	4,45	4,25	4,25	
2010	4,6	4,3	4,3	
Нефтепродукты				
2007	0,45	0,43	0,42	РД 52.10.243- 92
2008	0,44	0,44	0,42	
2009	0,52	0,44	0,43	
2010	0,53	0,45	0,44	

Четко прослеживается незначительный рост концентрации взвешенных и органического веществ, нефтепродуктов в 2010 г. по сравнению с 2007г. Концентрация всех перечисленных поллютантов увеличивается при приближении в береговой полосе, т.е. местам сброса сточных вод.

Нефтепродукты превышают ПДК в морской воде в 10 раз, это связано со стоянкой судов, а также с наличием постоянно действующих выпусков сточных вод. Взвешенные вещества находятся в допустимых значениях. БПКполн. составляет в морской воде 1,6 ПДК.

В таблице 2 приведены данные фоновых показателей загрязнителей акватории Кольского залива (южное колено) в районе Мурманского Морского Рыбного Порта за период 2007 — 2010 гг.

Таблица № 2

Динамика фоновых показателей загрязнителей в период 2007-2010 гг. в районе акватории Мурманского Морского Рыбного Порта

Годы	Концентрация, мг/дм ³	Методика выполне-
------	----------------------------------	-------------------

	Точка 1	Точка 2	Точка 3	ния измерений
Взвешенные вещества				
2007	3,2	3,3	4,2	ПНД Ф 14.1:2.110-97
2008	3,3	3,4	4,3	
2009	3,5	3,6	4,31	
2010	4,43	4,8	4,4	
Органические вещества (БПКполн.)				
2007	3,9	4,33	4,3	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97
2008	5,00	4,4	4,5	
2009	5,32	4,5	4,45	
2010	5,58	4,46	5,2	
Нефтепродукты				
2007	0,043	0,045	0,046	РД 52.10.243- 92
2008	0,046	0,046	0,045	
2009	0,05	0,049	0,052	
2010	0,055	0,052	0,053	

Проведенная сравнительная оценка с ПДК рыбохозяйственного водоема показывает, что концентрация нефтепродуктов в районе акватории ММРП по нефтепродуктам превышена в морской воде в 1,1 раза, по взвешенным веществам в 1,6 раз, а БПКполн. превышено в морской воде в 1,8 раз.

В таблице 3 приведены данные фоновых показателей загрязнителей акватории Кольского залива (южное колено) в районе 35 судоремонтного завода за период 2007 — 2010 гг.

Таблица № 3

Динамика фоновых показателей загрязнителей в период 2007-2010 гг. в районе акватории 35 судоремонтного завода

Годы	Концентрация, мг/дм ³	Методика выполне-
------	----------------------------------	-------------------

	Точка 1	Точка 2	Точка 3	ния измерений
Взвешенные вещества				
2007	32,36	32	32,6	ПНД Ф 14.1:2.110-97
2008	32,55	33,16	32,45	
2009	33	33,5	33,2	
2010	39,2	39	39,45	
Органические вещества (БКПолн.)				
2007	1,5	1,47	1,49	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97
2008	1,78	2	2,2	
2009	2,1	2,2	2,23	
2010	2,35	2,3	2,4	
Нефтепродукты				
2007	0,51	0,51	0,45	РД 52.10.243-92
2008	0,51	0,52	0,5	
2009	0,68	0,55	0,58	
2010	0,75	0,58	0,6	

В соответствии с Приказом Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 года № 20 «Об утверждении нормативов качества водных объектов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектах рыбохозяйственного значения» проведен подсчет превышения ПДК акватории Кольского залива. Проведенная сравнительная оценка с ПДК рыбохозяйственного водоема показывает превышение нефтепродуктов в 15 раз, а взвешенных веществ в 3,9 раза.

Заключение

Рыбохозяйственный водоем высшей категории Кольский залив Баренцева моря, особенно его южная часть, испытывающая высокую антропогенную нагрузку от деятельности предприятий и населенных пунктов, расположенных по его берегам, по результатам гидрохимиче-

ских наблюдений характеризуется высоким уровнем загрязнения (Доклад по охране ..., 2009).

Проведенная сравнительная оценка с ПДК рыбохозяйственного водоема показывает, что концентрация загрязняющих веществ в исследованных акваториях в 2010 г. по всем показателям была выше, чем в 2007 г. Четко прослеживается незначительный рост концентрации взвешенных веществ, органического вещества и особенно нефтепродуктов. Концентрация всех перечисленных поллютантов увеличивается при приближении в береговой полосе, т.е. местам сброса сточных вод.

Полученные в результате многолетнего мониторинга данные позволяют проследить динамику сбросов химических загрязняющих веществ в акваторию Кольского залива, оценить качество воды по выбранным показателям, выявить наиболее загрязненные участки и обозначить промышленные объекты в районе акватории Мурманской судовой верфи, ММРП, 35 судоремонтного завода, которые приносят большую долю загрязнителей. А также подготовить рекомендации по снижению влияния водных стоков и нефтепродуктов на экосистемы Кольского залива с данных территории, что позволит повысить экологическую безопасность экосистем Кольского залива.

Литература:

1. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 года № 20 «Об утверждении нормативов качества водных объектов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектах рыбохозяйственного значения»
2. Руководство по химическому анализу морских вод РД.52.10.243-92
3. Государственный Стандарт Российской Федерации «Вода. Общие требования к отбору проб» ГОСТ Р 51592 — 2000
4. Методика выполнения измерений содержания взвешенных веществ и общего содержания примесей в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом ПНД Ф 14.1:2.110-97
5. Методические указаниями по определению биохимического потребления кислорода при санитарной оценке воды в рыбохозяйственных водоемах от 04.10.1999 года №13-4-2/1750
6. Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 265 с, 1997.
7. <http://www.galvanicline.ru/show.php?page=364>

**САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
САХАРИНЫ ЯПОНСКОЙ ИЗ ЗАЛИВА АНИВА
(О. САХАЛИН, ОХОТСКОЕ МОРЕ)**

¹Вишневецкая Т. И., ¹Гурулева О. Н., ¹Аминина Н. М., ²Репникова А. Р., ¹Ковкековдова Л. Т. (¹Владивосток, ФГУП ТИНРО-Центр, *vishnevskaya@tinro.ru*, ²Южно-Сахалинск, СахНИРО)

The sanitary-and-hygienic estimation of a brown seaweed *Saccharina japonica* of different places of the Gulf of Aniva (Southern Sakhalin) has been made. The content of toxic metals was investigated and relationship between of their accumulation and a degree of anthropogenic impact was revealed. Microbiological characteristics of seaweed from the given district were presented.

По биомассе, плотности поселения и доступности для промысла наибольшее значение для промышленной переработки имеют ламинариевые водоросли, такие как сахарина японская *Saccharina japonica* (Areschoug), она же ламинария японская *Laminaria japonica* (Areschoug). Добыча водорослей в промышленных масштабах ведется, в основном, в южной части дальневосточных морей — о. Сахалин и побережье Приморья.

Бурые водоросли способны к избирательному накоплению растворенных в морской воде элементов, в том числе токсичных металлов – кадмия, свинца, мышьяка. Интенсивный рост промышленных и сельскохозяйственных стоков и, как результат, усиление антропогенного пресса на морские акватории привели к увеличению концентраций некоторых элементов в донных отложениях, водной среде и гидробионтах (Ковкековдова и др., 2001). В результате промысловые водоросли могут попасть в категорию опасных для здоровья человека при использовании их в пищу или в качестве сырья для приготовления биологически активных добавок, кормовых продуктов и медицинских препаратов.

Поэтому целью данной работы стало исследование качества и безопасности традиционной для промысла сахарины японской, добываемой в заливе Анива на побережье о. Сахалин.

Материалы и методы

Объектами исследований служили слоевища двухлетней бурой водоросли *Saccharina japonica* (Сахарина японская) добытые в июне 2010 г в заливе Анива (о. Сахалин, Охотское море) в «условно грязных» районах, находящихся около населенных территорий - акватория г. Корсакова, пригород г. Корсакова, поселки Пригородное и Озерский, и

в «условно чистых» районах, удаленных от городских и промышленных стоков – прибрежные воды мысов Скальный и Анастасия.

Содержание токсичных элементов водорослей исследовали методом атомно-абсорбционной спектроскопии на атомно-абсорбционном пламенно-эмиссионном спектрофотометре Nippon Jarell Ash FF-855. Подготовку проб проводили согласно «Методическим рекомендациям по подготовке проб объектов внешней среды и рыбной продукции к атомно-абсорбционному определению токсичных металлов» (Ковековдова, Лучшева, 1987). Санитарно-гигиеническую оценку водорослей проводили согласно СанПиН 2.3.2.1078-01.

Результаты и их обсуждение

При использовании водорослей в пищевых целях необходим контроль микробиологических показателей и токсичных элементов. Нами установлено, что по показателям МАФАНМ, БГКП и патогенных микроорганизмов все исследованные водоросли соответствуют нормам СанПиН 2.3.2.1078-01 (Табл. 1). Однако, содержание МАФАНМ в водорослях из «условно грязного» района находится на границе допустимых значений и значительно отличается от их содержания в водорослях из «условно чистого» района, что подтверждает зависимость степени загрязнения от места произрастания. Превышение норм по количеству плесени отмечено в водорослях из штормовых выбросов района м. Скальный (210 кл/г), из акваторий пос. Озерский и м. Анастасии (130 и 160 кл/г, соответственно). Также повышенное содержание дрожжей наблюдается в водорослях, добытых в прибрежных водах г. Корсакова и пос. Озерский (400 кл/г и 10^4 кл/г, соответственно). Однако для этих показателей зависимости их сбора от района антропогенного загрязнения акваторий не обнаружено. Превышение показателей микробиологической безопасности по количеству дрожжей и плесени, вероятно, связано с заготовкой, хранением и естественным разрушением водорослей в штормовых выбросах.

Таблица 1. Результаты микробиологического анализа сахарины японской из залива Анива

Место сбора образца, дата	МА-ФАнМ в 1 г.	БГКП (ко-лиформы) в 1г.	Патогенные, в 25 г.	Плесени и дрожжи в 0,1 г.
Норма	5,0 10^4 Кл/г, не более	Не допуск.	Не допуск.	100 КОЕ/г, не более

г. Корсаков	$1,0 \square 10^3$	Не обнаружено	Не обнаружено	Дрожжи 400
пригород г. Корсакова	$1,6 \square 10^3$	Не обнаружено	Не обнаружено	Дрожжи 17
пос. Пригородное	$1 \square 10^3$	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
пос. Озерский	$1,0 \square 10^3$	Не обнаружено	Не обнаружено	Плесени 130 Дрожжи $1,3 \square 10^4$
м. Скальный, штормовые выбросы	30	Не обнаружено	Не обнаружено	Плесени 210
м. Анастасии	80	Не обнаружено	Не обнаружено	Плесени 160

Результаты токсикологической оценки показали, что во всех образцах сахарины японской содержание свинца и кадмия не превышает предельно допустимых концентраций (не более 0,5 и 1,0 мг/кг сырой водоросли, соответственно), установленных СанПиН 2.3.2.1078-01 (Рис. 1). При этом максимальное значение свинца отмечено в водорослях из пригорода г. Корсакова. Концентрация кадмия в водорослях из пригорода Корсакова, поселков Пригородное и Озерский находится на одном уровне.

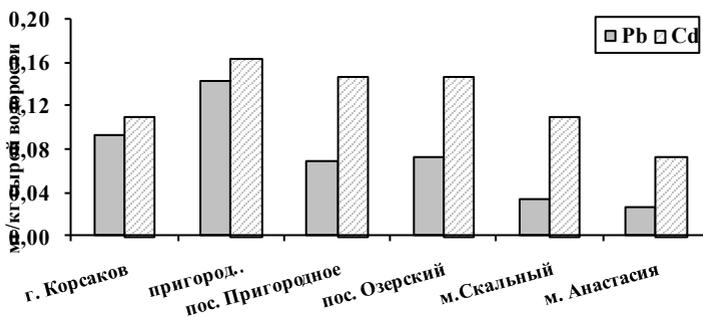


Рис. 1. Содержание свинца и кадмия в сахарине японской из залива Анива

Содержание мышьяка значительно превышает предельно допустимый уровень (ПДУ) в водорослях из прибрежных вод «условно гряз-

ных» районов: г. Корсаков – 26,6 мг/кг, пригород г. Корсакова – 20,7 мг/кг, пос. Пригородное – 8,3 мг/кг, (Рис. 2). Значительное накопление мышьяка в водорослях, вероятно, является результатом антропогенного воздействия на акватории этих районов, тогда как в водорослях из «условно чистых» районов (м. Скальный и м. Анастасия) содержание мышьяка ниже предельно допустимого (не более 5,0 мг/кг сырой водоросли) уровня установленного СанПиН 2.3.2.1078-01. Хотя в сахарине японской из акватории пос. Озерский, относящегося к «условно грязному» району, содержание мышьяка соответствует ПДУ, что, возможно, зависит от состава сточных вод находящихся в этом районе источников загрязнения.

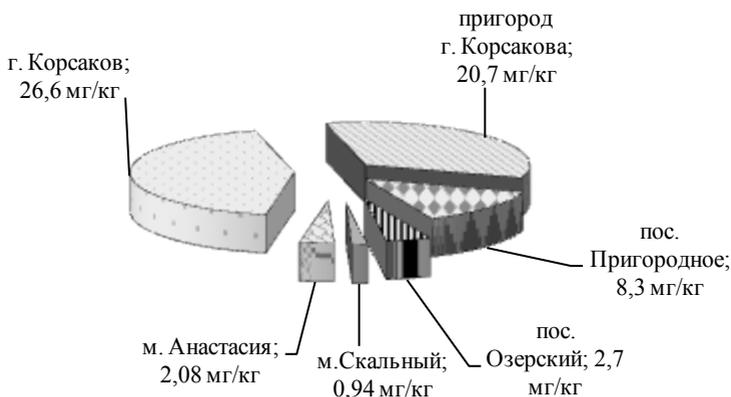


Рис. 2. Содержание мышьяка в сахарине японской из залива Анива

Наиболее высокие концентрации токсичных элементов в районе пригорода и города Корсакова, пос. Пригородное, вероятно, связаны с высокой антропогенной нагрузкой этих населенных пунктов. Кроме того, акватория этих участков относится к самой кутовой части зал. Анива, которая характеризуется не столь интенсивной циркуляцией водных масс (Пищальник, Архипкин, 1999), мелководна и хорошо прогреваема.

Проведенные токсико-гигиенические исследования сахарины японской из залива Анива показали, что вблизи районов с антропогенной нагрузкой (г. Корсаков, пригород г. Корсакова, пос. Пригородное) водоросли накапливают мышьяк в концентрациях, в несколько раз превышающих ПДУ. Содержание свинца и кадмия в водорослях из всех исследуемых районов соответствует нормам, установленных СанПиН 2.3.2.1078-01.

Литература:

1. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН 2.3.2.1078-01). – Москва. – 2002. – С. 34-35.
2. Ковековдова Л. Т., Иваненко Н. В., Симоконь М. В., Щеглов В. В. Мышьяк и селен в промысловых гидробионтах прибрежных акваторий Приморья// Известия ТИПРО.– Владивосток. 2001.– Т.129. – С. 3-8.
3. **Ковековдова Л. Т., Лучшева Л. Н.** Методические рекомендации по подготовке объектов внешней среды и рыбной продукции к атомно-абсорбционному определению токсичных металлов. – Владивосток: ТИПРО.- 1987. - 23 с.
4. **Пищальник В. М., Архипкин В. С.** Сезонные вариации вод на охотоморском шельфе острова Сахалин// Тематический выпуск ДВНИГМИ.- № 2.- 1999. – С. 84-95.

**ВЛИНИЕ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР НА ФЕНОРИТМЫ
ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ НЕСКОЛЬКИХ ЖИЗНЕННЫХ
ФОРМ В Г. МУРМАНСКЕ**

Гасанов Р. Б. (*Ботанический сад МГТУ, г. Мурманск*)

Abstract. The article presents the results of studies phonological phases and low temperature of the vegetation plants in Murmansk city 2007-2010 years

В условиях Крайнего Севера процессы роста и развития растений остро зависят от условий биотопа. Поскольку здесь адаптивные возможности растений формируются в тесной связи с факторами природного и искусственного происхождения. К факторам окружающей среды относятся резкие перепады температур, влажность, характер выпадения осадков. Особую роль на фенологические ритмы растений оказывают пониженные температуры в апреле – июне. В этот период у растений проходят основные фазы развития, такие как вегетация, бутонизация и начало цветения. В этой связи представляло интерес рассмотреть вопрос по влиянию температурных эффектов ранней весны и весенне-летнего периода на фенологические ритмы высших растений жизненных форм дерево, кустарник и травянистой формы. Наблюдения проводились на пробной площадке в городе (вдоль ул. Кильдинская). Наблюдения за температурными показателями с апреля - июнь ведется по трем показателям: среднесуточные температуры, числу дней с температурой ниже 0°C, числу дней с выпадением снега, данные представлены в таблице 1, взяты из сайта www.GISMETEO.ru.

Таблица 1 Погодные данные с апреля – июнь 2007 – 2010гг.

	Среднесуточные температуры				Число дней с температурой ниже 0°С				Число дней с выпадением снега			
	20 07	20 08	20 09	20 10	20 07	20 08	20 09	20 10	20 07	20 08	20 09	20 10
апрель	1,4	- 0,7 5	0,2	2,9	13	22	13	5	17	14	8	4
май	5,5	4,1	6,3	7,6	2	8	-	2	8	16	2	5
июнь	9,3	10, 6	9,7	10, 3	-	-	-	-	-	4	-	-

Судя по таблице 1, по трем метеорологическим параметрам 2008г. был одним из холодных, самый теплый 2010г. В 2008 г. было больше дней с выпадением снега и температурой ниже 0°С. В 2010г. отмечено всего 7 дней с пониженными температурами.

Данные по фенофазам собраны в виде фотографий и дат. Результаты оформлены в виде таблицы 2, где представлены даты начала и окончания фенофаз, а также их продолжительность в виде суммы дней и фенологических спектров на рисунках 1, 2, 3 (Шиманюк, 1976). Наблюдения проводятся с 2007 – 2010гг.

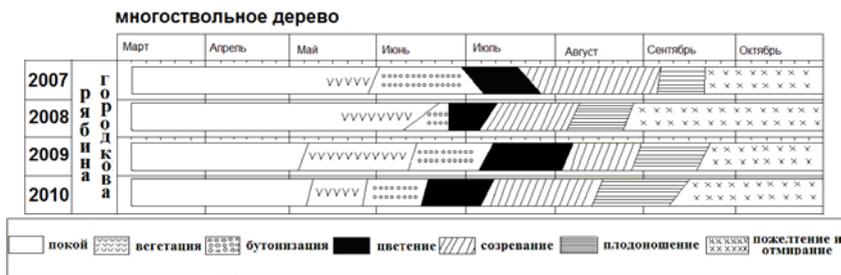


Рис. 1. Фенологические спектры представителей жизненных форм многоствольного дерева в 2007-2010гг.

Судя из рисунка 1, у рябины фаза бутонизации имеет растянутый срок в 2007 (37 дней); 2009г. (25 дней); 2010г. (24 дня). В 2008г. сокращенный срок бутонизации сокращен в 2008г. (18 дней).

По срокам начала бутонизации, раньше других фенофаза началась в 2007г. (29.05.07 – 05.07.07) и 2010г. (25.05.10-18.06.10) Поздние сроки бутонизации отмечены в 2008г (05.06.08 – 23.06.08) и 2009г. (12.06.09 – 07.07.09).

Что сроков цветения, то здесь сроки начала и продолжительности фенофазы имеют неоднородную тенденцию. Короткое цветение было в 2007г. (27 дней) и 2008г. (17 дней), продолжительное цветение в 2009г. (25 дней) и 2010г. (19 дней).

По срокам начала цветения реакции рябины (жизненной формы многоствольное дерево) неоднородны: (1) По-сравнению с другими годами в 2010г. (20.06.10-09.07.10) цветение началось раньше; (2) цветение в конце июня было в 2008г. (23.06.08-10.07.08); (3) что касается других лет наблюдений в 2007г. (28.06.07-24.07.07) и 2009 г. (10.07.09-05.08.09) позже началось цветение, чем в 2008г. (23.06.08-10.07.08) и 2010г. (20.06.10-09.07.10).

Сроки созревания растянуты в 2008г. (34 дня), 2010г. (37 дней), короткая фаза отмечена в 2007г. (22 дня) и 2009г. (56 дней), у рябины раннее созревание в 2008г. (05.07.08 - 08.08.08) и в 2010г. (11.07.10 - 17.08.10), а позже созревание было в 2007г. (15.07.07 - 06.08.07) и 2009г. (04.07.09 - 29.08.09).

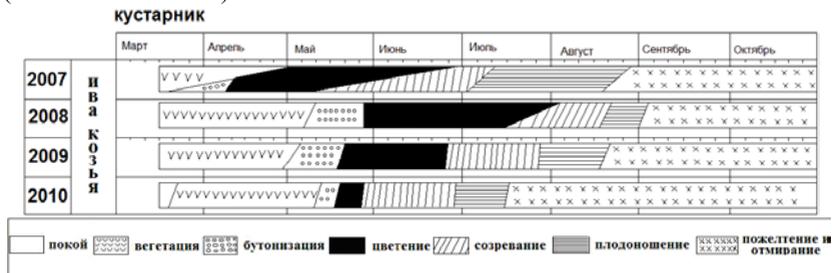


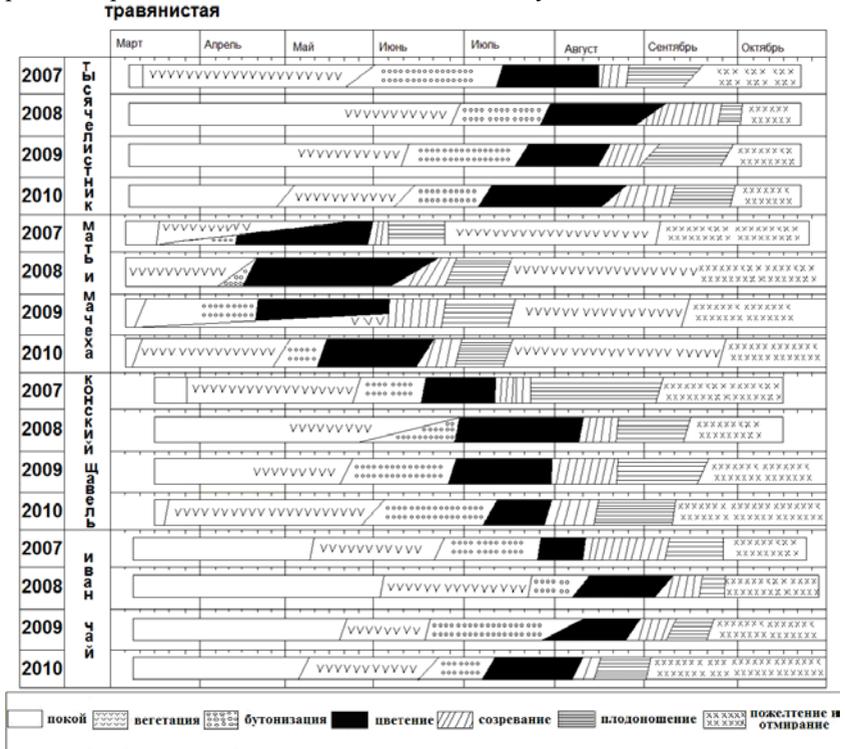
Рис. 2. Фенологические спектры представителей жизненных форм кустарник в 2007-2010 гг.

Как показано на рисунке 2 у ивы (жизненной формы кустарник) ранняя бутонизация была в 2007г. (17.03.07-10.04.07). Что касается других лет наблюдений, сроки начала бутонизации имеют одинаковый характер в 2008г. (10.05.08 - 27.05.08), 2009г. (05.05.09 - 20.05.09), только в 2010г. (12.05.10 - 15.05.10) бутонизация началась позже, чем в другие годы наблюдений. Короткая фаза бутонизация была в 2007г. (24 дня) и в 2010г. (3 дня). Продолжительная фаза отмечена в 2008г. (17 дней) и в 2009г. (15 дней).

По-сравнению с другими годами у ивы цветение началось в 2007 г. (10.04.07-27.06.07), позднее цветение отмечено в 2008г. (09.07.08-03.08.08), 2009г. (18.05.09-25.06.09) и в 2010г. (16.05.10 - 25.05.10).

Наиболее продолжительная фаза цветения отмечена в 2007г. (37 дней), 2008г. (25 дней), 2009г. (38 дней), короткая фаза отмечена в 2010г. (10 дней). Что касается фазы бутонизации, то у рябины в отличие от ив поздние сроки бутонизации имеют продолжительный характер.

У ив сроки цветения продолжительны, в отличие от рябины. Особенно это заметно в 2007г. и 2008г., в 2009г. и 2010г. происходит сокращение фазы цветения. Цветение у ив (жизненной формы кустарник) за 4 года наблюдений происходит в диапазоне с апреля – май, а у рябины временной диапазон в конце июня-август.



Как показано на рисунке 3, у представителей травянистой жизненной формы обращают на себя внимание 3 момента: (1) сроки начала фенофаз, (2) их продолжительность, (3) временной диапазон, в который входит группа растений по началу и окончанию конкретной фенофазы за 4 года наблюдений. Как это было описано у рябины и ив (рис. 1, 2).

Раньше бутонизация (1) началась у тысячелистника в 2007г. (24.05.07-13.07.07), мать-и-мачехи в 2007г. (17.03.07-12.04.07), 2008г. (06.04.08-20.04.08), 2009г. (01.03.09-20.04.09), 2010г. (03.05.10-14.05.10), конского щавеля в 2007г. (28.05.07-15.06.07), 2008г. (25.05.08-15.06.08),

2009г. (20.05.09-27.05.09), 2010г. (04.06.10-11.07.10), бутонизация отмечена у тысячелистника в 2008г. (28.06.08-28.07.08), 2009г. (10.06.09-17.07.09), 2010г. (14.06.10-09.07.10) и кипрея узколистного (иван чай) 2007г. (28.05.07-15.06.07), 2008г. (25.05.08-15.06.08), 2009г. (20.05.09-27.05.09), 2010г. (04.06.10-11.07.10).

Что касается фенофазы цветения, раньше началось (1) у мать-и-мачехи в 2007г. (13.04.07-30.05.07дата), 2008г. (19.04.08-22.06.08), 2009г. (20.04.09-05.06.09), 2010г. (09.05.10-20.06.10), конского щавеля 2007г. (16.06.07-10.07.07), 2008г. (27.06.08-09.07.08), 2009г. (26.06.09-29.07.09), кипрея узколистного 2010г. (15.07.10-10.08.10). Позднее цветение (1) у тысячелистника 2007г. (12.07.07-14.08.07), 2008г. (27.08.08-07.09.08), 2009г. (16.07.09-19.08.09), 2010г. (11.07.10-25.08.10), конского щавеля 2010г. (09.07.10-29.07.10), кипрея узколистного 2007г. (20.07.07-10.08.07), 2008г. (10.08.08-09.09.08), 2009г. (20.07.09-27.08.09), 2010г. (15.07.10-10.08.10).

Продолжительная фаза бутонизации отмечена у тысячелистника 2007г. (50 дней), 2008г. (30 дней), 2009г. (37 дней), 2010г. (25 дней), конского щавеля 2007г. (18 дней), 2009г. (7 дней), 2010г. (37 дней), кипрея узколистного 2007г. (32 дня), 2009г. (53 дня). Сокращенная фаза (1) бутонизации у мать-и-мачехи в 2007г. (26 дней), 2008г. (14 дней), 2009г. (50 дней), 2010г. (12 дней), конского щавеля 2008г. (21 день); кипрея узколистного 2008г. (23 дня), 2010г. (17 дней).

Продолжительный срок цветения (1) отмечен у тысячелистника в 2007г. (33 дня), 2009г. (34 дня) и в 2010г. (45 дней), мать-и-мачехи 2007г. (47 дней), 2008г. (64 дня), 2009г. (46 дней), конского щавеля 2008г. (12 дней) и 2009г. (33 дня). Короткая фаза цветения у тысячелистника в 2008г. (11 дней), мать-и-мачехи в 2010г. (12 дней), конского щавеля в 2008г. (12 дней), а также кипрея узколистного 2007г. (21 день), 2010г. (26 дней).

Судя из рисунка 3 можно выделить группы растений (3) травянистой жизненной формы, которые входят во временной диапазон по фазе цветения: весна (апрель-май) – середина лета (июнь-июль) – лето (июль-август). Апрель – май: мать-и-мачеха; июнь-июль: конский щавель; конец лета (июль-август): тысячелистник и кипрей ползучий.

Если сравнивать жизненные формы: многоствольное дерево, кустарник, травянистая форма. По результатам представленным в виде фенологических спектров (рис. 1, 2, 3), можно сравнивать в соответствии трем аспектам: (1) продолжительность фенофаз, (2) по срокам их наступления, а также (3) временной интервал.

В результате сравнительного анализа эффектов влияния холодной весны-начала лета на феноритмы растений различных жизненных

форм в антропогенных условиях Крайнего Севера мы установили, что обнаруженные реакции имеют определенную инерцию, проявляясь не только непосредственно после воздействия, но и во время вегетации следующего, наиболее теплого, 2009 года. Можно думать, что эта инерция имеет важное адаптивное значение и широко распространена среди многолетних растений, о чем свидетельствует ее наличие практически у всех исследованных растений различных жизненных форм.

Поскольку поддержание генеративной функции в экстремальных условиях является важным показателем устойчивости растений, вариативность сроков наступления и продолжительности фазы цветения и непосредственно связанных с ней фаз бутонизации и созревания плодов отражает многообразие их адаптивных реакций. Следует подчеркнуть, что, будучи представителями аборигенной флоры, все объекты исследования высокоустойчивы в местной среде по определению. Поэтому различия в фенологических реакциях на холодное начало вегетационного периода 2008 г. можно объяснить различиями в адапционных стратегиях исследуемых жизненных форм. У рябины (многоствольное дерево) в 2008г. сокращена фаза бутонизации и цветения. В другие годы срок бутонизации и цветения начался раньше, значительно растянуты сроки по сравнению с 2008г. В отличие от многоствольного дерева у кустарника (*Salix caprea*) пролонгировано цветение в 2007, 2008 и 2009гг. В 2010г. сокращение бутонизации и цветения. Таким образом, усложнение формы в ряду: травянистые растения — кустарнички — кустарники — деревья, видимо, связано с повышением роли генеративной сферы в адаптогенезе. Можно предполагать, что лабильность связи между отдельными генеративными фазами является прогрессивным качеством, обеспечивающим более совершенную регуляцию гомеостаза растений в неблагоприятных условиях.

Литература:

1. **Шиманюк, А.П.** Что и как наблюдать в природе: методика и программа фенологических наблюдений / А.П. Шиманюк. – М.: Акад. наук СССР, 1976г. – 58 с.
2. www.GISMETEO.ru

ФЕНОРИТМЫ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА

Гасанов Р. Б. (*Ботанический сад МГТУ, г. Мурманск*)

Abstract. Influence low temperature of vegetation plants in forest ecosystems Murmansk city 2007-2010 years

В основу систем ЖФ российских исследователей был положен принцип разделения растений на деревья, кустарники, полукустарники, кустарнички, травы, которые далее достаточно делились по типу строения надземных и подземных органов (Миркин и др., 2002). Особи одного вида растения могут иметь разную жизненную форму в зависимости от условий среды (Шарова, 1988).

На формирование жизненных форм влияют факторы природного и антропогенного происхождения. Среди природных факторов можно выделить температуры, осадки, режим освещенности и т.д., но особую роль на формирование растений в течение вегетационного периода оказывают пониженные температуры в апреле-июне. В этой связи в течение вегетации у растений на Крайнем Севере происходят структурные изменения на морфолого-анатомическом уровне. Некоторые аспекты данной проблемы можно рассмотреть с точки зрения фенологических ритмов. В работе представляло интерес исследовать фенологические ритмы высших растений лесных экосистем нескольких жизненных форм: многоствольное дерево (*Betula sp.*, *Sorbus gorodkovil* Pojak.), кустарник (*Salix carrea* L.), кустарничек (*Vaccinium myrtillus*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium vitis – idaea* L., *Ledum palustris* L., *Andromeda polifolia* L., *Chamaepericlymenum suecicum* (L.) Aschers. Et Graebn) и травянистая жизненная форма (*Linna borealis* L., *Trientalis europaea* L., *Solidago lapponica* With, *Pyrola rotundifolia* L., *Achillea millefolium* L., *Tussilago farfara*, *Rumex confertus*, *Chamaenerion angunifolium*). Наблюдения проводятся с 2007-2011гг, методом фиксации фенологических фаз и дат (Шиманюк, 1976). Работа проводилась на пробной площадке 2 (в окрестностях оз. Среднее). Анализ погодных данных представлен в предыдущей статье. На рисунках 1, 2, 3, 4 изображены фенологические ритмы, в виде фенологических спектров.

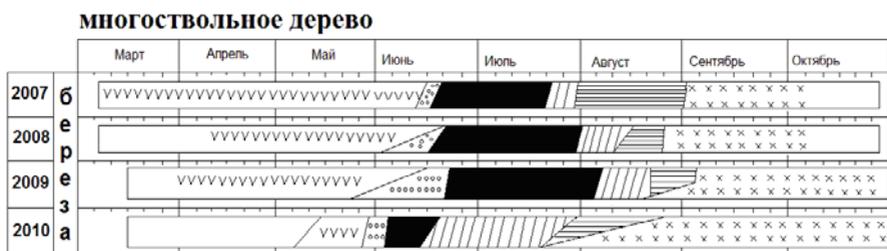




Рис. 1. Фенологические спектры представителей жизненных форм многоствольного дерева

Как видно на рисунке 1, у *Betula sp.* за четыре года наблюдений в 2010г. короткая фаза бутонизации (12 дней), в 2008г. срок бутонизации растянут (47 дней). Раннее цветение отмечено в 2010г. (03.06.10 - 14.06.10), поздний срок цветения был в 2009г. (22.06.09 - 06.08.09). У березы за все исследуемые годы удлинена фаза цветения в 2009г. (45 дней), короткий срок цветения был в 2010г. (03.06.10 - 14.06.10).

Судя по феноспектрам в 2010г. цветение началось раньше (03.06.10 - 14.06.10), непродолжительное (12 дней), а также растянут срок созревания (13.06.10 - 20.07.10). В 2009г. было позднее начало цветения (22.06.09 - 06.08.09), срок фенофазы растянут (45 дней).

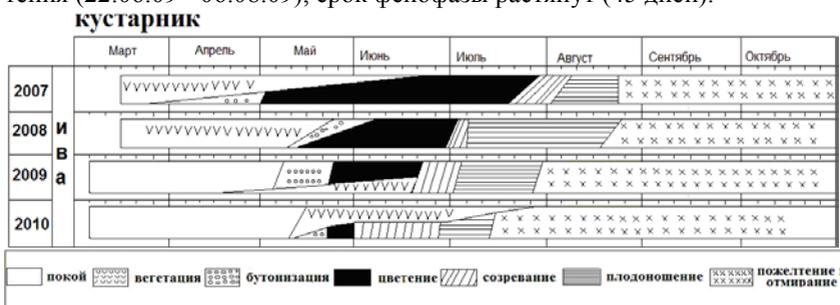


Рис. 2. Фенологические спектры представителей жизненных форм кустарник

Судя по рисунку 2, в 2007г. по сравнению с другими годами у *Salix carnea L.* цветение началось раньше (02.05.07 - 26.07.07), срок фенофазы растянут (на 36 дней). Короткий срок цветения отмечен в 2010г. (03.06.10 - 14.06.10), фенофаза созревания растянута (на 31 день). Как видно по трем годам наблюдений у ивы по – сравнению с 2007г происходит сдвиг цветения по срокам (2008г.– на 6 дней; 2009г.– на 13 дней; 2010г.– на 1 день), а также сокращение продолжительности самой фенофазы (2007г.– 86 дней; 2008г.– 55; 2009г.– 35; 2010г.– 12 дней), начиная с 2007г.

кустарничек

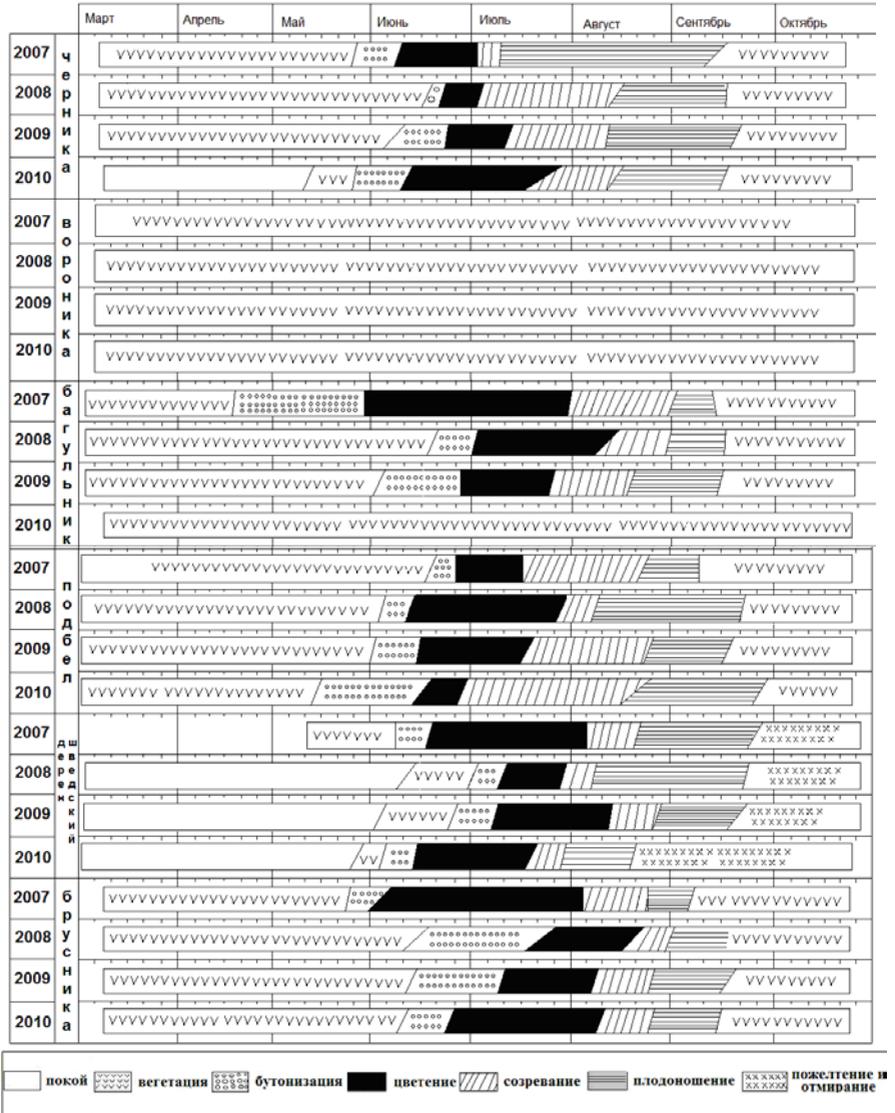


Рис. 3. Фенологические спектры представителей жизненной формы кустарничка

На рисунке 3 представлены растения жизненной формы кустарничек. Реакция растений на пониженные температуры за 4 года исследований неоднородны. Фаза бутонизации по срокам наступления и по продолжительности неодинакова. Во-первых, особо заметна пролонгированность фенофазы бутонизация: у багульника (2007г.–41 день; 2009г.–25 дней); подбела (2010г.–26 дней); брусники (2008г.–35 дней; 2009г.–22 дня). Во-вторых, укороченность фазы бутонизация: у черники (2007г.–12 дней; 2008г.–7 дней); багульника (2008г.–17 дней.); подбела (2007г.–11 дней; 2008г.–8 дней; 2009г.–11 дней); дерна шведского (2007г.–6 дней; 2008г.–9 дней); брусники (2007г.–12 дней; 2010г.–12 дней).

Обращают на себя внимание три аспекта. (1) растянутые фазы цветения у черники (2007г.–26 дней; 2010г.–36 дней); багульника (2007г.–66 дней; 2008г.–42 дня); подбела (2008г.–44 дня; 2009г.–34 дня); дерна шведского (2007г.–53 дня; 2009г.–40 дней; 2010г.–30 дней); брусники (2007г.–57 дней; 2010г.–46 дней); (2) короткие фазы цветения: у черники (в 2008г.–9 дней; 2009г.–16 дней); подбела (2007г.–20 дней; 2010г.–9 дней); дерна шведского (2008г.–17 дней). (3) сдвиги фенофаз по срокам их наступления: у черники в 2008г. (15.06.08-22.06.08) и 2009г. (04.06.09-23.06.09); багульника в 2008г. (17.06.08-04.07.08) и 2009г. (01.06.09-26.06.09); подбела в 2007г. (14.06.07-25.06.07); дерна шведского в 2008г. (01.07.08-10.07.08) и 2009г. (24.06.09-10.07.09); брусники в 2008г. (15.06.08-20.07.08) и 2009г. (12.06.09-04.07.09). По результатам наблюдений у кустарничек наблюдаются неоднородные реакции на окружающую среду, в некоторых случаях отсутствие фенологических фаз (у вороники).

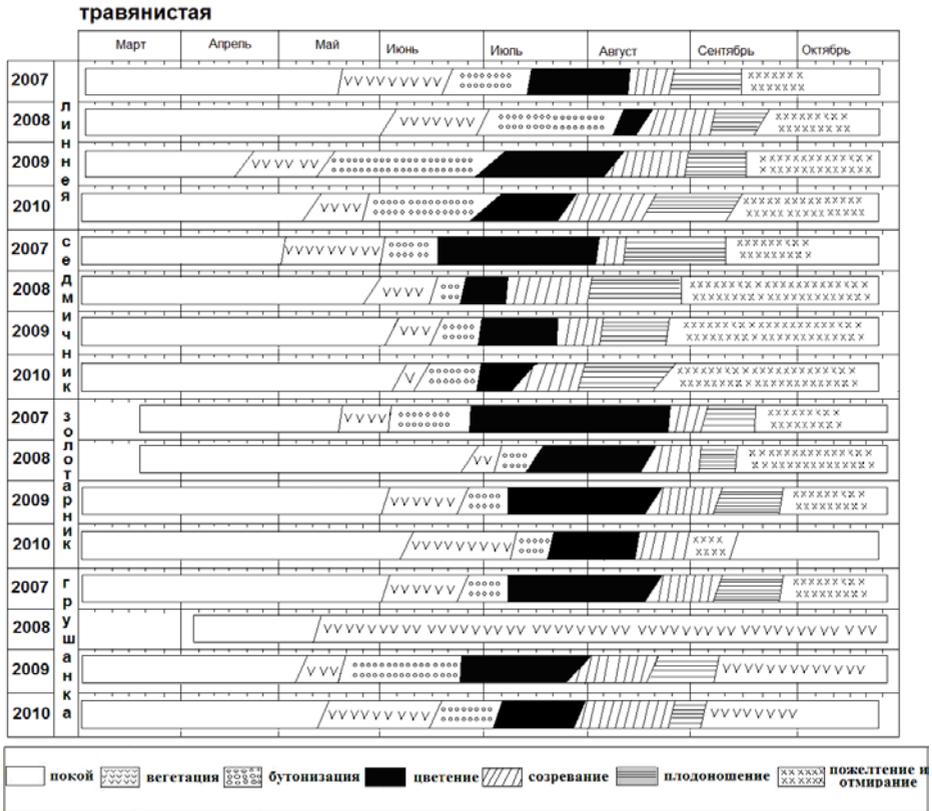


Рис.4. Фенологические спектры представителей травянистой жизненной формы

На рисунке 4 представлены фенологические спектры для растений травянистой жизненной формы с 2007-2010гг. Судя из рисунка: (1) растянут срок бутонизации у линей северной в 2007г. (26 дней), 2009г. (17 дней), 2010г. (32 дня), у золотарника в 2007г. (22 дня) и 2009г. (18 дней), грушанки в 2007г. (32 дня) и 2009г. (39 дней); (2) короткий срок бутонизации отмечен почти у всех видов за исключением отмеченных выше в пункте (1); (3) сдвиг бутонизации по срокам наступления отмечен у линей северной в 2008г. (27.06.08- 08.07.08) и 2010г. (27.05.10-28.06.10), у седмичника в 2009г. (19.06.09-28.06.09) и 2010г. (14.06.10-19.06.10), золотарника лапландского 2007г. (03.06.07-25.06.07) и 2009г. (24.06.09-06.07.09) и грушанки в 2007г. (12.06.07-14.07.07) и 2010г. (20.06.10-01.07.10).

Растянут период цветения: у линеи северной в 2007г. (33 дня) и 2009г. (38 дней); седмичника в 2007г. (48 дней); золотарника в 2007г. (60 дней); 2008г. (32 дня); 2009г. (43 дня); грушанки в 2007г. (22 дня) и 2010г. (24 дня). Короткая фаза цветения была у линеи северной в 2008г. (12 дней) и 2010г. (21 день); седмичника в 2008г. (13 дней), 2009г. (24 дня) и 2010г. (20 дней); золотарника в 2010г. (27 дней); грушанки в 2010г. (11 дней). Сдвиги по срокам начала цветения отмечены у линеи северной в 2008г. (08.07.08-20.07.08); небольшой сдвиг у седмичника в 2009г. (29.06.09-23.07.09) и 2010г. (20.06.10-10.07.10); у золотарника в 2008г. (18.07.08-20.08.08) и 2010г. (19.07.10-15.08.10); грушанки в 2010г. (05.07.10-29.07.10).

Исследовав фенологические фазы у высших растений различных жизненных форм в ряде многоствольное дерево – кустарник – кустарничек – травянистая можно наблюдать сдвиг, либо пролонгированность фенологических фаз или их сокращение, а также отсутствие фаз вовсе. Например, отсутствовали фазы у представителей жизненной формы кустарничек (рис.3): вороника (2007-2010гг.), багульник болотный (2010г.); а также травянистая жизненная форма (рис. 4): грушанка (2008г.).

В лесной зоне анализ феноритмов у растений показал неоднородность в сроках их наступления и продолжительности фенологических фаз у представителей жизненной формы многоствольное дерево, кустарник и травянистая форма.

Особо влияют на сроки начала и продолжительность фенофаз пониженные температуры в течение вегетационного периода. Так, например в 2008г. сроки фенологических фаз у ряда растений сдвинуты на июнь. В 2009г. и 2010г. весна была теплее, здесь сроки фенологических фаз растянуты, но сроки начала поздние, как и в 2008г. По всей видимости, адаптивные свойства растений в 2008г. перешли на следующие годы. Вероятно, это одно из адаптивных особенностей растений к суровым условиям Севера.

Реакция многоствольных деревьев (берез) — заметное удлинение фазы цветения на протяжении двух лет, компенсируемое ускорением плодоношения и созревания плодов, в результате чего общая продолжительность генеративных фаз практически не изменяется — свидетельствует о высокой эффективности их адаптивных механизмов, с одной стороны, и выраженной пассивной стратегии адаптации — с другой. Существенно, что при этом практически не изменяется продолжительность последней фазы пожелтения и сбрасывания листьев, необходимой для формирования глубокого покоя — необходимого фактора высокой зимостойкости (Жиров и др., 2001).

Значительное сокращение продолжительности цветения высокоустойчивого кустарника ива козья компенсируется не пропорциональным удлинением последующих генеративных фаз, как у березы, а удлинением завершающей фазы старения вегетативных органов. Большая, чем у берез, зависимость фаз плодоношения и созревания плодов от фазы цветения позволяет заключить, что адаптивные механизмы ивы обеспечивают ей менее высокий уровень регуляции гомеостаза.

Разнообразие адаптивных реакций у представителей кустарничков, по-видимому, является результатом сочетания нескольких стратегий адаптации у представителей данной группы. В отличие от травянистых, которые также отличаются их разнообразием, фаза осеннего старения у сбрасывающих листву или завершающая вегетативная у сохраняющих ее во время перезимовки кустарничков более стабилизированы. О менее высоком, в сравнении с кустарничками, уровне адаптивных возможностей травянистых, свидетельствует также единственный случай полной редукции генеративных фаз в случае грушанки круглолистной. Таким образом, усложнение формы в ряду: травянистые растения — кустарнички — кустарники — деревья, видимо, связано с повышением роли генеративной сферы в адаптогенезе. Можно предполагать, что лабильность связи между отдельными генеративными фазами является прогрессивным качеством, обеспечивающим более совершенную регуляцию гомеостаза растений в неблагоприятных условиях.

Литература:

1. **Жиров, В. К., Кузьмин А. В., Руденко С. М., Костюк В. И., Кашулин П. А., Жибоедов П. М., Рапотина И. В., Литвинова С. В.** Адаптации и возрастная изменчивость растений на Севере.- Апатиты: изд. Кольского научного центра РАН, 2001. – 350 с. Монография Часть 2
2. **Миркин, Б. М., Наумова Л. Г., Соломеш А. И.** Современная наука о растительности: Учебник. – М.: Логос, 2002. – 256 с.: ил.
3. **Шиманюк, А. П.** Что и как наблюдать в природе: методика и программа фенологических наблюдений / А.П. Шиманюк. – М.: Акад. наук СССР, 1976г. – 58 с.

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН СИНЮХИ ГОЛУБОЙ (POLEMONIUM CAERULEUM L.) В ПОЧВЕ МУРМАНСКА

Горбунова С. И. (*г. Мурманск, МГТУ, ботанический сад*)

Это – многолетнее растение семейства синюховых (Polenoniaceae Juss) высотой до 1м. Корневище ползучее, толстое, усажено почками

придаточных корней. Стебель прямостоячий, маловетвистый, сверху покрыт железистыми волосками. Листья очередные, непарноперистые, голые. Верхние листья – короткочерешковые или без них, нижние – длинночерешковые. В средней полосе цветёт в июле – августе. Цветки синевато-лиловые, иногда белые, собраны в метельчатое соцветие. Плод – трёхгнездная, многосемянная коробочка. Семена созревают в августе.

В естественных условиях синюха голубая прорастает в изреженных смешанных лесах европейской части России, на Кавказе, в Сибири. Её можно встретить на лесных полянах, опушках, на лугах и вдоль речек. Как показали исследования, растение отличается достаточно большой холодо- и зимостойкостью (не вымерзает даже при температуре -30°C). Синюха нормально растёт и размножается на выщелоченных чернозёмах, особого светолюбия не проявляет (Епанчинов, 1988).

Размножают синюху семенами, рассадой и делением многолетних корневищ. Семена мелкие, почти чёрные, узкокрылые. Семена высевают в грунт под зиму или ранней весной. Осенью почву перед посевом перекапывают на глубину 2 – 5 см, чтобы она лучше осела. Посев проводят при устойчивой температуре $2-3^{\circ}\text{C}$ и наступлением постоянных ночных заморозков. При весеннем посеве семян нужна стратификация. Для этого, их в смеси с песком замачивают в соотношении объёмов 1:3 и выдерживают 3—4 месяца под снегом или в холодильнике при температуре ниже 3°C . При более высокой температуре семена синюхи начинают прорастать. Поэтому весной высевают в самые ранние сроки с заделкой на глубину 1—2 см.

Прорастают они при температуре $+3 - 4^{\circ}\text{C}$, но более дружные всходы появляются (на 25 день после посева) при температуре 20°C . Всхожесть семян синюхи колеблется от 60 до 80 %. Следует учитывать, что в процессе хранения семена синюхи голубой быстро теряют всхожесть и уже через 7 месяцев после уборки прорастают лишь на 80 %.

Семена синюхи голубой проверялись на всхожесть в условиях почвы Мурманска. В теплицу под плёнкой были высеяны 3 июня 2004 года семена синюхи голубой, собранные в дендрарии МГТУ в 2003 году. Всхожести их не наблюдалось, что может быть связано с не прохождением ими стратификации.

Стратифицированные в течение 2 месяцев семена синюхи, собранные в дендрарии МГТУ в 2004 году были высеяны в ёмкости с почвой в помещении 21 февраля 2005 года. Средняя температура почвы в ёмкости составила $14,5^{\circ}\text{C}$, в помещении – $19,3^{\circ}\text{C}$. Всхожесть составила 35 %.

Эти же семена, не прошедшие стратификацию, были высеяны в почву теплицы под плёнкой 25 мая 2005 года. Всхожести их не наблюдалось. Это может быть связано с тем, что они не прошли стратификацию.

В ёмкость с почвой в закрытом грунте 5 декабря 2005 года были высеяны семена синюхи голубой сбора 2005 года. Количество высеянных семян составило 11 штук. Вначале ёмкость была поставлена в неотапливаемое помещение, в котором она находилась до 20 февраля 2006 года (средняя температура почвы за этот период составила 4,7 °С, а в помещении – 7,9 °С). Ёмкость с семенами 21 февраля была переставлена в более тёплое помещение. Всхожесть семян наблюдалась 1 марта, прошло 7 штук (63,6 %). Средняя температура почвы в период с 21 февраля до 1 марта составила 11,2 °С а в помещении - 19,2 °С).

Семена синюхи голубой, поступившие из Петрозаводска, были высеяны в почву открытого грунта на территории дендрария МГТУ 9 июня 2010 года. Всхожести семян не наблюдалось.

Изучение возможности всхожести семян синюхи голубой в почве Мурманска показало, что в весенний период для всхожести семян им нужна стратификация.

Литература:

1. **Епанчинов А. В.** Биология в школе научно-методический журнал Гос. Комитета СССР по народному образованию № 4, 1988 С.65, 66, 67.

ВИДЫ РЯБИНЫ, КОТОРЫЕ МОГУТ РАСТИ В УСЛОВИЯХ МУРМАНСКА

Горбунова С. И. (*г. Мурманск, МГТУ, ботанический сад*)

Рябина - растение семейства розоцветных (Rosaceae). В роду насчитывается 84 вида, произрастающие в умеренном поясе Северного полушария. Среди представителей рода – листопадные деревья или кустарники с разнообразными по форме листьями. В природе рябина растет на самых разных почвах, нетребовательна к их богатству, сторонясь лишь заболоченных торфяно-болотистых и песчаных, чрезмерно сухих вариантов.

Она требовательна к свету. В молодом возрасте растения способны переносить недостаток освещенности и более-менее сносно существовать в условиях полутени в подлеске негустого лесного древостоя. При боковом затенении, тесном соседстве с другими крупными растениями рябина сильно вытягивается в высоту, достигая 20 м, но теряет при этом естественную грацию и форму кроны. Получить хорошо развитое, полноценное в декоративном и плодовом отношении дерево можно только при достаточно полном освещении.

Ценнейшим качеством является ее высокая зимостойкость. Ее традиционно рекомендуют для посадок в северных и горных регионах нашей страны с суровыми климатическими условиями. Деревце растет быстро, давая ежегодно от 30 до 50 см прироста. Но живет в сравнении с другими деревьями недолго — от 60 до 120 лет. В городских посадках ее жизнь еще на 10–20 лет короче: сказывается загазованность воздуха, загрязнение грунтов противогололедными реагентами и уплотнение почвы из-за пешеходной нагрузки. Но и здесь за свою короткую жизнь она способна эффективно оживлять и разнообразить городские ландшафты, начиная регулярно цвести и плодоносить в возрасте 8–10 лет.

Благодаря прекрасным декоративным качествам рябина широко используется для озеленения. Особенно эффектна в осенний период, когда созревают яркие плоды, собранные в большие соцветия, а листва приобретает багряные и желтые оттенки. Кроме того, большинство видов и сортов отличаются хорошей зимостойкостью. Особенно красиво смотрятся одиночные посадки рябины на фоне хвойных деревьев и кустарников, а также рядом с липой, ивой белой и черным тополем. Растение подходит и для групповых посадок.

Рябина обыкновенная с большим трудом размножается вегетативно, поэтому основным способом ее размножения является выращивание из семян. По особенностям выращивания из семян к рябине обыкновенной близки другие виды рябин и кизильников, произрастающие в умеренном поясе Северного полушария.

Рябина может размножаться вегетативно, но предпочтительнее размножение рябины семенами.

Семена рябины обыкновенной созревают осенью - когда ягоды становятся красными или оранжевыми, а листья рябины начинают желтеть и облетать. Масса 1000 семян рябины обыкновенной составляет 1,6-5,9 г; рябины промежуточной - 12-13 г; рябины домашней - 25-30 г.

Семена рябины обладают периодом глубокого покоя, для прерывания которого необходима длительная обработка влажных семян холодом (при температуре от нуля до +3 градусов Цельсия). Такую обработку можно обеспечить или посевом семян рябины под зиму, или специальной искусственной подготовкой - стратификацией. Посев под зиму можно проводить как целыми ягодами, так и извлеченными из них семенами (Азбука садовода, 19..).

По литературным данным, посев целыми ягодами может приводить к снижению всхожести по сравнению с посевом очищенных семян; однако, если сеянцев нужно немного, а ягоды имеются в избытке, этим можно пренебречь. В любом случае, всхожесть семян рябины обычно не

очень высока и в большой степени непредсказуема, поэтому сеять и ягоды, и очищенные семена надо со значительным запасом.

Плоды для семенных целей надо собирать в фазе побурения. Извлечение семян из ягод производится следующим образом. Собранные ягоды раздавливаются таким образом, чтобы основная масса семян отделилась от мякоти, но при этом не получила сколько-нибудь значительных повреждений. Для этого можно растолочь ягоды деревянной толкушкой, размять их руками, или даже пропустить через соковыжималку для мягких фруктов (разумеется, без какого-либо нагрева). Измельченные ягоды надо смешать с водой в соотношении 1:5 - 1:10 и убедиться в том, что мякоть, которая всплывет, в основном свободна от семян (если это не так - то ее надо дополнительно размять). Смесь должна отстояться в течение часа, чтобы оболочки семян пропитались водой, и большинство жизнеспособных семян осело на дно. После этого семена можно отделить от мякоти постепенным промыванием - полноценные и хорошо вызревшие семена тонут, мякоть в основном всплывает или при перемешивании поднимается в толщу воды. Вода должна быть холодной (не выше комнатной температуры). Промывать надо очень осторожно, чтобы не смыть вместе с мякотью значительную часть семян (необходимо следить, чтобы полноценные семена не удерживались на поверхности воды за счет силы поверхностного натяжения).

Очищенные семена необходимо или посеять под зиму (в еще теплую землю - в условиях средней полосы в сентябре или первой половине октября), или заложить на стратификацию. Лучше всего семена до посева или до закладки на стратификацию не высушивать.

Стратификация проводится следующим образом. Очищенные и хорошо промытые холодной водой семена смешиваются с каким-либо рыхлым субстратом, который будет в основном препятствовать контактам семян друг с другом, и одновременно с этим удерживать влагу и допускать к семенам воздух.

Идеальные субстраты - мох сфагнум, верховой торф низкой степени разложения, крупнозернистый песок, старая еловая или сосновая хвоя. Смесь субстрата с семенами над уложить в емкости, обеспечивающие доступ воздуха к семенам (например, открытые или прикрытые воздухопроницаемым материалом пластиковые контейнеры) слоем не больше нескольких сантиметров - чем субстрат более рыхлый, тем более толстым может быть слой. Субстрат должен быть влажным, но при этом содержать достаточное для дыхания количество воздуха (например, торф или сфагнум должны быть увлажнены настолько, чтобы были мокрыми на ощупь, но вода из них уже не стекала).

После этого семена рябины, смешанные с субстратом для стратификации, надо выдерживать при комнатной температуре в течение 2-4 недель (совсем небольшая часть семян может прорасти, но основная масса будет оставаться в покое). Необходимо даже следить, чтобы субстрат не пересыхал, но и не покрывался плесенью (при пересыхании его надо полить, при появлении первых признаков плесени - наоборот, перемешать и подсушить естественным образом).

После этого емкость с субстратом надо убрать в хорошо охлаждающий холодильник или холодный погреб, в котором температура будет на протяжении большей части зимы не выше $+5^{\circ}\text{C}$.

Весной, как только появится возможность подготовить почву для посева, семена следует достать и посеять на гряды, можно прямо с тем субстратом, в котором проходила стратификация. Глубина посева должна быть минимальной - семена должны быть укрыты слоем почвы не больше 3-5 мм. Плотность посева, с учетом невысокой всхожести, должна быть 5-10 семян на сантиметр (а еще лучше достать заранее часть семян и проверить на всхожесть в домашних условиях, и высеять так, чтобы плотность посева соответствовала примерно 1-2 всхожим семенам на сантиметр). Расстояние между рядами с высеянными семенами должно составлять 25-30 см или более. Скорость роста сеянцев рябины может сильно варьировать в зависимости от плодородия почвы, условий конкретного года, а также плотности посева.

В наилучших условиях сеянцы уже в первый год могут достигать высоты в 50-70 см, и их можно будет пересадить на постоянное место. В не очень благоприятных условиях пригодные для посадки на постоянное место сеянцы рябины можно вырастить за два года.

Для плодового сада виды, обладающие плодами без горечи, также можно размножать семенами. Этот способ вполне пригоден для рябины гибридной, рябины бузинолистной, рябин подрода *Agia*, моравской и невежинской рябины, если последние не были переопылены горькой рябиной. Гибридные мичуринские сорта также можно размножать семенами, помня о присущих таким растениям различиям между родителями и потомками по хозяйственно-ценным признакам. Существенным недостатком семенного способа размножения является более позднее вступление сеянцев в плодоношение по сравнению с привитыми растениями.

Семена рябины промежуточной и гибридной более крупные, чем у рябины обыкновенной, что облегчает посев. Масса 1000 семян рябины обыкновенной составляет 1,6-5,9 г, рябины промежуточной - 12-13 г, рябины домашней - 25-30 г.

Отмытые семена высевают в открытый грунт ранней осенью, так как при поздних сроках посева они нередко не успевают пройти процесс естественной стратификации и весной дают редкие всходы или вообще не всходят, прорастая только через год. При весеннем посеве в качестве предпосевной обработки семян проводят искусственную стратификацию. Суть стратификации заключается в выдерживании набухших семян во влажной и достаточно аэрируемой среде при определенных температурных условиях, что приводит к снятию покоя, в который впадают семена зрелых плодов. Оптимальным тепловым режимом является одно-двухмесячное выдерживание влажных семян при комнатной температуре с последующим снижением ее до 0 - 5 °С на три-четыре месяца. Если после отмывки семена пересушить, то срок стратификации удлинится и для вывода их из состояния покоя может понадобиться холодовая обработка до семи месяцев и больше. Обычно период стратификации семян рябины обыкновенной занимает 4-6 месяцев, других видов - 3-4 месяца. Обработка семян в растворе гиббереллиновой кислоты, кинетина и тиомочевины стимулирует прорастание. Аналогично стратифицируют семена межродовых гибридов рябины. Сухие семена рябинокизилника перед стратификацией можно обработать концентрированной серной кислотой. Плоды рябиногруши содержат очень мало жизнеспособных семян, поэтому размножают ее преимущественно прививкой на грушу, рябину и айву.

Большие партии стратифицируемых семян смешивают с достаточно влажным, но в то же время хорошо аэрируемым субстратом (торфяной крошкой, вермикулитом) в соотношении 1:3. Небольшие партии семян можно стратифицировать в капроновых мешочках, помещенных в субстрат, а также разместив их между слоями влажной фильтровальной бумаги в чашках Петри, пластмассовых коробках или пластиковых пакетах.

Семена большинства видов рябины мелкие, поэтому сеют их неглубоко, заделывая на глубину 0,5-1 см, и обязательно мульчируют посеvy. Уход заключается в разрыхлении земляной корки, поливах, подкормках, уничтожении сорняков. Сеянцы оставляют на месте или рассаживают в питомник для окулировки. В большинстве районов, за исключением тех, где растения могут пострадать в зимний период, сеянцы высаживают в питомник с осени. Это обеспечивает хорошую приживаемость и последующее быстрое развитие растений (данные взяты из литературы).

В дендрарии МГТУ высевались семена некоторых видов рябин, поступившие из Исландии, Финляндии, Норвегии, Швеции. Это можно увидеть в таблице, представленной ниже.

Таблица **Рябина (Sorbus)**

№ п/п	Вид	Дата посева	Место происхождения семян	Кол-во, шт.	Всхожесть
65/18	amerikana Marsh. американская	06.09.01	Исландия	18	–
66/19	borbassii Jav. ...	06.09.01	Исландия	27	–
67/20	erubescens Kern- er. ...	06.09.01	Исландия	10	+ отпад
68/21	kewensis Hensen ...	06.09.01	Исландия	36	–
69/22	koehneana Schneid Кёне	06.09.01	Исландия	12	–
70/23	mougeotii Soy. Мужо	06.09.01	Исландия	6	–
71/21	reducta Diels ...	06.09.01	Исландия	14	+ отпад
159/ 141	aucuparia L. обыкновенная	06.09.01	Финляндия	27	–
170/ 152	hybrida L. Oslo: гибридная	07.09.01	Норвегия	7	+коллекция
90/44	cashmiriana Hedl кашмирская	06.09.01	Швеция	21	+коллекция
455	aucuparia L. обыкновенная	07.09.04	Финляндия	27	–
446	aucuparia L. обыкновенная	07.09.04	Финляндия	27	–

Из высеванных семян вззошли не все виды рябины, часть взошедших семян образовала сеянцы, но в условиях Мурманска они не все выжили. Установлено, что в условиях дендрария могут давать всхожесть семена рябины гибридной, кашмирской, бузинолистной.

Рябина гибридная – *Sorbus x hybrida* L. Северная Европа. Естественный гибрид рябины промежуточной и рябины обыкновенной (*S. intermedia* x *S. aucuparia*).

Листья сложные, представляют собой сочетание форм перистых и простых, лопастных листьев. Основание листовой пластинки перистое, выше листовая пластинка цельная, но надрезанная на лопасти. Листья сверху темно-зеленые, голые, снизу — покрыты пушком, беловатые или сероватые.

Из семнца рябины гибридной, полученного в результате посева семян (количество высеянных семян 7 штук, возшло одно), выросло дерево, которое достигло высоты 180 см.

Рябина кашмирская - *Sorbus cashmiriana* по внешнему виду напоминает рябину обыкновенную, но отличается от неё окраской плодов. Они у неё не оранжево-красные, а чисто-белые и менее горькие. Это маленькое деревце либо крупный кустарник с раскидистой кроной, произрастающий в Гималаях, прекрасно зарекомендовал себя в средней полосе России. Листва его довольно крупная, перистая, темно-зеленая, матовая. Цветки крупные, бело-розовые. Плоды около 1,5 см в диаметре, молочно-белые, матовые. По-видимому, у нас не вырастает выше 4-5 м. В августе их зрелые белые плоды на фоне темно-зеленой листвы смотрятся особенно ярко и контрастно, но и осенью, особенно в поздний ее период, эти ягоды становятся одним из главных украшений сада.

Из 21 штуки семян рябины кашмирской, собранных шведской экспедицией в Пакистане и высеянных в почве дендрария МГТУ в 2001 году, возшло одно. Полученный сеянец был пересажен в более простое место. Его высота в 2003 году достигла высоты 75 см, а в 2004 году – 90 см. Выросшее дерево впервые зацвело в 2008 году. Из полученных семян, высеянных в почву открытого грунта, вырос один сеянец. Он высажен в открытом грунте. Рябина зацвела вновь в 2010 году.

Рябина бузинолистная - (*S. sambucifolia*). Среди дикорастущих видов она является одним из наиболее перспективных видов для введения в широкую культуру плодового садоводства. Обитает она на Камчатке, юге Магаданской области, Сахалине, Курилах и в Хабаровском крае, преимущественно на побережье Охотского моря.

Небольшой двухметровый густой куст в природе растет на сухой каменистой почве в кустарниковых зарослях вместе с такими чемпионами по выносливости и морозостойкости, как кедровый стланик, береза Эрмана и ольха.

Эта рябина обладает эффектным убором из темно-зеленых блестящих листьев, который в осеннее время расцветивается в горящие желто-оранжевые краски. Цветет куст не пышно (белые или розовато-белые цветки собраны в небольшие, до 5–6 см в диаметре, соцветия), но в августе дарит неплохой урожай сочных, сладко-кислых, ароматных

плодов без горечи, которые по приятности вкуса могут поспорить с известными плодовыми сортами и гибридами.

Бузинолистная рябина очень неприхотлива и непривередлива в культуре, однако отличается светолюбивостью и плохо чувствует себя даже при небольшом затенении. Также нужно помнить о том, что она с трудом переносит пересадку, так как обладает негустой и чувствительной корневой системой. Поэтому в саду саженец следует сразу же определить на постоянное место жительства.

Семена рябины бузинолистной, собранные в дендрарии МГТУ в 2002 - 2003 годах

были высеяны 6 февраля 2004 года в ёмкости с почвой в закрытом грунте. Всхожести их не наблюдалось, что связано по всей вероятности, с тем, что они не прошли стратификацию.

Семена рябины собранные в дендрарии МГТУ осенью 2004 года, были высеяны в

открытый грунт 25 мая 2005 года. Их всхожести не наблюдалось.

Семена рябины бузинолистной, собранные в дендрарии МГТУ в 2005 году, были высеяны 5 декабря 2005 года в ёмкость с почвой в закрытом грунте. До 20 февраля 2006 года ёмкость стояла в неотапливаемом помещении, затем переставлена в другое помещение. Всхожести их не наблюдалось, что связано по всей вероятности, с тем, что они не прошли стратификацию. Средняя температура почвы составила в первом помещении 4,7 °С, во втором до момента прорастания - 18,6 °С. Семена проросли 6 апреля 2006 года.

Литература:

1. **Губанов И. А., Киселёва К. В., Новиков В. С., Тихомиров В. Н.** Иллюстрированный определитель растений Средней России. — М.: Т-во научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований, 2003. — Т. 2. — С. 410.

2. **Азбука садовода: Справочная книга/сост. В. И. Сергеев.** -4-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1991. — 495 с. [8] л.ил.

СИБИРКА АЛТАЙСКАЯ, ИЛИ ВЫЛОЩЕННАЯ — SIBIRAEA ALTAIENSIS (LAXM.) S.K. SCHNEID. (SIBIRAEA LAEVIGATA (L.) MAXIM.) – РАСТЕНИЕ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ МУРМАНСКА

Горбунова С. И. (*г. Мурманск, МГТУ, ботанический сад*)

Эндем Горного Алтая и Джунгарского Алатау. Растет в лесном поясе, образуя подлесок. Теневыносливый мезофит, микротерм, мезо-

троф, редкий эдификатор подлеска лиственничников и эдификатор и соэдификатор кустарниковых зарослей.

Оригинальный, двудомный кустарник до 1,7 м высотой, имеющий белые, метельчатые соцветия, похожие на соцветия спирей и очень своеобразные листья — широколанцетные, с закругленными концами, гладкие, серо-зеленые, похожие на листья молочая.

В первые годы жизни растет медленно, зацветает на 5-й год от посева семян. Осенью листья окрашиваются в буровато-оранжево-красный цвет и долго сохраняются на побегах. Вполне зимостойка. Предпочитает влажные места. Образует в садово-парковых насаждениях красивые группы с лиственницами. Используется в лесостепной зоне и умеренно влажных районах России.

Описание этого растения в условиях Полярно-альпийского ботанического сада приведено в газете «Полярная правда», от 19 января 1995 года дендрологом ПАБСИ Казаковым Лерием Александровичем.

«В природе это растение, кроме Алтая нигде не встречается и, вероятно, поэтому получило двойное название сибирка алтайская. Растёт высоко в горах и образует там сплошные заросли. Однако выносливая к холоду сибирка оказалась способной жить и в Заполярье.

Сибирка - это кустарник, который вырастает примерно до полутора метров высоты. Ветви её отличаются разноцветной отслаивающейся корой и метельчатыми белыми соцветиями. К особенностям относится и двудомность: раздельно существующие мужские и женские экземпляры.

Сибирка не входит в группу съедобных растений. Её плоды называют листовками, в каждой от 3 до 6 семян. Несмотря на высокую декоративность и зимостойкость алтайская гостья осталась незамеченной озеленителями. Если в сибирских городах её используют для этих целей, то в других частях страны ничего подобного не встретишь. Нет её и в большинстве северных ботанических садов и дендрариев.

Первая попытка вырастить сибирку в Полярно-альпийском ботаническом саду была предпринята в 1949 году, но растения не смогли пережить зиму. Из 5 имеющихся образцов все зимостойки, цветут, а в апатитской коллекции даже плодоносят. Этот показатель обычно считается наиболее надёжным признаком акклиматизации, и такие растения включаются в список видов, перспективных для практического использования.

Однако для сибирки есть ещё одно «но». Она не сбрасывает листву до самых заморозков и так уходит под снег. Лишь на следующий год похулая старая листва облетает. Хорошо это или плохо? Отсутствие листопада для большинства растений служит показателем неполной адаптированности к новым условиям и, как правило, приводит к повре-

ждениям. У сибирки же подмерзаний не наблюдается, внешне она никак не страдает. В природе есть ряд растений, зимующих с листьями, и это воспринимается как нормальное явление.

Есть три метода размножения сибирки алтайской: семенами, отпрысками и летними черенками. Семена в наших условиях вызревают, так что может быть получено и собственное потомство. Перед посевом их нужно стратифицировать или сеять под зиму. Отводков сибирка в наших условиях не даёт.

Особой требовательностью к плодородию почвы и влажности сибирка не отличается. Известно, что она не выдерживает только избыточной и застойной влаги, а также почвенного засоления. В природе растёт под пологом леса. И значит, относится к теневыносливым растениям.

Сибирка высаживается группами или бордюрами. На приусадебном участке, где обычно свободной площади мало, можно посадить даже одно растение. У сибирки густая листва, оригинальный внешний вид, этот кустарник будет украшением сада.

Известно, что на Алтае листья кустарника используют в качестве суррогата чая. Когда вы разведёте сибирку в своём саду, попробуйте алтайский чай, может быть, в этом и состоит самое главное её достоинство».

Семена сибирки, собранные в дендрарии МГТУ в 2003 году, были высеяны в ёмкости с почвой 6 февраля 2004 года. Всхожести их не наблюдалось.

Семена сибирки, полученные из дендрария Архангельского государственного технического университета, были высеяны в теплицу под плёнкой 18 июня 2002 года. Всхожести их не наблюдалось, как и семян из Алтая, высеянных в 2004 году.

В ёмкость с почвой в закрытом грунте 5 декабря 2005 года были высеяны семена сибирки, собранные в дендрарии МГТУ в 2005 году. Ёмкость находилась в неотапливаемом помещении до 20 февраля 2006 года (средняя температура почвы за этот период составила 4,2 °С). Ёмкость была перенесена 21 февраля в другое помещение. Всхожесть семян наблюдалась 28 марта (средняя температура почвы в этот период составила 17,2 °С).

Семена сибирки алтайской в почве Мурманска могут обладать всхожестью, для этого они должны проходить период стратификации.

Использованная литература

Казаков Л. Сибирка алтайская Полярная правда 19.01. 1995

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *SACCHARINA JAPONICA* ПРИМОРСКОГО КРАЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЕЕ ДЕТОКСИКАЦИИ

Гурулева О. Н., Вишневская Т. И., Аминина Н. М., Кикю Д. П. (г. Владивосток, ФГУП ТИПРО-Центр, *guruleva@yandex.ru*)

The toxicological studies of brown seaweed *Saccharina japonica* from different places of Primorski Territory were undertaken. The process of demineralization of seaweed from heavy metals was investigated during industrial processing. Ways of processing of raw materials, which lead to fall of concentration of toxic elements in it, are offered.

На Дальнем Востоке основным промысловым видом бурых водорослей является сахарина японская *Saccharina japonica* (Aresch.) (она же ламинария японская *Laminaria japonica* (Aresch.)), заросли которой образуют водорослевые пояса вдоль значительной части дальневосточного побережья в Охотском и Японском морях (Суховеева, Подкорытова, 2006). В Приморье основные промысловые заросли сахарины японской сконцентрированы вдоль всего северного побережья материковой части до мыса Поворотного. В южной части Приморского края запасы этой водоросли не столь велики, но значительный вклад в ее добычу составляют культивированные водоросли. Одна из постоянно действующих плантаций водорослей расположена в наиболее защищенной бухте Анна Залива Петра Великого.

В результате способности к избирательной сорбции минеральных элементов промысловые водоросли могут попасть в категорию опасного для здоровья человека пищевого сырья. Особое опасение вызывает использование водорослей, содержащих повышенные количества токсичных элементов, таких как ртуть, мышьяк, свинец, кадмий. Минеральные элементы, в том числе токсичные металлы, находятся в бурых водорослях в составе неорганических солей и органических соединений, например солей альгиновой кислоты (Подкорытова и др., 1986).

При промышленной переработке водорослей часть токсичных элементов может быть удалена из водорослей до концентраций, допустимых для потребления человеком. Поэтому задачей наших исследований стало определение токсикологических показателей водорослей, добытых в разных районах Приморского края, а также подбор режимов обработки сырья для получения из него продукции, с показателями, соответствующими требованиям СанПин 2.3.2.1078-01.

Материалы и методы.

Объектами исследований служили двухлетние бурые водоросли *Saccharina japonica* (Сахарина японская) добытые в июне-августе 2010 г

из культивированных (б. Анна) и естественных зарослей (бух. Краковка, мысы Зеленый, Сысоева и Поворотный)

Содержание микроэлементов в водорослях исследовали методом атомно-абсорбционной спектроскопии на атомно-абсорбционном пламенно-эмиссионном спектрофотометре Nippon Jarell Ash FF-855. Подготовку проб проводили согласно «Методическим рекомендациям по подготовке проб объектов внешней среды и рыбной продукции к атомно-абсорбционному определению токсичных металлов» (Ковековдова, 1987).

Результаты и их обсуждение.

Для рационального использования водорослей в качестве сырья для приготовления пищевых и кормовых продуктов, биологически активных добавок необходим контроль качества сырья по показателям СанПиН 2.3.2.1078-01. Согласно поставлено цели были проведены исследования содержания токсичных элементов в сахарине японской из культивированных и естественных зарослей (Рис. 1).

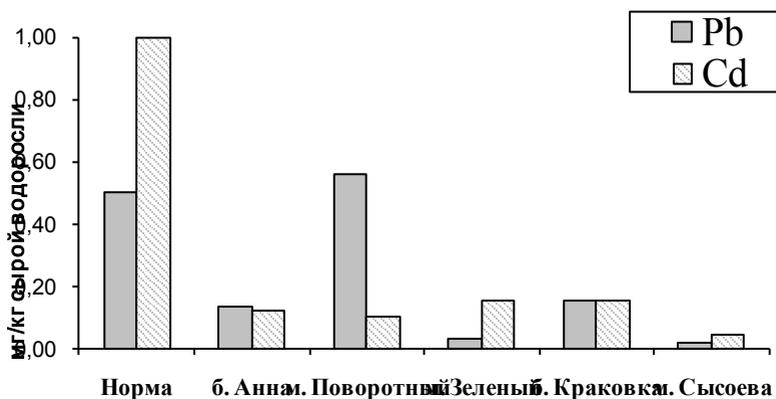


Рис. 1. Содержание кадмия и свинца в сахарине японской побережья Приморья (мг\кг сырой водоросли)

Установлено, что образцы сахарины японской по содержанию свинца и кадмия соответствуют показателям безопасности, установленным СанПиН 2.3.2.1078-01. Исключение составляют водоросли из акватории м. Поворотного, в которых содержание свинца (0,56 мг/кг) значительно превышает предельно допустимый уровень (ПДУ).

Максимальная концентрация мышьяка (от 6,13 до 6,84 мг/кг) обнаружена в сахарине японской, произрастающей в бух. Анна, бух. Краковка и у мыса Сысоева (Рис.2), что не соответствует установленным нормам СанПиН 2.3.2.1078-01. Содержание мышьяка находится в пре-

делах нормы в водорослях из акваторий мысов Поворотный и Зеленый, причем в водорослях последнего его количество находится на границе предельно допустимых значений (4,92 мг/кг). В связи с тем, что антропогенная нагрузка во всех исследуемых районах отсутствует, можно предположить, что загрязнение мышьяком происходит из естественных источников, например, вследствие вымывания горных пород (Ковекова и др., 2001).

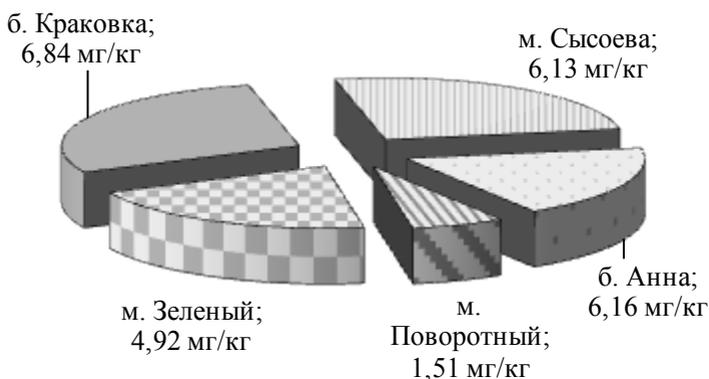


Рис. 2. Содержание мышьяка в сахарине японской побережья Приморья (мг/кг сырой водоросли)

Для определения возможности использования сырья, содержащего высокие концентрации токсичных элементов, в пищевых целях были проведены работы по деминерализации промышленного сырья – сахарины японской, собранной на плантации в б. Анна (Приморский край).

С целью снижения концентрации свинца, кадмия и мышьяка в процессе промпереработки были проведены следующие технологические операции: замачивание, посол и замораживание сырца в течение двух дней. Посол водорослей проводили при концентрации соли 20 % при температуре 6-10 °С, заморозку - при температуре минус 18 °С. Сырец и соленые водоросли промывали, мороженые дефростируют и замачивали в пресной воде на 2 часа. После замачивания экстракты сливали, а водоросли подготавливали для анализа содержания микроэлементов.

Микроэлементный состав исходного сырья характеризуется высоким содержанием железа (31,74 мг/кг) и цинка (3,97 мг/кг). Установлено, что в результате различных видов технологической обработки содержание биогенных и токсичных элементов уменьшается (Табл. 1).

Таблица 1. Микроэлементный состав исходной и деминерализованной сахарины японской (мг/кг сырой водоросли)

Водоросль	Ni	Mn	Fe	Zn	Cr	Cu	Pb	Cd	As
ПДУ, не более							0,50	1,00	5,00
Сырце	1,0 6	1,5 9	31, 74	3,9 7	0,53	0,5 3	0,20	0,10	3,10
Сырце после замачивания в воде	0,1 1	0,2 2	4,3 9	0,3 8	0,33	0,1 1	0,14	0,02	0,60
Соленая после замачивания в воде	0,2 2	0,1 1	2,8 7	0,2 2	0,22	0,0 7	0,20	0,00 6	0,38
Мороженая после замачивания в воде	0,1 7	0,2 1	2,7 5	0,4 2	0,21	0,0 3	0,20	0,02	0,38

После замачивания сырца в пресной воде содержание никеля, марганца, железа и цинка снизилось в 8,6 раза; меди, кадмия и мышьяка в 4,9 раза; хрома – 1,6 раза. Посол и замораживание изменяют соотношение микроэлементов в водоросли. После замачивания соленых водорослей содержание таких микроэлементов, как марганец, железо, цинк, хром и мышьяк уменьшается в 1,5-2 раза, кадмия в 4,4 раза по сравнению с сырцом после замачивания.

При замораживании сахарины японской с последующей дефростацией и замачиванием в пресной воде происходит потеря железа, хрома, меди, кадмия, мышьяка в 1,6 раза, меди в 3,7 раза по сравнению с сырцом после замачивания в воде (Табл. 1). Установлено, что замораживание не влияет на количество марганца и свинца.

Установлено, что по количеству токсичных элементов (свинца, кадмия и мышьяка) как сырце, так и обработанные водоросли соответствуют нормам СанПиН 2.3.2.1078-01 (Табл. 1). Показано, что содержание свинца не зависит от способа обработки сырца, кадмий лучше всего удаляется при посоле и замачивании, для удаления мышьяка подходит замачивание в воде, замораживание и посол водоросли.

Установлено, что сахарина японская из различных районов побережья Приморья по содержанию свинца и кадмия соответствуют показателям СанПиН 2.3.2.1078-01. Количество мышьяка в водорослях не-

много превышает установленную норму, или находится на границе предельно допустимых значений.

Различные способы технологической обработки сырья способствуют разной степени деминерализации сахарины японской. По количеству токсичных элементов (свинца, кадмия и мышьяка) водоросли после обработки соответствуют нормам СанПиН 2.3.2.1078-01, что позволяет в дальнейшем использовать их в пищевых целях.

Литература:

1. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН 2.3.2.1078-01). – Москва. – 2002. – С. 34-35.
2. Ковековдова Л.Т., Иваненко Н.В., Симоконь М.В., Щеглов В.В. Мышьяк и селен в промысловых гидробионтах прибрежных акваторий Приморья// Известия ТИНРО.– Владивосток. 2001.– Т.129. – С. 3-8.
3. **Ковековдова Л. Т., Лучшева Л. Н.** Методические рекомендации по подготовке объектов внешней среды и рыбной продукции к атомно-абсорбционному определению токсичных металлов. – Владивосток: ТИНРО.- 1987. - 23 с.
4. **Подкорытова А. В., Аминина Н. М., Симоконь М. В.** Сезонная динамика взаимодействия минеральных элементов с альгиновой кислотой в ламинарии японской// Исследования по технологии гидробионтов дальневосточных морей.- Владивосток: ТИНРО. - 1986. – С. 84-91.
5. **Суховеева М. В., Подкорытова А. В.** Промысловые водоросли и травы Дальневосточных морей: биология, распространение, запасы, технологии переработки. –Владивосток: ТИНРО-Центр. – 2006. – 243 с.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРЕДПРИЯТИЙ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Дроздова Е. И. (Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии; E-mail: ellenium@bk.ru)

Summary. In this report the author estimated the degree of negative impact on the environment of the enterprises of Murmansk region of various economic activities (mining, metallurgical, energy and transport).

Автором проведена оценка степени негативного воздействия на окружающую среду предприятий Мурманской области различных ви-

дов экономической деятельности (горнодобывающей и горно-металлургической - ОАО «Кольская горно-металлургическая компания» (ГМК «Североникель», ГМК «Печенганикель»), ОАО «Оленегорский ГОК», ОАО «Ковдорский ГОК», энергетической - ОАО «Мурманская ТЭЦ», транспортной - ОАО «Автоколонна 1118», ОАО «Мурманский морской рыбный порт»).

В результате данной оценки негативного воздействия предприятий на окружающую среду выделено 3 группы предприятий, различающихся степенью воздействия.

К первой группе можно отнести предприятия (например, ОАО «Мурманский морской рыбный порт», ОАО «Ковдорский ГОК», ОАО «Мурманская ТЭЦ»), которые не заинтересованы не только в декларировании, но и в оценке фактического воздействия на окружающую среду и результатов своей экологической деятельности, не уделяют должного внимания природоохранной политике и не стремятся минимизировать вредное воздействие производства на окружающую среду, реализуя природоохранные мероприятия, в результате чего наблюдается общая устойчивая тенденция к увеличению воздействия на окружающую среду и, соответственно, к увеличению экологического риска предприятий для региона.

Ко второй группе можно отнести предприятия (например, ОАО «Оленегорский ГОК»), в области воздействия которых на окружающую среду складывается общая тенденция к стабилизации. Это связано с проведением природоохранных мероприятий, а также с фактическим соблюдением всех установленных нормативов воздействия, высокой эффективности производственного экологического контроля.

В третью группу входят предприятия (например, ОАО «Кольская ГМК», ОАО «Автоколонна 1118»), снижающие отрицательное воздействие, реализуя природоохранные мероприятия, и, соответственно, экологический риск для окружающей среды. Это характерно, в первую очередь, для промышленных предприятий, осуществляющих эффективную деятельность в области производственного экологического управления охраной окружающей среды. Например, реализуя комплекс природоохранных мероприятий, ОАО «Кольская ГМК» стремится соблюдать баланс экономических и социально-экологических интересов. Они направлены как на развитие собственного производства и экономики Мурманской области в целом, так и на снижение негативного влияния промышленного производства на состояние здоровья работников и жителей региона, сохранение и восстановление окружающей среды.

Также результаты исследования показали, что существующие принципы экологического нормирования не обеспечивают экологическую безопасность, а являются следствием технологических возможностей производства, следовательно, система нормирования должна быть пересмотрена.

Таким образом, необходимо совершенствование системы нормирования в области охраны окружающей среды и негативного воздействия на нее (нормирование допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду на основе территориального зонирования, квотирование объема воздействия каждого хозяйствующего субъекта на конкретной территории (акватории)), внедрение наилучших существующих технологий при строительстве и реконструкции предприятий, совершенствование платы за негативное воздействие на окружающую среду (введение платы за факторы физического воздействия, дифференциация платежей в зависимости от степени очистки сточных вод и т.д.).

Литература:

1. **Мартемьянова Е.С., Дроздова Е.И.** Экономическое регулирование природоохранной деятельности в регионе// *Материалы международной научно-технической конференции «Наука и образование-2009»*. – г. Мурманск, МГТУ (1-9 апреля 2009г.). – электрон. НТЦ «Информрегистр» 0320900170). С. 632-635.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СВЕДЕНИЙ О КРИТИЧЕСКИХ ПЕРИОДАХ У ЭБРИОНОВ И ЛИЧИНОК РЫБ

Журавлёва Н. Г., Ларина Т. М. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра «Биоэкологии»*)

Известно, что развитие морского рыбоводства сдерживается трудностями массового получения полноценной жизнеспособной молоди из – за значительной гибели ее в процессе выращивания. Профилактические мероприятия должны базироваться на достаточно полном знании гистологического строения личинок, поскольку нельзя познать патологию, не имея представления о норме. Знание морфофункциональных характеристик позволяет лучше понять особенности физиологии на разных стадиях онтогенеза молоди и причины многих патологических процессов, возникающих при выращивании личинок в искусственных условиях. Вместе с тем, исследование морфофизиологии молоди морских рыб в первые годы жизни дает необходимую информацию для успешного разведения этих видов рыб.

Чувствительность эмбрионов и личинок к действию различных повреждающих агентов среды и абиотических факторов, таких как кислородная недостаточность, резкие колебания температуры, выходящие за пределы оптимумов, механические повреждения и другие воздействия, которые оказывают влияние на ход морфогенетических процессов, нарушая скорости развития отдельных органов вызывая появление уродливо развитых особей, а во многих случаях, приводя к летальным исходам, на разных стадиях их онтогенеза, сильно варьирует.

Начиная с работ С. Р. Стоккарда (Stockard, 1907, 1921) и С. Келликота (Kellicott, 1916) на эмбрионах фундулюса обыкновенного (карпозубые) *Fundulus heteroclitis* была проведена серия многочисленных исследований, посвященных так называемым критическим периодам в ходе развития эмбрионов позвоночных, особенно рыб. С. Р. Стоккард (Stockard, 1921) критическими периодами назвал нарушение темпов развития отдельных закладок органов у эмбрионов, четко выявленных у фундулюса обыкновенного *Fundulus heteroclitis*, например, при действии низких температур. Представления С. Р. Стоккарда о нарушении темпов эмбрионального развития после действия различных повреждающих агентов получили дальнейшее развитие в работах Р. Гольдшмита (Goldshmidt, 1938), создавшего представление о координированной системе скоростей в перемещении клеточного материала, которое особенно легко нарушается в период закладки органов.

Среди отечественных исследователей особый интерес представляет большой экспериментальный материал, относящийся преимущественно к эмбриональному и личиночному развитию различных рыб (Трифонова, 1935, 1949, 1957; Привольнев, 1957; Никифоров, 1956; Вернидуб, 1957).

Имеется большое количество сведений о критических периодах у эмбрионов и личинок осетровых (Трифонова, 1949; Олифан, 1957) а также рыб, относящихся к различным отрядам костистых рыб: плотвы (Вернидуб, Гузева, 1950), окуня (Трифонова, 1935; Привольнев, 1935), леща (Привольнев, Разумовский, 1939), ерша (Вернидуб, 1939), осетра, севрюги (Закиян, 1949).

В. И. Олифан (1957) предполагает, что критические стадии в ходе онтогенеза осетровых рыб, как и у многих других организмов, связаны с меняющейся нейрогормональной регуляцией формообразовательных процессов. Критическими периодами В. И. Олифан (1957) называет кратковременные стадии, на которых дифференцируются очередные по ходу онтогенеза органы. Критические стадии, таким образом, могут обнаруживаться и в период, когда ткани эмбриона сформированы.

Согласно П. Г. Светлову (1960) каждый из естественных этапов развития начинается относительным периодом, за которым следуют

периоды, в течение которых происходят видимые процессы морфогенеза (дифференциация и рост). Главным признаком, характеризующим критические периоды развития, является высокая чувствительность клеток к действию внешних агентов, обусловленная пониженной регулятивной деятельностью в эти периоды.

Закономерное чередование морфогенетических процессов в пределах этапа развития приложимо как ко всему зародышу в целом, так и к его органическим составным частям (зачаткам органов, метамерам, клеткам). Каждая из них имеет один или несколько критических периодов развития, в общем случае не совпадающих друг с другом во времени.

Закономерное кратковременное повышение чувствительности зародышей и/или их частей обеспечивает возможность ответа их на раздражения слабой силы, которыми включаются цепи морфогенетических реакций. Тем самым, критические периоды развития являются средством, реализующим наследственные потенции организма.

Модификации онтогенеза (а, равным образом, и мутации) возникают преимущественно в критические периоды гаметогенеза и эмбриогенеза как результат воздействия на организм внешней среды. Поэтому теория критических периодов развития является одним из обобщений, имеющих принципиальное значение для понимания процессов эволюции.

Обобщения П. Г. Светлова (1960) открывают путь для новых данных и гипотез, и в то же время позволяют экспериментально подойти к решению кажущегося противоречия – удивительной эмансипации развивающихся эмбрионов системой сложнейших морфофизиологических механизмов от воздействия внешней среды.

Следует особо отметить одну почти универсальную особенность реактивности эмбрионов. В ходе действия повреждающих агентов, а иногда после прекращения их действия, у эмбрионов рыб наблюдается анархическое разрастание отдельных групп эмбриональных (зачатков) клеточных элементов.

А. П. Дыбан (1959) уделяет этому факту особое внимание и выделяет три неспецифические фазы реактивности эмбрионов на повреждение. Первая фаза характеризуется задержкой и остановкой развития. Вторая фаза – нарушением функции сердечно – сосудистой системы. Третья фаза – пролиферация и дистрофия клеточных элементов, дезинтеграция зародыша и его постепенная гибель. Следует отметить, что пролиферация и дистрофия являются неспецифической реакцией, возникающей при самых различных повреждениях, независимо от характера повреждающего агента. Ф. Молл (Mall, 1910) рассматривает пролиферативные явления как основную первичную воспалительную реакцию.

В то же время иммунологические реакции принимают непосредственное участие в процессах эмбриогенеза и метаморфоза личинок.

Установлено, что момент перехода на экзогенное питание является для личинок рыб критическим периодом. Отмечено отставание в развитии у непитающихся личинок. Внешний вид и пропорции тела изменяются при длительном голодании личинок. Вскоре после начала голодания наступает остановка роста, предшествующая предсмертному укорочению тела личинок. У истощенных личинок тело искривлено. Пищевод у таких личинок имеет гладкую слизистую, складок нет, имеются лишь небольшие выступы. Слизистые клетки неразличимы. Подслизистого слоя нет. В кишечнике нет поперечных складок, ядра эпителиальных клеток пикнотические. Кишечник личинок находится в состоянии дегенерации.

При голодании личинок трески в течение 14 – 15 дней с момента вылупления в кишечнике отмечаются необратимые изменения. И с этого момента начинается массовый отход личинок, они – обречены независимо от наличия корма в дальнейшем. Неспособность к усвоению корма обусловлена глубокими деструктивными процессами, происшедшими в их кишечнике.

При выращивании молоди пелагических рыб отмечены деформации нотохорда, ведущие в дальнейшем к кифозу либо лордозу позвоночника. Причины возникновения вышеуказанных деформаций разные. Многие авторы (Mall, 1910; Дыбан, 1959; Needham, 1961) отмечают следующие причины возникновения деформаций: неоптимальные абиотические (температура, насыщение кислородом, соленость, освещенность) и биотические условия (нарушение питания).

С. Р. Стоккард (1921), развивая учение о критических периодах, представлял онтогенез как ряд последовательных этапов, различающихся скоростью развития. По мнению С. Р. Стоккарда (1921) критические периоды характеризуются наибольшей скоростью развития организма, поэтому он становится чувствительным к различным вредным воздействиям. Внешние факторы, к которым особенно велика чувствительность в эти периоды, могут ускорять, замедлять или приостанавливать развитие организма.

Все критические периоды можно разделить на несколько видов:

1. Периоды, критические для всего организма, когда вредные воздействия могут привести к гибели зародыша или молоди;
2. Периоды, критические для каждого органа;
3. Периоды, критические для каждого вида тканей;

4. Периоды, критические для клетки.

Таким образом, критическими периодами для организма в целом являются: 1. период развития половых клеток – гаметогенез; 2. оплодотворение; 3. этап гаструляции; 4. развитие осевых зачатков, гистогенез и органогенез. Неблагоприятные факторы среды в это время могут вызвать различные аномалии развития; 5. выход зародыша из оболочек, что связано с резким изменением окружающей среды; 6. переход на внешнее питание.

Каждый эмбриональный зачаток и развивающийся из него орган имеют период повышенной чувствительности (свой критический период) к повреждающим факторам и их действие нарушает нормальный ход эмбриогенеза и постэмбрионального развития.

Знание периодов повышенной чувствительности необходимо для создания оптимальных условий в период инкубации эмбрионов и выращивания молоди с целью повышения их выживаемости, поскольку основным сдерживающим фактором развитие марикультуры рыб является невозможность получения жизнестойкой молоди в промышленных масштабах.

Литературы:

1. **Вернидуб М. Ф.** Обмен развивающегося эмбриона рыб при повреждении / М. Ф. Вернидуб / I. Пастер–Мейегофовская реакция в нормальных и поврежденных яйцах некоторых весеннерестующих рыб. Архив анатомии гист. и эмбриол. т. 22, N I. – 1939. – С. 106.
2. **Вернидуб М. Ф.** О некоторых закономерностях взаимоотношения организма с внешней средой в раннем онтогенезе рыб / М. Ф. Вернидуб / II совещание эмбриологов – М., Тезисы докл. – 1957. – С. 28–29.
3. **Вернидуб М. Ф., Гузева М. И.** О морфофизиологических этапах в развитии личинок рыб / Докл. АН СССР, т. 71, N 3. – 1950. – С. 585–588
4. **Дыбан А. П.** Очерки патологической эмбриологии человека / Л. – 1959. – 205 с.
5. **Закиян М. Х.** Критические периоды в эмбриональном развитии осетровых рыб / Докл. АН СССР, т. 66, N 5. – 1949. – С. 1005–1008.
6. **Никифоров Н. Д.** Влияние температуры на ход эмбриогенеза у лососевых рыб. – Научно–техн. бюл. ВНИОРХ, Л., N ¾. – 1956. – С. 68–78.
7. **Олифан В. И.** Критические стадии в индивидуальном развитии животных / В кн.: Второе совещание эмбриологов СССР. Тезисы докладов, изд. МГУ, М., – 1957. – 130 с.

8. **Привольнев Т. И.** Влияние высокой температуры на развитие икры рыб. – Тр. Петергоф. биол. Ин – та. Л., № 13/14 . – 1935. – С. 12–27.
9. **Привольнев Т. И.** Периоды различной чувствительности в развитии рыб / II совещание эмбриологов. Тезисы докл. М. – 1957. – С. 147–148.
10. **Привольнев Т. И., Разумовский А. М.** Влияние пониженной температуры на разные стадии развития икры леща (*Abramis brama*) / Докл. АН СССР т. 23, N 6. – 1939. – С. 602–605.
11. **Светлов П. Г.** Теория критических периодов в развитии и ее значение для понимания принципов действия среды на онтогенез / – В кн.: Вопросы цитологии и общей физиологии. М. – Л., Изд-во АН СССР. – 1960 – С. 263 – 285.
12. **Трифенова А. Н.** Влияние асфиксии на развитие кариокинетическое деление у эмбрионов рыб / – Арх. биол. наук, т. 37, вып. 3. – 1935. – С. 757–749.
13. **Трифенова А. Н.** Критические периоды эмбрионального развития /– Усп. соврем. биол. т. 28, вып. 4. – 1949. – С. 154–168.
14. **Трифенова А. Н.** Изменение реактивности в эмбриональном развитии рыб / II совещание эмбриологов, М., – 1957. – С.186–187.
15. **Goldschmidt R.** Physiological genetics / New York – London, McGraw–Hill Book Comp. – 1938. – 375 p.
16. **Kellicott C.** The effects of low temperatures upon the development of *Fundulus* // Amer. J. Anat. vol. 20, № 3, – 1916. – P.18–29.
17. **Mall F.** Die Pathologies des menschlichen / E ies. Hand. d. Entw. Gesch. d. Menscen.F. Keibel und F. Mall, Bd. 1. – 1910. – P. 9–23.
18. **Needham A. B.** Adaptive value or regenerative ability / Nature, London , V. 191, N 4789. – 1961. – P. 720 – 721.
19. **Stockard C. R.** The artificial production of a single median cyclopean eye in the fish embryo by means of sea water solutions of magnesium chloride // Arch. Entw.–Mech., Organismen. Bd. 23, – 1907. – P. 249 – 258.
20. **Stockard C. R.** Development alrate and structural expression; an experimental study of twins “double monsters“ and single deformities and interaction among embryonic organs during their origin and development // Amer. J. Anat. vol. 28, – 1921. – P. 115 – 226.

MUCOUS CELLS IN THE EPIDERMIS OF ATLANTIC COD, *GADUS MORHUA* L.

Kozyrenko E. A. (*Murmansk State Technical University, Bioecology Department, ekaterinakozyrenko@gmail.com*)

O. Ottesen, A. Amin (Norway, Bodø, Nordland University, Faculty of Biosciences and Aquaculture)

Abstract. Morphology, distribution and chemical structure of mucous cells in the epidermis of Atlantic cod, *Gadus morhua* L. have been studied in the given study. The studied fish were at the age of 5 month, 1 and 1.5 years old. Morphological characteristic of mucous cells is given based on transmission electron microscope. Chemical composition of the cells has been investigated with different stains. Mucous cells structure and distribution illustrate their secretory function. The chemical composition reflects Atlantic cod ecology as an epibenthic-pelagic species.

A continuous secretion and shedding of mucus makes fish resistant to parasites and pathogenic bacteria (Ellis, 2001). Therefore, fish skin, being a protective barrier against external environment, is of great interest for evaluation of fish health and harmful external influences.

The objective of the research is to study structure, distribution and chemical content of mucous cells in the epidermis of juvenile Atlantic cod in response to the environment.

Reared Atlantic cod at the age of 5 months, 1 and 1.5 years old were anaesthetized, skin samples were taken from certain parts of their body and then prepared for light and transmission electron microscopic (TEM) studies. Ultrathin sections were stained with Uranyl acetate. Thin sections were stained with haematoxylin-eosin (H&E), Alcian blue (AB) with different pH and Periodic Acid Schiff (PAS). Photographs from thin sections were captured using a digital camera Olympus DP71 connected with Olympus BX51 microscope. The ultrathin sections were examined and photographed in a JEOL JEM-1010 transmission electron microscope. Cell[^]B software was used to determine the number and the size of mucous cells.

Mucous cells were observed in the epidermis of Atlantic cod juveniles of all studied ages. These cells were mostly distributed in the upper part of the epidermis (Fig. 1), suggesting their secretory function.

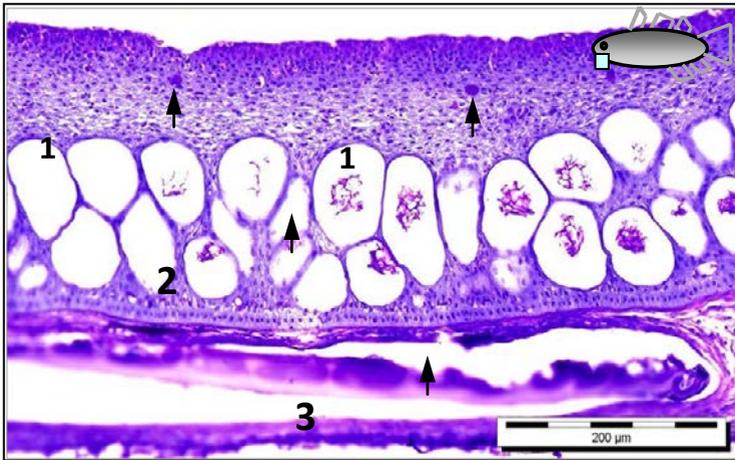


Fig. 1. Epidermis of an Atlantic cod juvenile (head region). Age: 1.5 years old. Several mucous cells distributed in the upper layer of the epidermis; 1 - mucous cells; 2 – sacculus cell; 3 - scale pocket. (PAS).

TEM showed that mucous cells of cod juveniles were mainly of oval shape with a lot of compacted globules of irregular shape, filled with electron-lucent material (Fig. 2). Nuclei and well developed rough endoplasmic reticulum (RER) were pushed to the periphery of the cells. RER is involved in the formation of proteinous precursors of the mucous droplets, as it was reported by Neutra and Leblond (1966) and Freeman (1966). Proteins from RER are transported to Golgi membranes where all the products are combined.

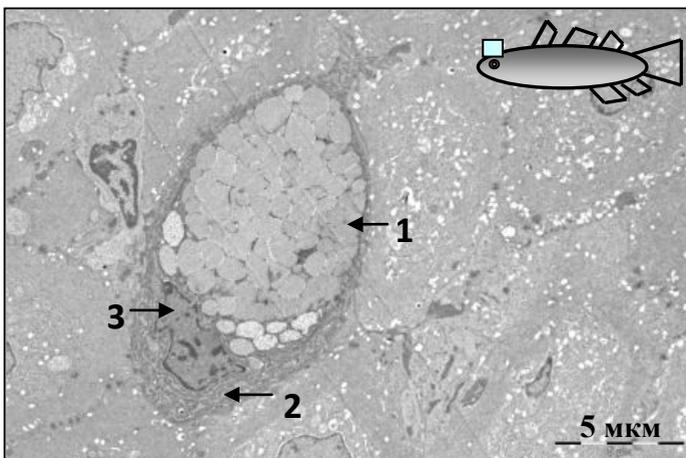


Fig. 2. Mucous cell of an Atlantic cod juvenile (head region). Age: 1.5 years old. 1 - compactly distributed vacuoles with fused membranes; 2 – rough endoplasmic reticulum (RER) pushed to the base of the cell; 3 - nucleus. (TEM).

Analysis of mean number of mucous cells showed that it was higher in the epidermis of the head and anterior parts of the trunk of Atlantic cod juveniles than over the posterior trunk. The same pattern was observed in the skin of other fish species (Henrikson and Matoltsy, 1967a; Pickering, 1974; Leonard and Summers, 1976). It was suggested that such distribution of mucous cells may ensure an even layer of mucus over the surface of the fish, because proximally produced mucus will be displaced distally by the movement of the fish (Pickering, 1974). Besides, due to this characteristic, fish can spare their energy, avoiding production of extra secretions in the mucous cells located over the posterior parts of the trunk.

The largest length of the mucous cells varied from 8 to 15 μm and it was not fish size-dependent.

H&E staining did not reveal these cells, but PAS stained the cells in magenta (Fig. 1) in fish of all studied ages. Compactly packed membrane-bounded granules were seen inside mucous cells stained with PAS. This means that mucous cells of the fish contain neutral mucopolysaccharides and/or glycogen.

Selective staining of the skin of fish from with AB (pH 2.5)-PAS gave mostly a bright blue color to the mucous cells (Fig. 3 a), indicating presence of acid mucopolysaccharides which contain various antipathogenic substances.

Selective staining of the skin samples with AB (pH 0.5 and pH 1.0) was mostly negative for mucous cells, indicating absence of sulphated acid mucopolysaccharides, except for some of the samples of fish at the age of 1 year old, where mucous cells got light blue staining (Fig. 3 b), which indicates that they could have contained small amounts of sulphated mucopolysaccharides.

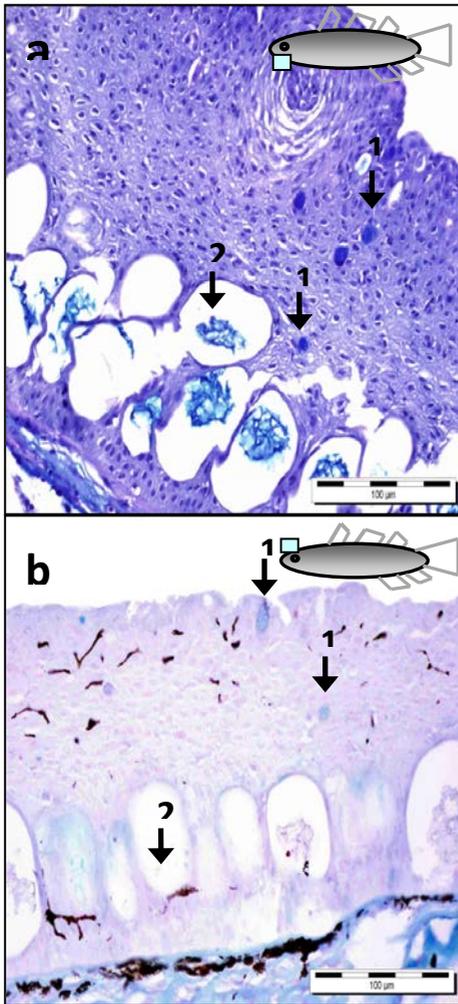


Fig. 3. Mucous cells in the epidermis of Atlantic cod juveniles stained with different dyes. 1 - mucous cell; 2 - saccular cell; (a) Head region. Age: 1.5 years old. (AB (pH 2.5) & PAS). (b) Head region. Age: 1 year old. (AB (pH 1.0) & Nuclear red).

Sulphated mucopolysaccharides were reported to prevent the proliferation of pathogenic microorganisms on the fish skin surface (Solanki and Benjamin, 1982). Thus, the increased degree of sulphation of glycoproteins

could be a sign of irritation of the skin of pelagic fish by biological or mechanical stimuli.

Atlantic cod is an epibenthic-pelagic species (Coad and Reist, 2004). Therefore, low amount of sulphated mucins in mucous cells could be explained by lower activity of Atlantic cod at the bottom in comparison to benthic fish species. Besides, a high proportion of sulphated mucins which have low viscosity may be a disadvantage for cod which partly inhabit pelagic waters, where low friction would be beneficial (Ottesen and Olafsen, 1997). Moreover, the studied juveniles were cultured in tanks where conditions differ from natural for cod, and this could be another reason for low sulphation of mucous cells.

As for neutral glycoproteins, they may control the acidity of the mucous secretions as postulated by Tsukise and Yamada (1981). In addition, neutral glycoproteins in mammals were reported to take part in recognition of cells and physiologically active principles, and the reception of chemical information (Hughes, 1975).

Therefore, chemical content of the cytoplasm of mucous cells reflects ecological characteristics of Atlantic cod as an epibenthic-pelagic species and may serve as an indicator of water quality in artificially reared fish

The carried out research on mucous cells of Atlantic cod can be useful for further investigation of this fish species and for evaluation of the water environment, which is extremely topical under gas and oil field development in the Arctic Region.

References:

1. **Coad, B.W., and J.D. Reist.** 2004. Annotated list of the arctic marine fishes of Canada. Canadian MS Report of Fish Aquatic Science. 2674:112.
2. **Ellis, A.E.** 2001. Innate host defense mechanisms of fish against viruses and bacteria. *Developmental & Comparative Immunology*. 25:839.
3. **Freeman, J.A.** 1966. Goblet Cell Fine Structure. *Anatomical Record*. 154:121-148.
4. **Henrikson, R.C., and A.G. Matoltzy.** 1967. Fine Structure of Teleost Epidermis. 2. Mucous Cells. *Journal of Ultrastructure Research*. 21:213-221.
5. **Hughes, R.C.** 1975. Complex Carbohydrates of Mammalian-Cell Surfaces and Their Biological Roles. *Essays in Biochemistry*. 11:1-36.
6. **Leonard, J.B., and R.G. Summers.** 1976. Ultrastructure of Integument of American Eel *Anguilla Rostrata*. *Cell and Tissue Research*. 171:1-30.

7. **Neutra, M., and C.P. Leblond.** 1966. Synthesis of Carbohydrate of Mucus in Golgi Complex as Shown by Electron Microscope Radioautography of Goblet Cells from Rats Injected with Glucose-H³. *Journal of Cell Biology.* 30:119-136.
8. **Ottesen, O.H., and J.A. Olafsen.** 1997. Ontogenetic development and composition of the mucous cells and the occurrence of saccular cells in the epidermis of Atlantic halibut. *Journal of Fish Biology.* 50:620-633.
9. **Pickering, A.D.** 1974. Distribution of Mucous Cells in Epidermis of Brown Trout *Salmo Trutta L.* and Char *Salvelinus Alpinus L.* *Journal of Fish Biology.* 6:111-122.
10. **Solanki, T.G., and M. Benjamin.** 1982. Changes in the mucous cells of the gills, buccal cavity and epidermis of the nine-spined stickleback *Pungitius pungitius L.* induced by transferring the fish to sea water. *Journal of Fish Biology.* 21:563-576.
11. **Tsukise, A., and K. Yamada.** 1981. The Histochemistry of Complex Carbohydrates in the Scrotum of the Boar. *Histochemistry.* 72:511-521.

ЭКОЛОГО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ПРИСУТСТВИЯ РОССИИ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ

Куприянова Е. А. (*г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра государственно-правовых дисциплин, e-mail elena_ku_pr@hotmail.com*)

The purpose of environmental policies - a significant improvement in environmental quality and ecological conditions of human life, creating a balanced environment-oriented model of economic development and environmentally competitive industries. Successful implementation of the Russia program of environmental development is an important contribution by Russia to the preservation of the global biosphere-building and maintenance of global ecological balance.

Наращивание экономического присутствия России в Арктическом регионе за счет освоения нефтегазовых месторождений на шельфе отвечает геополитическим задачам закрепления Российской Федерации в Арктике в качестве ответственного управляющего. Однако, Россия не всегда уделяет должное внимание вопросам экологической безопасности, что не может не вызывать тревогу. По словам Президента Российской Федерации Д.А. Медведева, «этот регион без преувеличения имеет стратегическое значение для нашей страны, и с его развитием прямо связано решение долгосрочных

задач государства»³. Объектом проведенного исследования являются эколого-правовые аспекты российского присутствия в арктическом регионе. Предмет исследования – общественные отношения в области рационального и безопасного природопользования, а так же международного сотрудничества в данной сфере.

В качестве нашего наиболее перспективного стратегического партнера России выступает Норвегия. Она обладает весьма интересным опытом экологически безопасной и экономически обоснованной реализации сложных многосторонних проектов на шельфах северных морей. В соответствии с Конституцией Российской Федерации каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, каждый 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. Главная задача России в Арктическом Совете заключается в том, чтобы, активно продолжая традиционно приоритетную природоохранную работу, наращивать усилия совета в социальной и экономической областях, привлекать необходимые для этого финансовые ресурсы, прежде всего учитывая интересы нашего российского Севера.

Предстоит запустить финансируемую Глобальным экологическим фондом крупную российскую программу по защите морской среды Арктики от антропогенного загрязнения, так называемый национальный план действий «Арктика». Также по линии совета ведется подготовка доклада о перспективах нефте- и газодобычи в Арктике, намечен ряд совместных экологических программ в северо-западной части России. Необходимость особого внимания к данному региону обусловлена возникновением новых угроз и вызовов устойчивому развитию Арктики, основными из которых являются:

- загрязнение и деградация хрупких арктических экосистем выбросами и отходами хозяйственной и иной деятельности,
- высокие риски и затраты при освоении труднодоступных природных ресурсов в экстремальных климатических условиях,
- глобальные климатические изменения и их влияние на зону распространения многолетнемерзлых грунтов,

³ Выступление Президента Российской Федерации Д.А.Медведева на заседании Совета Безопасности «О защите национальных интересов России в Арктике», 17 сентября 2008 г., Москва, Кремль, www.kremlin.ru

- увеличение риска и ущерба от опасных природных в том числе гидрометеорологических и ледовых явлений и техногенных аварий и катастроф,
- несовершенство нормативных правовых документов в области природопользования и охраны окружающей среды, не учитывающих специфику Арктики.

Основными задачами перехода к устойчивому развитию Арктики являются обеспечение экологической безопасности при осуществлении потенциально опасных видов деятельности и при чрезвычайных ситуациях, предотвращение и снижение экологических последствий чрезвычайных ситуаций, создающих опасность для населения, техногенных систем и окружающей среды. Для этого необходимы: развитие системы мониторинга состояния и загрязнения окружающей природной среды Арктики, включая изучение трансграничного переноса загрязняющих веществ в этом регионе; обеспечение радиационной и химической безопасности и снижение риска воздействия на здоровье человека и окружающую среду при проектировании, строительстве, эксплуатации и выводе из эксплуатации промышленных и энергетических объектов; развитие и использование возобновляемых источников энергии; разработка и реализация мер по снижению и предотвращению экологического ущерба от военной деятельности в мирное время, в том числе по утилизации вооружения и военной техники, ракет и ракетного топлива, запасов и производств химического оружия, а также решение проблемы старого химического оружия; обеспечение экологической безопасности при обращении с токсичными, радиоактивными отходами и ядерными материалами в условиях Арктики; экологическая реабилитация арктических территорий, акваторий и объектов, подвергшихся негативному влиянию от хозяйственной и иной деятельности, в том числе радиационному и химическому воздействию; восстановление природной среды в районах выведенных из эксплуатации высокоширотных военных баз; определение стабильных, предсказуемых и недискриминационных условий хозяйственной деятельности и экологических ограничений в Арктике для всех субъектов экономической деятельности; выявление и обозначение на местности всех территорий российской Арктики, подвергшихся радиоактивному и химическому загрязнению в масштабах, представляющих опасность для окружающей среды и населения; содействие развитию экологического аудита действующих предприятий, предпринимательству в сфере охраны окружающей среды и добровольной сертификации; повышение мер безопасности в условиях арктической зоны, предотвращение техногенных аварий на объектах

топливно-энергетического комплекса и иных объектах с негативными последствиями для хрупкой окружающей среды Арктики.

Что касается Шпицбергена, то для России он всегда был жизненно связан с освоением и развитием ее северных территорий. Особой была роль России и в решении вопросов, относящихся к определению международно-правового статуса Шпицбергена. Ни один из них не мог считаться окончательно урегулированным без участия России и ее правопреемника — Советского Союза, подтвердившего «особое значение» для себя Шпицбергена. До 1920 года Шпицберген не входил в состав территории какого-либо государства. Статус «ничейной территории» был закреплен за архипелагом в 1872 году соглашением между Россией и Норвегией - Швецией. В настоящее время международно-правовой статус архипелага определяется Договором о Шпицбергене, подписанным 9 февраля 1920 года в Париже. Договор, предоставив Норвегии суверенитет над архипелагом, одновременно дал всем государствам-участникам Договора (всего 41) одинаковый свободный доступ к ведению там хозяйственной и научно-исследовательской деятельности на условиях полного равенства, предусмотрев также демилитаризованный статус архипелага.

Виду того, что Шпицберген является зоной особых государственных интересов Российской Федерации, в целях обеспечения российского присутствия на архипелаге Постановлением Правительства от 10 апреля 2007 года № 216 образована Правительственная комиссия по обеспечению российского присутствия на архипелаге Шпицберген. Правительственная комиссия по обеспечению российского присутствия на архипелаге Шпицберген (далее - Комиссия) является постоянно действующим координационным органом, образованным для обеспечения согласованных действий федеральных органов исполнительной власти и российских организаций при осуществлении российского присутствия на архипелаге Шпицберген. С конца 1990-х годов заметно все более ощутимое изменение политической обстановки вокруг архипелага и конкретных входящих в него островов. В частности, в научной среде отмечались признаки возможного пересмотра Парижского договора 1920 г. Вопрос о пересмотре Парижского договора 1920 г., может актуализироваться в случае вступления Норвегии в Европейский Союз и распространение на ее территорию, экономику и прочие сферы правовых норм, требований и стандартов ЕС. В среднесрочной перспективе изменение фактического и международно-правового статуса архипелага повлечет для России весьма далеко идущие последствия. Совершенно помимо, притом резко не в пользу России будут трактоваться проблемы разграничения российского и норвежского секторов в Баренцевом море; разграничения здесь морского дна и шельфовых пространств; зон рыбо-

ловства и порядка доступа к ним. Под вопросом может оказаться режим демилитаризации и нейтрализации архипелага Шпицберген, и особенно фактическое его применение. Кроме того, Норвегия последовательно усиливает контроль за рыбопромысловым бассейном в районе архипелага Шпицберген, что существенно затрагивает интересы России. Королевским декретом Норвегии 1977 года вокруг архипелага установлена 200-мильная рыбоохранная зона. Одновременно Норвегия распространила действие своих правил рыболовства на эти воды. СССР и Россия не признали законным и соответствующим Договору о Шпицбергене 1920 года распространение в одностороннем порядке мер регулирования, установленных для экономической зоны Норвегии, на рыбоохранную зону Шпицбергена. Согласно экспертным оценкам, разногласия по вопросу о легитимности введения Норвегией в 1977 году законодательства о 200-мильной рыбоохранной зоне вокруг Шпицбергена и о постоянно ужесточающихся мерах обеспечения данного законодательства - это не только отражение состязательных правопритязаний Норвегии и других государств на биоресурсы морских районов за пределами территориальных вод Шпицбергена, но и «проба сил» в предстоящем юридическом состязании о правах на разработку нефтегазовых запасов шельфовых районов вокруг Шпицбергена. Ситуация вокруг россиян на Шпицбергене еще более усугубилась в связи с принятыми недавно норвежским парламентом (Стортингом) поправками в закон Об охране окружающей среды. По сути, эти действия Норвегии направлены на вытеснение России с архипелага.

Шпицберген был и остается зоной особых государственных интересов Российской Федерации и сохранение российского присутствия на архипелаге и осуществление там хозяйственной деятельности имеют важное экономическое, геополитическое и стратегическое значение. Основы государственной политики РФ в Арктике на период до 2020 года и перспективу утверждены на заседании Совета безопасности РФ, Россия планирует в ближайшее время осваивать арктические природные ресурсы. Как указано в сообщении Совбеза, приоритетом является «обоснованное закрепление и международно-правовое оформление внешней границы континентального шельфа РФ в Арктике». Институциональной основой новой экологической политики должна стать обновленная система экологического регулирования, соответствующая приоритетам развития Арктического региона до 2020 года. Хозяйственная и иная деятельность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, юридических и физических лиц, оказывающая воздействие на окружающую среду Арктического региона, должна осуществляться на основе таких принципов, закреп-

ленных в законодательстве РФ, как соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду; научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях обеспечения устойчивого развития и благоприятной окружающей среды; охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности. Цель экологической политики - значительное улучшение качества природной среды и экологических условий жизни человека, формирование сбалансированной экологически ориентированной модели развития экономики и экологически конкурентоспособных производств. Успешная реализация Россией программы экологического развития является важнейшим вкладом России в сохранение глобального биосферного потенциала и поддержание глобального экологического равновесия. Арктика имеет для России стратегическое значение. Так как ее континентальный шельф может содержать около четверти всех шельфовых запасов углеводородов в мире, поэтому здесь необходимо уделять должное внимание вопросам экологии, ведь в Арктике очень легко нарушить природный баланс. Как отметил директор международного института «Акваплан-Нива» (г. Баренц), профессор Анатолий Лукин «в России нужно экологические законы привести к международным стандартам, которые повышают ответственность бизнеса за нанесение вреда окружающей среде». Тогда реже станут звучать заявления зарубежных политиков, о неспособности России защитить собственную экологию. Так же необходимо отметить, что Арктика - регион геостратегических интересов Российской Федерации. Природно-ресурсный и экономический потенциал арктической зоны играет важную роль в развитии национальной экономики и устойчивом развитии регионов Российской Федерации, расположенных в этой зоне. Обеспечение экологической эффективности экономики является не только особым направлением деятельности бизнеса и экономической политики, но и общей характеристикой инновационного развития экономики, тесно связанной с повышением эффективности ресурсопотребления. В результате повышения технологической и экологической эффективности экономики к 2020 году предполагается снижение уровня экологического воздействия в 2 - 2,5 раза, что позволит выйти на современные показатели сохранения природы в развитых европейских странах. Для России актуальна задача капитализации ее экологических преимуществ, что должно найти выражение в развитии экологического туризма, продаже чистой воды и др. Главная задача России в Арктическом Совете заключается в том, чтобы, активно продолжая традиционно приоритетную природоохран-

ную работу, наращивать усилия совета в социальной и экономической областях, привлекать необходимые для этого финансовые ресурсы, прежде всего учитывая интересы нашего российского Севера. Вопросы устойчивого развития Севера — это вопросы устойчивого развития всей человеческой цивилизации в планетарном масштабе, вопросы охраны северной природы, это также вопросы охраны природы в планетарном масштабе. Политика Российского государства в Арктике направлена на обеспечение национальной безопасности страны и устойчивого развития арктических регионов. Особые национальные интересы России в области устойчивого развития Арктики охватывают сферы экономики, экологии, социальной политики и науки. Долгосрочными ориентирами устойчивого развития арктической зоны Российской Федерации являются:

- укрепление позиций и расширение присутствия Российской Федерации в Арктике;
- эффективное и рациональное освоение и использование природных ресурсов;
- обеспечение охраны окружающей среды Арктики и сохранение ее качества;
- создание условий для развития международных торгово-экономических связей, включая формирование новых транспортных коридоров и модернизацию Северного морского пути;
- развитие научных исследований, международного научно-технического сотрудничества в области устойчивого развития Арктики.

Основными задачами перехода к устойчивому развитию Арктики являются обеспечение экологической безопасности при осуществлении потенциально опасных видов деятельности и при чрезвычайных ситуациях; предотвращение и снижение экологических последствий чрезвычайных ситуаций, создающих опасность для населения, технологических систем и окружающей среды.

НЕКОТОРЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ ТРЕСКИ

Ларина Т. М., Журавлёва Н. Г. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра «Биоэкологии»*)

В последние годы сделаны большие успехи в товарном выращивании трески, тем не менее, остаётся ряд нерешенных проблем, в особенности связанных с массовым выращиванием молоди на ранних стадиях развития. У молоди трески регистрируется высокий процент смертности.

Газопузырьковая болезнь также возникает вследствие нарушений биотехники выращивания и может вызывать S – образное искривление ното хорда. Газовые пузырьки в кишечнике имеют округлую форму, диаметр их превышает высоту тела личинок. Брюшная плавниковая складка растягивается по поверхности газового пузыря. Под плавниковой складкой располагается сильно растянутая тонкая стенка кишечника. Кровеносные сосуды и каналы предпочки прижаты газовым пузырем к хорде. Эпителиальные клетки, выстилающие стенку кишечника, располагаются в один ряд и имеют кубическую форму, а в некоторых местах ширина основания клетки превышает её высоту. Нарушается структура, а, следовательно, и функции выделительной и кровеносной систем. В брюшной полости впереди газового пузыря накапливается полостная жидкость. Скопившийся транссудат, вместе с газовым пузырем, прижимает Мюллеровы каналы к хорде, в результате чего хорда изменяет форму. Пузырьки не могут выйти, поэтому происходит гибель личинок в результате травмирования основных систем – кровеносной, выделительной, нервной, пищеварительной, а также всех других органов и тканей.

Существующее оборудование и способы выращивания молоди рыб не учитывают такой важный природный фактор, способствующий нормальному развитию организма молоди, как присутствие гидростатического давления на тех глубинах, где обитает молодь в начальном периоде жизненного цикла.

На практике некоторые рыборазводные заводы строят вертикальные садки, высотой до 10 метров, чем достигаются нормальные условия для развития молоди. Но это требует серьезных материальных затрат и вызывает дополнительные технологические и производственные трудности для обслуживающего персонала.

Снижение потерь при выращивании молоди морских рыб в производственных условиях содержания возможно за счет максимального приближения их к природным условиям морских глубин. Для этого необходимо введение в комплексы для выращивания молоди морских промысловых рыб дополнительного регулируемого параметра: гидростатического давления (искусственное изменение глубины ванны). Достигается этот биологический эффект переводом ванны для выращивания молоди из открытого состояния в герметичное с замкнутым режимом работы. За счет подкачки воздуха внутрь ванны с помощью компрессора в ней устанавливается гидростатическое давление, соответствующее заданной оптимальной глубине существования молоди.

Комплекс для выращивания молоди рыб с поддержанием всех параметров жизнеобеспечения, включая гидростатическое давление, автоматизированный с помощью программируемого микрочипа, позво-

ляет не только создать оптимальные условия среды для периода раннего развития до стадии малька в пределах 30 – 60 суток, но и снизить потери молоди промысловых рыб, при резком сокращении капитальных затрат при создании промышленных рыбозаводных комплексов (Журавлева Н. Г., Казаков В. П., Рыбкин А. П., Оттесен О., 2009, Комплекс для выращивания молоди рыб // Пат. 2344596 РФ. № 2006142235).

Изучение развития личинок с помощью гистологических методов необходимо для выяснения характера адаптаций на каждом этапе их развития, вскрытия специфики строения и функции органов, а также выявления потребностей к факторам внешней среды. Без этого невозможно управлять процессами роста и развития личинок при выращивании.

В качестве практических рекомендаций для выращивания молоди трески при использовании природного зоопланктона, как корма рекомендуется его дробное фракционирование, и применение самых мелких форм.

Для кормления предличинок и личинок трески рекомендуется использовать продолжительное время культивируемые корма – обогащенных коловраток и метанауплии артемии.

Выращивание молоди трески необходимо проводить в рекомендуемых установках, где учитывается такой важный природный фактор как давление.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПРОБНЫХ КОРМОВЫХ ПЛОЩАДОК В ИЗУЧЕНИИ ЗИМНЕЙ КОРМОВОЙ БАЗЫ КОСУЛИ В ОСНОВНЫХ ТИПАХ НИЗКОГОРНЫХ ЛЕСОВ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Лемзакова А. С. (*г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра биологии, e-mail: lemzakova.a@yandex.ru*)

Abstract. European roe is the most typical kind among the wild ungulates of the Western Caucasus. Low-mountain forests of the Western Caucasus belong to the most favourable places of habitation of the European roe. The best pastures of the roe are saplings of deciduous types of trees (oak, beech), which more often appear in clearings of deciduous and spruce forests. These pastures are notable for the largest concentration of easily accessible and nutritious spray feed. In recent years due to the future Winter Olympic Games in 2014 in Sochi anthropogenic impact has increased on this territory. Development of natural resources, constructing sporting-tourist objects, increase of transport – all this has caused the qualitative change of natural habitat, violation of migratory processes, reorganizations of structure in population, and, as a result, changes in the dynamics of quantity. The aim of work is to estimate application of a method

of trial fodder platforms in studying the winter feed base of roe in the basic types of the low-mountain forests in the Western Caucasus.

Основная задача ведения охотничьего хозяйства – эксплуатация диких охотничьих животных на основе рационального, устойчивого природопользования с соблюдением оптимальных численности и состояния популяций охотничьих видов. Поэтому для лесохотничьего хозяйства в низкогорных лесах Западного Кавказа одинаково важны как охотничьи животные, так и лесная среда, благодаря которой они существуют со всеми ее особенностями, свойствами и многообразием. Оценка кормовой базы косули имеет большое значение при ведении охотничьего хозяйства на копытных.

Важной задачей охотничьего хозяйства является максимальное использование производительных возможностей охотничьих угодий, которое реализуется через обеспечение оптимальной численности популяций охотничьих животных, формирование и содержание в уравновешенном со средой проживания состоянии высокопродуктивного поголовья дичи.

Целью исследования было получение данных о кормовой ёмкости лесных угодий и их использовании косулей на территории Сочинского национального парка.

В исследовании были поставлены следующие задачи:

1. Отработка метода закладки пробных кормовых площадок;
2. Определение состава основных кормов древесно-кустарниковой растительности в зимний период, выделение предпочитаемых пород, определение степени повреждения древесно-кустарниковой растительности;
3. Определение особенностей в использовании кормовых участков, в зависимости от степени фактора беспокойства.

Объектом исследования является процесс формирования ресурсов кормовых растений в низкогорных лесах Западного Кавказа и его зависимость от лесорастительных условий и времен года.

Предметом исследования являются экосистемы низкогорных лесов Западного Кавказа как источник кормовых растений для косули европейской.

Исследования были проведены на территории, где нагорная дубрава сочетается с полянами, покрытыми луговой, степной травянистой растительностью (мятлик, ежа сборная, клевер, люцерна, лядвенец и др.) (Саблина, 1959). Для предварительного планирования работ, были использованы данные лесоустроительного описания за прошедший год - по ним был рассчитан бонитет угодий (состав, возраст, густота подроста

и подлеска для каждого выдела) и, соответственно, количество животных, способное прокормиться на данной территории.

Методика закладки пробных кормовых площадок включает два этапа:

1-й этап (осенний период): определение бонитета угодий по данным материалов лесоустройства; выделение пробных площадей, каждая из которых представляет собой охотничий (лесохозяйственный) выдел; суммарная площадь всех пробных площадей составляет 0,5% от общей площади угодий соответствующего бонитета.

Пробные кормовые площадки в пределах намеченных пробных площадей - размером 5x10 м каждая. Их суммарная площадь должна составлять не менее 1% от общей площади пробных площадей (Holisova et al., 1986).

На пробных кормовых площадках производят описание каждой единицы древесно-кустарниковой растительности лесообразующих пород, ярусов, в случае наличия подроста и подлеска для каждого растения регистрируются порода, высота; по возможности отмечается также проективное покрытие трав для основных ярусов и для подроста с подлеском. Все ранее повреждённые побеги на древесно-кустарниковой растительности маркируются быстросохнущей краской. После этого в весенний период производится контрольная проверка кормовых площадок и маркировка свежих скусов.

2-й этап (весенний период - до появления мягких зелёных кормов): регистрация повреждений древесно-кустарниковой растительности, причиненных косулями в течение осенне-зимнего периода. Для каждого повреждённого растения кормовой площадки указывается: порода и высота; высота, на которой нанесено повреждение и его характер (скус бокового или верхушечного побега); глазомерная оценка общей повреждённости растения (слабо – менее 25%, сильно – более 75%) (Алтухов, Голгофская, 1965).

Камеральная обработка. На основании результатов весенней инвентаризации пробных кормовых площадок определяют: кормовую избирательность косули (предпочитаемые породы); диапазон высот трофической активности животных; полноту использования кормов (доля изъятия доступных кормов). Знание запаса кормов (рассчитывается с помощью лесоустроительных таблиц с учётом лесопородного состава, полноты древостоя, данных о подросте и подлеске) позволяет рассчитать количество животных, способное прокормиться на данной территории без ущерба для лесного хозяйства.

Допустимая норма изъятия годового прироста для многоярусных лиственных лесов

составляет до 60-70% годового прироста древесно-кустарниковой растительности основных кормовых пород.

Определение кормовой ёмкости угодий. Просуммировав площади всех выделов одного класса устанавливают представленность в долях каждого бонитета от общей площади угодий (в %). С помощью лесоучетных таблиц определяют общий запас кормов для угодий каждого бонитета. На основании результатов камеральной обработки данных весенней инвентаризации пробных кормовых площадок вносят необходимые коррективы и вычисляют запас доступных зимних кормов.

Зная запас доступных зимних кормов вычисляют кормовую ёмкость угодий Q:

$$Q = F / (R \cdot T)$$

где F – общий объем (кормовая ёмкость) доступных запасов зимних кормов, в кг; R – суточное потребление твёрдых веточных кормов одной особью (косуля - 1,2 кг); T - продолжительность периода питания этими кормами (осенне-зимний период).

Данная методика позволяет оценить запас кормов на исследуемой территории, степень использования зимней кормовой базы и её отдельных составляющих (основных и второстепенных кормов), прогнозирование динамики популяций (на основе анализа качества использования кормовой базы).

На территории Сочинского национального парка в осенний период прошлого года нами было заложено четыре пробных кормовых площадки. Все они были отнесены нами ко I классу бонитета для косули европейской. Исследуемые площадки были заложены в наиболее характерных условиях для данной территории угодьях, которые составляют примерно 80% от общей площади национального парка.

Для адекватной оценки количество веточного корма, потреблённого копытными на каждой площадке за контрольный период, мы просуммировали диаметры всех скусенных побегов каждого из видов растений (условный диаметр).

Рассмотрев виды, общие для всех площадок (дуб грузинский, бук, вяз шершавый, клен полевой, клен красивый, граб обыкновенный, свидина обыкновенная, ясень обыкновенный, бирючина обыкновенная, боярышник и бересклет европейский), мы пришли к выводу, что большее суммарное количество веточного корма в условных диаметрах было потреблено на площадках, расположенных в центральных кварталах массива. Предположительно, животные больше времени проводили именно здесь и более тщательно объедали каждое растение. Возможно,

такое поведение связано с менее выраженным фактором беспокойства со стороны человека в данных участках.

Более 56% всех повреждений побегов растений косули приходится на высотный интервал 0,5 - 0,99 м. Далее в порядке убывания следуют 0 - 0,49 м (34%) и 1,0 - 1,2 м (10,1%).

Таким образом, среди пород древесно-кустарниковой растительности, формирующих ярусы подроста и подлеска нагорной дубравы для косули европейской наиболее поедаемыми являются (по степени убывания повреждаемости пород): в кустарниковом ярусе – боярышник, бересклет европейский и бирючина обыкновенная; в ярусе подроста – вяз шершавый и клен красивый.

Применение метода пробных кормовых площадок очень информативно, однако весьма трудоёмко и требует большого количества времени. При соответствующем опыте он может и должен применяться при мониторинге копытных - дендрофагов.

Научная новизна исследования заключается в том, что впервые были разработаны методические аспекты определения запасов кормовых растений и дополнено представление о видовом составе рациона косули европейской в низкогорных лесах Западного Кавказа.

Результаты исследований являются основой для составления справочных таблиц по определению кормовой емкости лесных охотничьих угодий Западного Кавказа, которые могут быть использованы предприятиями лесохозяйственной отрасли при проектировании своей деятельности.

Литература:

1. **Алтухов М. Д., Голгофская К. Ю.** Оценка состояния лесных зимних пастбищ копытных в горных лесах. Труды Кавказского государственного заповедника, вып. 5, с.16-43, 1965.
2. **Саблина Т. Б.** Адаптивные особенности питания некоторых видов копытных и воздействия этих видов на смену растительности. Сообщ. Ин-та леса, № 13, с.32-43, 1959.
3. **Holisova V., Obrtel R., Kozena I.** Rumen content vs. faecal analysis to estimate roe deer diets. Folia Zoologica, v.35, N 1, p.21-32, 1986.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ СЕВЕРНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА

Макарова А. А. (г. Мурманск, Мурманский государственный гуманитарный университет, кафедра географии и экологии, wугур4ik@mail.ru)

Abstract. The article of postgraduate of Murmansk State Humanitarian University Makarova A.A. contains a comparative analysis of key statistical indicators of water management of the Northern economic district. The publication is designed for students, teachers and all those interested in the problem of water management.

1. Введение

Поверхностные воды являются важнейшими источниками обеспечения хозяйственно-питьевых, производственных и сельскохозяйственных нужд.

Водопользование – использование водных объектов для удовлетворения нужд населения и национальной экономики с изъятием и без изъятия вод.

Таким образом, объектом исследования является водопользование, предметом – водопользование Северного экономического района (далее СЭР).

Полученные результаты отражают современную картину водопользования СЭР, так как анализируются данные с 2005 по 2009 гг., и могут быть использованы экологами, студентами, преподавателями и всеми, кого интересуют вопросы экологии.

2. Сравнительный анализ показателей водопользования Северного экономического района

Рассмотрим некоторые основные статистические показатели, характеризующие водопользование СЭР:

- количество изъятых свежих вод;
- объем оборотной и последовательно используемой воды;
- сброс загрязненных сточных вод.

На основе статистических данных [1;3], построены диаграммы (рис.1, 2, 3), наглядно отображающие числовую информацию.

В СЭР по объему использованной свежей воды лидирует Мурманская область, а минимальный данный показатель у Республики Карелия (рис. 1). При этом в Мурманской области 91-93% от общего объема использованной свежей воды тратится на производственные нужды, в Карелии данный показатель равен 59-65%.

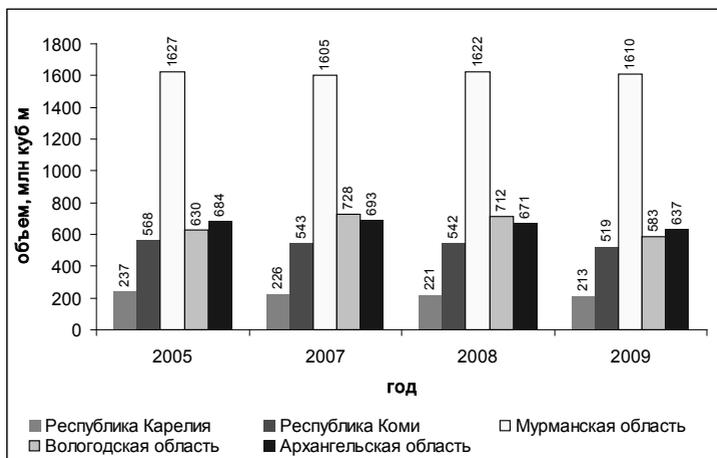


Рис. 1. Использование свежей воды, млн. м³ (в динамике с 2005 по 2009 гг.)

Наибольший показатель объема оборотной и повторно-последовательно используемой воды по СЭР в Вологодской области (в среднем составляет 3606 млн. м³), наименьший в Архангельской области (831 млн. м³) (рис. 2). Таким образом, Вологодская область экономит более 80% свежей воды [2].

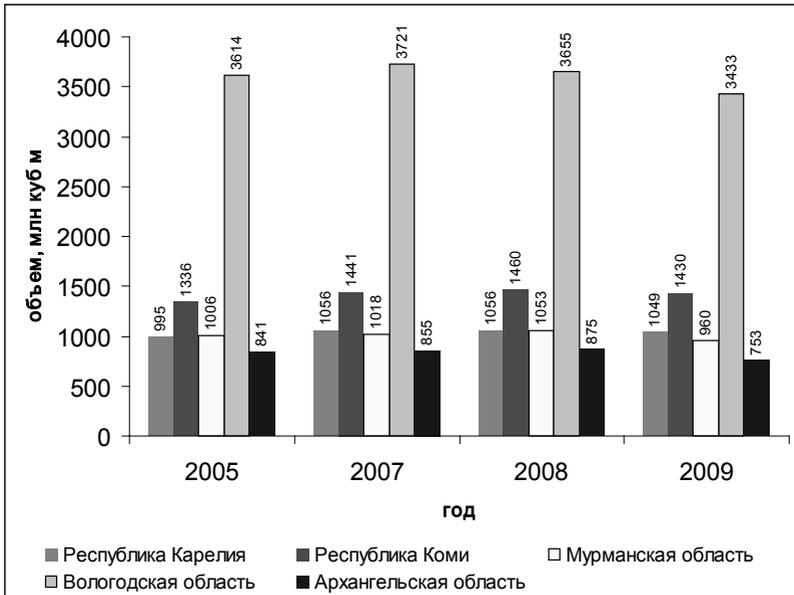


Рис. 2. Объем оборотной и повторно-последовательно используемой воды, млн. м³ (в динамике с 2005 по 2009 гг.)

Наибольшее количество загрязненных сточных вод сбрасывается в Архангельской и Мурманской областях, а наименьшее в Республике Коми (рис. 3).

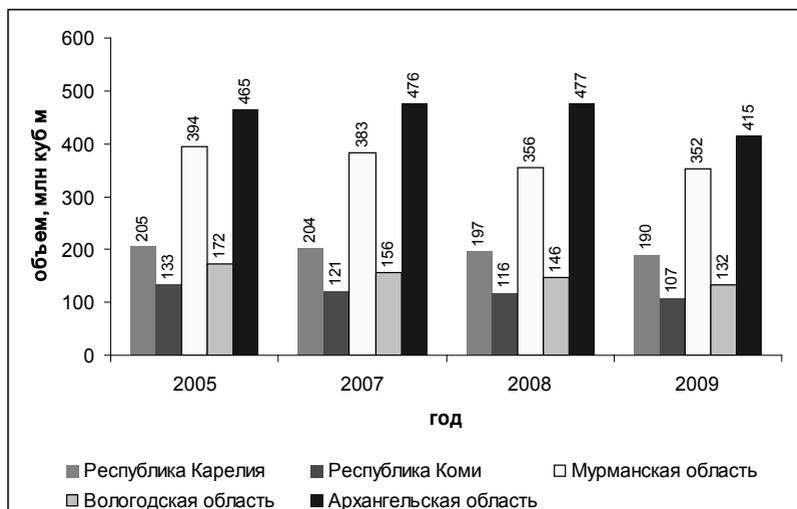


Рис. 3. Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, млн. м³ (в динамике с 2005 по 2009 гг.)

Объем сброса загрязненных сточных вод в расчете на одного жителя в 2009 году в Мурманской области составил 419 м³/чел., что является максимумом по СЭР, а минимальный показатель в Вологодской области (109 м³/чел.) и в Республике Коми (112 м³/чел.) (табл. 1).

Таблица 1

Объем сброса загрязненных сточных вод в расчете на одного жителя (в динамике с 2005 по 2009 гг.)

Субъект Федерации	Год			
	005	007	008	009
Республика Карелия	93	95	86	77
Республика Коми	34	25	20	12
Мурманская область	54	49	20	19
Вологодская область	39	27	20	09
Архангельская область	58	73	76	30

Статистические данные говорят о слабой очистке сточных вод в Республике Карелия, Архангельской, Мурманской областях (0-4% нормативно очищенных вод от объема сточных вод, требующих очистки). Несколько лучше ситуация в Республике Коми и Вологодской области, где объем нормативно-очищенных вод к объему вод, требующих очистки составляет 19-38% (табл. 2).

Таблица 2

Объем нормативно-очищенных вод к объему сточных вод, требующих очистки, % (в динамике с 2005 по 2009 гг.)

Год Субъект Федерации	005	007	008	009
Республика Карелия	,3	,9	,9	
Республика Коми	5,2	6,9	8,4	8,7
Мурманская область	,6		,2	,8
Вологодская область	9,6	4	4,7	9,7
Архангельская область		,3	,1	,5

3. Заключение

В Северном экономическом районе Мурманская и Архангельская области отличаются нерациональным водопользованием, а именно высокими показателями использования свежей воды и сброса загрязненных сточных вод, низким объемом оборотной и повторно-последовательно используемой воды. Вологодская область выделяется высокими показателями объема оборотной и повторно-последовательно используемой воды. Относительно низкими показателями объема сброса загрязненных сточных вод в расчете на одного жителя характеризуются Республика Коми и Вологодская область.

Следовательно, практически для всего экономического района актуальна проблема рационализации водопользования, которая заключается, прежде всего, в сокращении общих объемов изъятия водных ресурсов и их потребления, увеличении объемов оборотной и повторно-последовательно используемой воды, а соответственно это должно привести к снижению объема сточных вод.

Литература:

1. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2009 году». – М.: НИИ-Природа, 2010. – 288 с.
2. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2009 году / Правительство Вологодской области, департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области. – Вологда, 2010. – 236 с.
3. Регионы Северо-Западного федерального округа. Социально-экономические показатели 2009: Стат.Сб. / Комстат-Сыктывкар, 2009. – 203 с.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ «НЕФТЬ - МОРСКАЯ ВОДА» (НА ПРИМЕРЕ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ)

Маслобоев В. А., Мазухина С. И., Максимова В. В. (*г. Анапты, Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, e-mail: masloboev@ksc.ru, mazukhina@inep.ksc.ru, fourthmax@mail.ru*)

Abstract. Based on the data of the hydrochemical analysis there has been restored the complete chemical composition of desalinated water of the Kandalaksha bay of the White Sea. There has been studied the chemical composition of the solution at the interaction with oil in conditions of a technological emergency at low temperatures (T 5°C, P 1 bar). The obtained results are of practical importance for prediction, liquidation and consequences of oil spills in conditions of the Subarctic.

Кандалакшский залив Белого моря, включая государственный природный заповедник “Кандалакшский” имеет международное значение в качестве местообитаний водоплавающих птиц. Вместе с тем, уже долгое время в нем ведется достаточно интенсивная хозяйственная деятельность. За последние годы качество вод залива ухудшилось, по результатам регулярных наблюдений Мурманского центра мониторинга загрязнения окружающей среды (ЦМС) качество вод изменилось с II класса – воды чистые (ИЗВ = 0,73) в 2007 году до III класса – воды умеренно загрязненные (ИЗВ = 0,85) [1]. В настоящее время загрязнение не является критическим для экосистемы залива, при условии отсутствия природных или антропогенных аварий. Особенности, которые следует учитывать при оценке разливов нефтепродуктов в морской среде,

являются температурный режим, степень минерализации вод, скорость ветра и течения, наличие либо отсутствие ледового покрова, содержание кислорода и других элементов в воде и др.

Несмотря на достаточно подробное качественное описание процессов деструкции нефтяных углеводородов в водной среде, получение полной количественной информации затруднено. Основными причинами являются изменение температурного и барического режимов при анализе проб по сравнению с природной средой и трудоемкость аналитических процедур. Данным недостатков лишены методы физико-химического моделирования, с помощью которых в настоящее время возможно исследование сложных природных процессов.

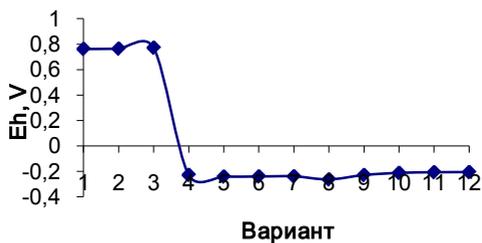
В качестве объекта исследования в работе рассматриваются воды Кандалакшского залива Белого моря. Пробы отбирались рядом с Морским портом «Витино» (ЗАО «Беломорская нефтебаза»), находящимся в центре природоохранной зоны Кандалакшского заповедника. Анализ проб был проведен 7 января 2011 года химико-технологической лабораторией ОАО «КГИЛЦ». Целью настоящей работы является оценка влияния нефти на химический состав вод Кандалакшского залива Белого моря. Метод исследования – физико-химическое моделирование с помощью программного комплекса (ПК) «Селектор» [2].

По данным анализа был реконструирован химический состав вод Кандалакшского залива в нормальных условиях при помощи термодинамического расчета, выполненного в ПК «Селектор». Сопоставление экспериментальных данных и результатов расчета представлено в таблице.

Далее в состав расчетной модели была введена нефть в количестве от 1 до 30 мг/л воды. Минимизировался потенциал Гиббса $G(T, P)$ при температурах, равных плюс пяти и минус одному градусу Цельсия. Количество независимых компонентов – 16, зависимых компонентов в водном растворе составляло 295, в газовой фазе – 76, жидких углеводородов составило 111. В двух температурных режимах ($T=5^{\circ}\text{C}$, $T=-1^{\circ}\text{C}$) моделировались ситуации полного разложения с термодинамически равновесными конечными продуктами разложения (метан, вода, углекислота) и метастабильное равновесие при исключении из системы конечных продуктов разложения. Результаты моделирования взаимодействия «нефть-морская вода» представлены на рис. 1-3.

Таблица Данные моделирования и анализа химического состава вод Кандалакшского залива, мг/л (T = 25°C, P=1 бар)

Компо- нент	Модель	Анализ	Компо- нент	Модель	Анализ
Al	0,039798	0,04	P	0,009957 1	0,01
Ar	0,50447		S	425,96	428,01
C	23,167		Si	1,5477	1,555
Ca	214,98	216	H	1,9401	
Cl	8326,4	9537,38	O	953,26	
F	0,25876	0,26	e	0	
Fe	0,049746	0,05	HCO3	94,026	95,16
K	295,27	296,67		0,001029 1	0,02
Mg	688,83	692,12	NO2	7,8826	
N	14,212		O2	8,01672	
Na	4333,8	4354,37	pH	8,01672	
			Eh	0,742992	



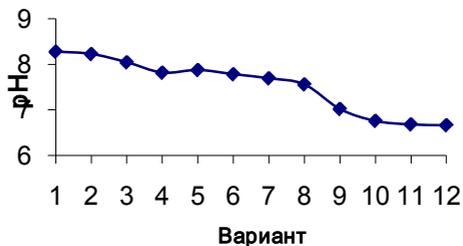


Рис. 1. Изменение Eh и рН при взаимодействии «вода-нефть» (Т= 25 °С, Р = 1 бар) Ось X - варианты расчета, показывающие увеличение количества нефти с 1 мг/л раствора до 30 г/л раствора

При содержании углеводородов равном 3 мг/л (вариант 4, $\zeta=4,5$) наблюдается смена окислительно-восстановительных условий (Eh переходит в отрицательную область и сохраняет значение при продолжении процесса деградации углеводородов, содержание растворенного кислорода резко снижается). Для данной точки при метастабильном равновесии (исключенных CH_4 и CO_2 , для медленно протекающих реакций) можно отметить резкое снижение Ph с 8 до 5, возможно обусловленное падением содержания HFeO_2 при образовании хлоридов и карбонатов железа и возрастанием содержания Fe^{2+} .

Вместе с тем, наблюдается переход растворенного азота в форму NH_3 . При дальнейшем протекании реакций наблюдается изменение рН при ζ равном 2,5, содержание углеводородов 0,316 г/л. Ему соответствует образование газовой фазы. В работе [3] отмечается, что образование газовой фазы происходит не сразу, вначале углерод и водород удерживаются в водном растворе, также наблюдается накопление карбонатов. Изменение содержания конечных продуктов распада углеводородов (CH_4 и CO_2) при полном разложении представлено на рис. 2.

При метастабильном равновесии в газовой фазе преобладает содержание C_2H_6 . Общее содержание серы и сернистых соединений падает. При смене среды с окислительной на восстановительную, наблюдается пиковое содержание сульфатов и гидросульфатов, например, FeSO_4 , AlSO_4 , $\text{Al}(\text{SO}_4)_2$, KHSO_4 и др. При содержании углеводородов 3 г/л H_2O растворенные сульфаты начинают переходить в иные соединения HS^- и H_2S . Далее происходит формирование углекисло-метано-сероводородной атмосферы, данный факт также выявлен в работе [4]. На рис. 2 представлено изменение содержания NaSO_4^- в водном растворе и H_2S и HS^- в газовой фазе.

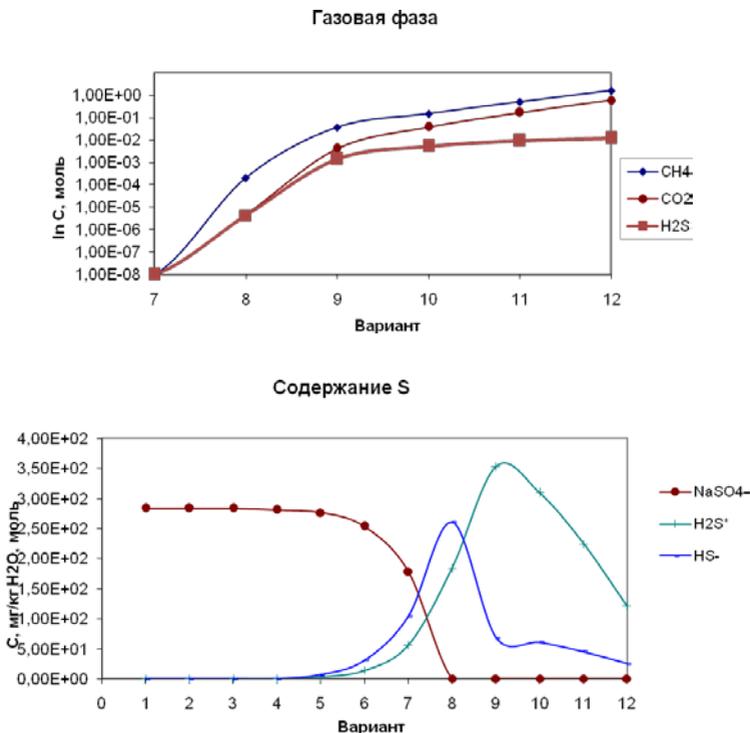


Рис. 2. Газовая фаза при полном термодинамическом равновесии, изменение содержания (C - концентрация) NaSO_4^- (раств.) и H_2S и HS^- (газ) моль

При уровне pH 6,58 в условиях метастабильного равновесия из раствора начинают выпадать органические соединения. Преимущественно это углеводороды с количеством атомов углевода от 10 до 20. Среди них отметим содержание насыщенного углеводородного соединения $\text{C}_{17}\text{H}_{34}$, составившее 0,06 мг/л, и содержание полициклического углеводородного соединения $\text{C}_{16}\text{H}_{10}$ - пирена- 0,002 мг/л. При наступлении полного равновесия они распадаются на метан и углекислый газ. Также, на данном этапе взаимодействия, начинается образование металлоорганических комплексов в растворе. Содержание значимых концентраций остальных органических соединений при метастабильном равновесии представлено на рис 3.

Рассматривая процесс деградации углеводородов в распресненной морской воде по результатам моделирования при низких температурах и концентрации от 1 мг/л можно отметить ряд особенностей.

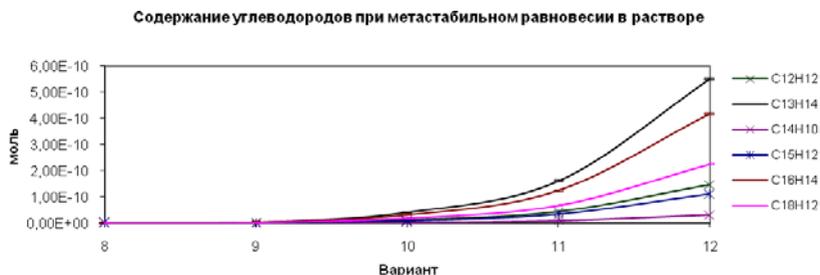


Рис. 3. Содержание органических соединений при метастабильном равновесии

pH раствора снижается с увеличением количества взаимодействующей нефти. При содержании нефтяных углеводородов равном 3 мг/л происходит смена среды с окислительной на восстановительную. Наблюдается пиковое содержание сульфатов и гидросульфатов, уменьшается до минимума содержание растворенного кислорода, растворенный азот переходит в форму NH_3 . При содержании нефтяных углеводородов 0,316 г/л соответствует начало образования газовой фазы и образование металлоорганических комплексов в растворе. Растворенные сульфаты начинают переходить в соединения HS^- и H_2S . Далее происходит формирование углекисло-метано-сероводородной атмосферы.

Термодинамическое моделирование системы «нефть - морская вода» при температурах 5°C и -1°C не показало существенных различий в протекании процесса деградации углеводородов. Результатами моделирования в условиях метастабильного равновесия, без конечных продуктов распада нефтяных углеводородов, метана, углекислого газа и твердого углерода, являются следующие: значительный скачок pH при смене окислительных условий на восстановительные, выпадение и оседание твердых углеводородов из раствора при содержании нефти в воде порядка 3 г/л. В качестве возможного применения результатов проведенного исследования можно отметить определение критических норм выбросов нефтяных углеводородов в природную среду в условиях пониженных температур, уточнение стратегии ликвидации разливов нефти при техногенных авариях.

Литература:

1. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2009 году / Комитет природопользования и экологии Мурманской области. - Мурманск: Мурманское областное книжное издательство, 2010. - 152 с.

2. **Авченко, О. В.** Основы физико-химического моделирования минеральных систем / О.В. Авченко, К.В. Чудненко, И.А. Александров. - М. : Наука, 2009. – 228 с.

3. **Павлов, С.Х.** Диспропорционирование и фракционирование углерода в системе «углерод-вода-газ» / С.Х. Павлов, И.К. Карпов, К.В. Чудненко // Геохимия.- 2006, № 7.- С.797-800.

4. **Мазухина, С.И.** Физико-химическое моделирование взаимодействия «нефть-природные воды» / С.И. Мазухина, К.В. Чудненко, В.А. Бычинский, В.А. Маслобоев // Будущее гидрогеологии. Современные тенденции и перспективы. Коллективная монография, изданная по материалам международного симпозиума.- СПб.: Изд-во СПбГУ, 2008.- С. 173-182.

ВЛИЯНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ИНфуЗОРИЙ СЕННОГО НАСТОЯ

Минченко Е. Е., Пахомова Н. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии, e-mail: minchenok.elen@yandex.ru, pahomova.nin@yandex.ru)

Influence of water solution of diesel fuel on growth and development of *Paramecium caudatum* and *Colpoda aspera* is studied. At initial interaction with the solution of diesel fuel, feeding prevails over toxicity. An adaptation of *Paramecium caudatum* to oil pollution is shown.

Нефть и нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных загрязнителей окружающей среды. В городских условиях основными источниками поступления нефтепродуктов в объекты окружающей среды являются промышленные предприятия, котельные, автотранспорт, а также аварии, возникающие при транспортировке, перекачке и других технологических операциях. Поступая в поверхностные горизонты водоема, нефть и мазут препятствуют доступу кислорода из атмосферы. Экстрагируемые из нефтепродуктов ядовитые вещества, оказывают отрицательное влияние на водные организмы. Нефть и нефтепродукты образуют в водоеме разные формы загрязнения: свободно плавающие капельки в толще воды и пленку на поверхности; растворенные и эмульгированные фракции; тяжелые фракции, которые оседают на дно и адсорбируются грунтами.

В работе представлены результаты лабораторных исследований по изучению влияния водных растворов дизельного топлива на рост и развитие инфузорий, выращенных в микрокосме сеного настоя.

Приготовление сеного настоя осуществлялось по общепринятой методике (Биологический контроль..., 2007). В качестве тест-объекта была

использована 10-суточная культура сенного настоя, содержащая инфузории *Paramecium caudatum* и *Colpoda aspera*. Дизельное топливо разводилось в дистиллированной воде в концентрациях 0.1 мг/л, 1.0 мг/л и 10,0 мг/л. В чашках Петри в равных пропорциях смешивали 10-суточную культуру и водный раствор дизельного топлива разных концентраций. Объем пробы составил 4 мл. Контролем в эксперименте был сенной настой. Биотестирование проводили в течение 6 суток. Просмотр проб проводили через 15 мин., 1 час, 24 часа, 2 сут., 4 сут., 6 сут. при увеличении: об.10х, ок.10х. Подсчет инфузорий производили в 10-ти полях зрения. Пробы фотографировали при увеличении 1х, 3х, 5х.

Критерием острой и хронической токсичности является статистически достоверное различие с контролем или снижение численности инфузорий на 50% и 25% по сравнению с контролем в течение 24-х и 96-часовой и более экспозиции соответственно (Временное методическое руководство..., 2002). Проба является токсичной также при стимуляции клеток простейших более чем на 30%.

Проводилось описание поведенческих реакций и фагоцитарной активности инфузорий.

Через 15 минут после смешивания культуры сенного настоя с растворами дизельного топлива (ДТ) разных концентраций обнаружено, что парамеции резко снизили скорость движения. Они формируют группы численностью 10-20 экз/п.зр, преимущественно в детрите. Кольподы проявляют повышенную активность, выражающуюся в увеличении скорости движения по сравнению с контролем.

Контроль дает следующую картину: парамеции – 3 экз/п.зр., кольподы – 15-20 экз/п.зр., нормальной двигательной активности (рис. 1).

Спустя 1 час в растворах с ДТ обнаружены следующие изменения: парамеции активно движутся, скоплений практически не образуют, встречаются единичные неподвижные особи. Количество неподвижных (малоподвижных) инфузорий растет с увеличением концентрации нефтепродукта. В эти сроки опыта инфузории *Colpoda aspera* наиболее активно формируют группы численностью более 40 экз/п.зр. Отмечено появление мелких цист.



Рис. 1. Сенной настоей (контроль). 1 - *Paramecium caudatum*, 2 - *Colpoda aspera*; ув. микроскопа об.10х, ок.10х; ув. фотоаппарата1х.

Через 1 сутки после начала опыта в контрольном растворе количество парамеций достигает 4-5 экз/п.зр., количество кольпод в среднем составляет 18 экз/п.зр. Большинство организмов в активном состоянии.

В водных растворах ДТ разной концентрации наблюдается экспоненциальный рост *Colpoda aspera*. Вспышка численности кольпод отмечена во всех пробах с ДТ. Численность организмов составила более 150 экз/п.зр. (рис. 2). Они отличаются повышенной двигательной активностью. Цитоплазма инфузорий вакуолизована. Число пищеварительных вакуолей у кольпод возрастает до 3-5 шт.

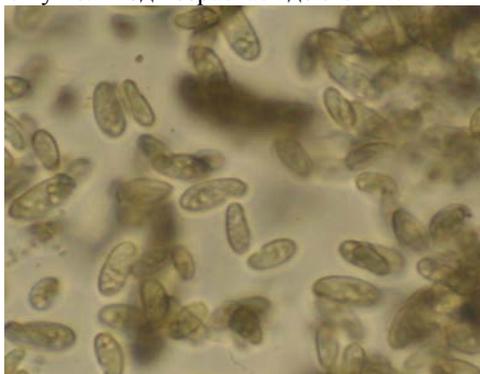


Рис.2. *Colpoda aspera* в пробе с $C_{дт}=10,0$ мг/л., ув. микроскопа об.10х, ок.10х; ув. фотоаппарата 3х.

Численность парамеций в растворах с ДТ также существенно возросла и составила 15-40 экз/п.зр. Отмечено увеличение количества пищеварительных вакуолей у парамеций. Размеры инфузорий увеличе-

ны в 1,5-2 раза по сравнению с контрольными экземплярами. В детрите парамеции образуют группы численностью выше 50 экз./п.зр. Подавляющая часть инфузорий активна, однако можно отметить некоторое снижение двигательной активности. С ростом концентрации водного раствора ДТ двигательная активность парамеций снижается. Многие инфузории активно делятся.

Факт скачкообразного увеличения численности инфузорий можно объяснить тем, что в водных растворах ДТ при $t=20^{\circ}\text{C}$ активно развиваются нефтеокисляющие бактерии, которые являются источником пищи для инфузорий-бактериофагов. Потребление нефтесодержащей органики происходит по схеме: ДТ – нефтеокисляющие бактерии – инфузории (парамеции, кольподы).

Тест-объект *P. caudatum* обладает высокой чувствительностью, но одновременно и высокой устойчивостью по отношению к загрязнению воды. Популяция *P. caudatum* способна адаптироваться к загрязнению воды дизельным топливом. Фактор питания на ранних этапах взаимодействия с загрязняющим веществом преобладает над токсичностью (Гордеева, 2010).

Для изучения пищеварительной активности инфузорий в эти сроки опыта добавлен в среду активированный уголь

Спустя 2 суток в контроле существенных изменений, касающихся численности парамеций и кольпод, не обнаружено. Отмечено появление инфузорий *Colpoda cucullus* и единичных одноклеточных водорослей.

В растворах ДТ разных концентраций выявлены такие изменения: во всех пробах численность парамеций уменьшилась в 1,5-2 раза, численность кольпод катастрофически снизилось практически до начального уровня. Большинство парамеций медленно двигаются, количество пищеварительных вакуолей достигает 4-6 шт. Замечено, что с возрастанием концентрации ДТ в пробах двигательная активность и парамеций, и кольпод снижается. На этом сроке опыта подавляющая часть кольпод неподвижна.

Через 4 суток контрольный сенной раствор был представлен парамециями численностью до 2-3 экз./п.зр. Инфузории *S.aspera* практически полностью цистировались.

В водных растворах ДТ численность *S.aspera* резко упала и составила от 3 до 12 экз./п.зр. Во всех пробах отмечается появление инфузории *S.cucullus*. Численность парамеций существенно не изменилась и колебалась в пределах 10-30 экз./п.зр. Количество пищеварительных вакуолей у парамеций уменьшается (рис. 3).



Рис.3. Проба с $C_{дт}=1,0$ мг/л. 1 – частицы активированного угля в пищеварительных вакуолях парамеций, 2 - инфузория *Colpoda cucullus*; ув. микроскопа об.10х, ок.10х; ув. фотоаппарата 5х.

Через 6 суток состав и численность инфузорий в контрольном растворе не претерпел существенных изменений.

Во всех испытываемых растворах ДТ отмечается снижение численности парамеций, уменьшение их размеров. Сокращение пищеварительных вакуолей отмечается во всех пробах, кроме пробы с $C_{дт}=10,0$ мг/л. Численность парамеций колебалась в пределах 8-25 экз./п.зр. Численность *S.aspera* представлена единичными экземплярами. В результате конкуренции (выедания) их заменили более крупные кольподы. Движение инфузорий замедлено, часть организмов находится в неподвижном состоянии.

Динамика численности инфузорий *Paramecium caudatum* и *Colpoda aspera* в течение опыта представлена на рис.4,5.

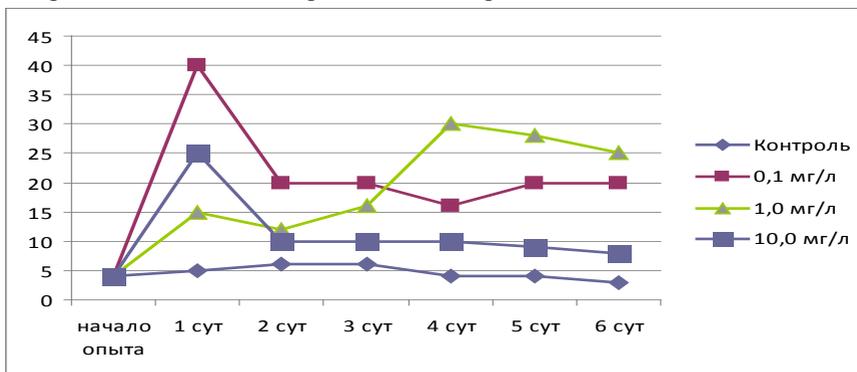


Рис.4. Динамика численности *Paramecium caudatum*

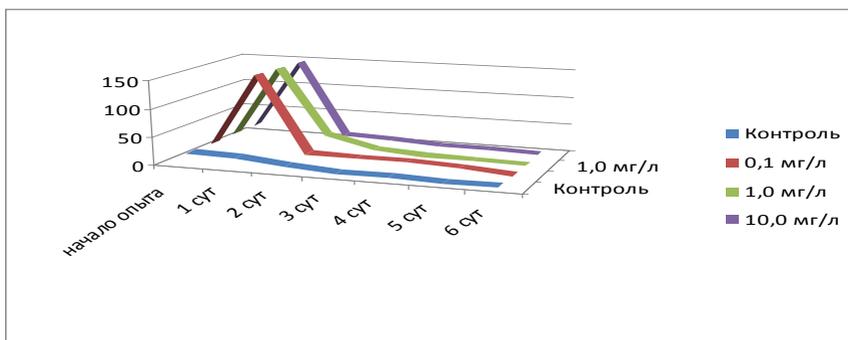


Рис.5. Динамика численности *Colpoda aspera*

Таким образом, проведенный эксперимент показал, что действие раствора ДТ заданных концентраций оказывает стимулирующее действие на инфузорий *P. caudatum* и *C. aspera* в первые сутки. Резкий рост простейших в начале опыта происходил по схеме: ДТ – нефтеокисляющие бактерии – инфузории. Фактор питания на ранних этапах взаимодействия с растворами ДТ преобладает над токсичностью.

В последующие сроки опыта наблюдается снижение численности парамеций в 1.5-2 раза. В поздние сроки опыта численность парамеций колебалась в диапазоне 8-25 экз./п.зр, что свидетельствует об адаптивных возможностях популяции *P. caudatum* к действию ДТ.

Численность колюпид в течение опыта изменялась скачкообразно. На поздних сроках опыта их численность снизилась практически до нуля за счет вытеснения (выедания) другим более конкурентоспособным видом.

Полученные результаты будут использованы для разработки и апробации методики биотестирования загрязняющих веществ в рамках открытой на кафедре биоэкологии ГБ НИР «Разработка методов биоиндикации и биотестирования загрязнения пресноводных водоемов и их применение в условиях Кольского полуострова» (№ ГР 01201002677).

Литература:

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О. П. Мелехова, Е. И. Егорова, Т. И. Евсеева и др.; под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Егоровой – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.
2. Временное методическое руководство по нормированию уровней содержания химических веществ в донных отложениях поверхностных водных объектов (на примере нефти) – М.: РЭФИА, НИА – Природа, 2002.

3. Гордеева Ф.В. Оценка токсичности воды и донных отложений водоемов и почв территории Тюменской области с использованием инфузории *Paramecium caudatum*: автореф. дис. канд. биол. наук : 03.02.08. - Борок, 2010. – 24 с.

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ПОМОЩЬЮ ИНFUЗОРИИ OXYTRICHA SP.

Минченко Е. Е., Пахомова Н. А. (*г. Мурманск, ФГОУ ВПО «МГТУ»,
кафедра биоэкологии, e-mail: minchenok.elena@
yandex.ru, pahomova.nin@yandex.ru*)

Results on biotesting of heavy oil products water extracts with ciliates *Oxytricha* sp. are represented in the study. All analyzed samples are shown to be heavily toxic.

Одним из важных направлений прикладной биотехнологии является разработка эффективных биологических методов оценки состояния природной среды, загрязнение которых токсичными веществами в настоящее время приобрело комплексный характер. Для оценки токсичности природных вод, промышленных сбросов, почвы, кормов и прочих объектов окружающей среды, а также новых химических веществ и внутренних сред организма человека и животных используют тесты на различных живых организмах. Предоставляя мало информации о природе поллютанта, биотестирование дает возможность с большой степенью достоверности определить степень интегральной токсичности объекта исследования (Виноходов, 2007).

В работе представлены результаты экспериментальных работ по изучению токсичности водных экстрактов, загрязненных тяжелыми нефтепродуктами (мазут, смазочные материалы и др.) с помощью брюхоносичной инфузории *Oxytricha* sp., выращенной в сенном настое.

Проба воды, загрязненная нефтепродуктами (НП), была отобрана у бетонной стены ОАО «Мурманская судовой верфь». В лаборатории морскую воду отделили от сгустков тяжелых НП. Затем в пробу добавили отстоянную водопроводную воду. Через 1 сутки в полученном водном экстракте определили содержание НП. Определение проводилось методом бумажной хроматографии. Диапазон измеряемых концентраций – от 0,5 до 35 мг/л. Для биотестирования использовали рабочий раствор исходной концентрации НП, а также разведенный раствор в соотношении 1:2 и 1:3. Опыты проводили в 3-х кратной повторности. В

чашках Петри в равных пропорциях смешивали сенной настоей, содержащий 10 экземпляров брюхооресничной инфузории *Oxytricha* sp. и водный раствор НП разных концентраций. Объем пробы составил 10 мл. Просмотр проб проводили через 5 мин., 10 мин., 20 мин., 30 мин. при увеличении: об.10х, ок.10х, об.40х, ок.10х. Наблюдения сопровождалось видеозаписью или фотографированием.

Критерием острой и хронической токсичности является статистически достоверное различие с контролем или снижение численности инфузорий на 50% и 25% по сравнению с контролем в течение 24-х и 96-часовой и более экспозиции соответственно (Временное методическое руководство..., 2002).

В качестве тест-объекта была использована брюхооресничная инфузория *Oxytricha* sp. (рис.1). Эта инфузория широко распространена в пресных водоёмах и почвах. Она - обитатель водной и почвенной среды с большим содержанием органического вещества, отмирающих растений, ила и т.п.; сапробионт. Основную пищу инфузории *Oxytricha* sp. составляют бактерии, дрожжи, растительные остатки (детрит).

В лабораторных условиях инфузорию *Oxytricha* sp. вырастили в сенном настое. Она способна поддерживать стабильную численность в течение нескольких месяцев. Численность брюхооресничной инфузории *Oxytricha* sp. за 2-х месячный период наблюдений находилась в интервале 2–6 экз./п.зр. микроскопа. Инфузорию периодически подкармливали стерилизованным молоком или сухими дрожжами.

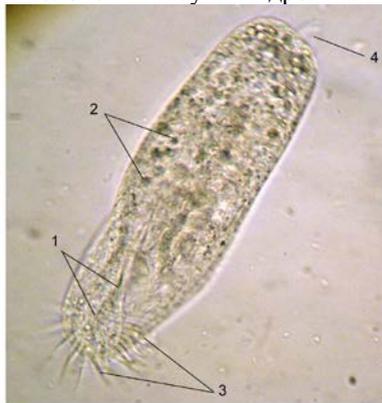


Рис.1. Брюхооресничная инфузория *Oxytricha* sp.: 1 – перистомальное поле; 2 – зоохлореллы; 3 – головные цирри; 4 – хвостовые цирри; ув. микроскопа об.10х, ок.10х; ув. фотоаппарата 3х.

Размножение инфузории происходит путем поперечного деления клетки. В зависимости от условий выращивания время генерации

может составлять от нескольких часов до нескольких суток. Инфузория находится в непрерывном движении. Скорость ее при комнатной температуре - 2,0-2,5 мм/с. Изменение внешних условий (температура, химический состав среды и другие факторы) воспринимаются клеткой, и первая ответная реакция - изменение характера движения: уменьшение или увеличение скорости, частоты остановок и разворотов, разнообразные таксисы.

В начале опыта определили концентрацию НП в рабочем растворе методом бумажной хроматографии. Она составила 5,0 мг/л, что превышает норматив для рыбохозяйственных водоемов в 100 раз!

Биотестирование водных экстрактов тяжелых НП дало следующую картину. Просмотр проб в рабочем (неразведенном) растворе показал, что в первые минуты опыта инфузория резко замедлила скорость движения вплоть до полной остановки. Затем в течение 5 минут инфузория совершала круговые вращательные движения. Через 10 минут все инфузории превратились в цисты (рис. 2).

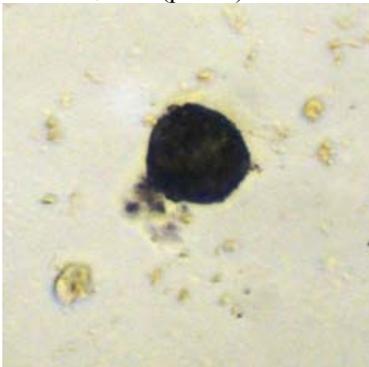


Рис.2. Рабочий раствор через 10 минут после опыта. Циста *Oxytricha* sp.; ув. микроскопа об.10х, ок.10х; ув. фотоаппарата3х.

Реакция инфузорий на действие водных экстрактов НП в разведении 1 : 2 и 1 : 3 была идентичной. В течение нескольких минут после смешивания культуры *Oxytricha* sp. с водными экстрактами НП последние замедляли свое движение. В следующие 10-15 минут они совершали круговые вращательные движения. При этом цитоплазма инфузорий сокращалась. Размеры перистомального поля значительно уменьшились. Хорошо просматривается изменение внутренней структуры организмов: уплотнение макро- и микронуклеуса, нарушение функций сократительной вакуоли и др.

Изменение формы инфузории в течение первых 15 минут после начала опыта представлено на рис.3.



Рис.3. Водный экстракт НП 1:3 через 15 минут после опыта. Изменение формы *Oxytricha* sp. во времени; ув. микроскопа об.10х, ок.10х; ув. фотоаппарата 3х.

Спустя 30 минут во всех пробах инфузории *Oxytricha* sp. превратились в цисты. Таким образом, все исследуемые пробы характеризуются острой токсичностью.

Согласно литературным данным токсичность нефти и нефтепродуктов зависит от содержания ароматических и хлорсодержащих углеводородов, присутствия солей тяжелых металлов – меди, кадмия, свинца, ртути. Отмечено, что легкие НП менее токсичны, чем тяжелые (мазут, смазочные материалы). Экстрагируемые из нефтепродуктов ядовитые вещества, оказывают отрицательное влияние на водные организмы (Волкова и др., 2009). Следует подчеркнуть, что пробы воды были взяты в прибрежной полосе «Мурманской судовой верфи». Результаты проведенного опыта наглядно демонстрируют ответную реакцию инфузорий на загрязнение, а, следовательно, и уровень токсичности водной среды.

Биотестирование на инфузориях имеет ряд преимуществ по сравнению с химическими и физико-химическими методами анализа, поскольку позволяет прогнозировать интегральное воздействие исследуемой среды на живые организмы. Однако научная концепция биотестирования еще недостаточно разработана. Тщательное изучение культуры инфузорий, выращенных в сенном настое, выявление закономерностей их ответных реакций, разработка единого метода подготовки проб и культуры инфузорий как тест-системы к проведению анализа позволят получить в дальнейшем более точную и объективную картину токсичности анализируемой среды.

Работа выполнена в рамках ГБ НИР «Разработка методов биоиндикации и биотестирования загрязнения пресноводных водоемов и их применение в условиях Кольского полуострова», № темы 4.32/10, № ГР 01201002677.

Литература:

1. **Виноходов Д.О.** Научные основы биотестирования с использованием инфузорий: автореф. дис. докт. биол. наук : 03.02.23. - Санкт-Петербург, 2007. – 30 с.
2. **Волкова И.В., Ершова Т.С., Шипулин С.В.** Оценка качества воды водоемов рыбохозяйственного назначения с помощью гидробионтов. – М.: Колос, 2009. – 352 с.
3. Временное методическое руководство по нормированию уровней содержания химических веществ в донных отложениях поверхностных водных объектов (на примере нефти) – М.: РЭФИА, НИА – Природа, 2002.

ФОНОВЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ ВИДЫ МИКРООРГАНИЗМОВ СЕННОГО НАСТОЯ

Пахомова Н. А., Минченко Е. Е. (г. Мурманск, ФГОУ ВПО «МГТУ», кафедра биоэкологии, e-mail: pahomovana@mstu.ru, minchenok.elena@yandex.ru)

Results of a study of taxonomic composition of ciliates in a hay infusion are represented. Common species (edificators) are shown. A possibility of their use as test-objects is analyzed.

Биотестирование с применением гидробионтов может быть использовано для оценки токсичности загрязненных природных вод, контроля токсичности сточных вод, ускоренной оценки экстрактов, смывов и сред с санитарно-гигиеническими целями (Методы биотестирования..., 1989). В Российской Федерации нормативы ПДК и ОБУВ (ориентировочно безопасные уровни воздействия) загрязняющих веществ в воде определяются путем выполнения по определенной схеме лабораторных токсикологических экспериментов с гидробионтами — тест-организмами, представляющими систематические группы и трофические уровни экосистем (Методические указания по установлению..., 1998; Методическое руководство..., 1991). Для каждого тест-организма устанавливается круг тест-параметров, которые являются основными и контролируются в обязательном порядке.

Для токсикологических исследований используют в качестве тестовых организмов простейшие организмы, например, инфузории *Paramecium caudatum* и др. В качестве функций отклика на токсиканты используют показатели выживаемости особей и функцию их размножения, выражающуюся в изменении скорости клеточного деления.

Возможность выращивания одноклеточных организмов и других видов простейших гетеротрофов доказана давно, однако широкое производство их начали всего 16 лет назад. Достаточно исследованы технологические аспекты культивирования автотрофных микроводорослей и большое внимание уделяется изысканию путей получения некоторых гетеротрофных беспозвоночных организмов. Большая роль здесь принадлежит свободноживущим инфузориям. Особое внимание уделяется подбору питательного субстрата, а также выявлению степени влияния различных факторов среды на устойчивость культур и последовательность изменения видового состава в поликультурах.

Число видов во временном интервале может или увеличиваться, или уменьшаться. Одни виды появляются и периодически исчезают, другие присутствуют длительный период и в итоге становятся доминантными видами. Недостаточно изучена функциональная роль отдельных видов в процессе развития биоценоза сеного настоя, сезонные изменения сообществ организмов, динамика численности.

Работы по получению поликультуры на основе сеного настоя были начаты нами в 2010 году (Пахомова, Минченко, 2010). В данной работе представлены результаты, полученные в конце 2010 г. и начале 2011 г.

Цель работы – изучить индикаторные комплексы населения сеного настоя, их смену во времени.

Задачи исследования:

1. выявить таксономический состав населения (преимущественно, Protozoa), сеного настоя, полученного при использовании разных ингредиентов; в разные периоды сезона и во временном отрезке;
2. выяснить структуру таксономического состава организмов (преимущественно, Protozoa) в разных средах.

Материал и методы

В качестве материала были использованы некоторые виды Protozoa, выращенные в сеном настое. Для получения культуры тест-организмов применялась стандартная методика, в каждом случае немного нами модифицированная. В работе были использованы настои сена различных трав, в некоторые мы добавляли почву, в некоторые воду из аквариума.

Для предотвращения высыхания раствора в емкости периодически добавляли отстоянную водопроводную воду, Один раз в неделю добавляли несколько капель молока или несколько крупинок сухих дрожжей. Для просмотра населения сенного настоя всегда брался одинаковый объем жидкости – 10 мл. Для характеристики численности инфузорий просматривали по 10 полей зрения микроскопа (ок. 10, об. 10). Полученные значения усредняли. Наблюдения сопровождалось видеозаписью или фотографированием.

Нами было приготовлено в разные сроки два сенных настоя: первый (№1) – от 14 октября, второй (№2) – 14 декабря. В каждом случае мы получали свой качественный набор простейших. В настоящем сообщении дан анализ населения и динамики видов ресничных инфузорий настоя №№ 1 и 2. Наблюдения за сменой видов в культурах мы проводили в течение 70-ти и 30-ти дней (наблюдения продолжаютя в настоящее время).

Структура населения сенного настоя от 14 октября 2010 г.

Таксономический состав населения сенного настоя от 14 октября (№1) претерпевал определенные изменения во временном интервале 70 суток. В первые несколько дней наблюдений нами отмечено присутствие бесцветных жгутиконосцев, голых амёб, мелких бесцветных инфузорий семейства Tracheliidae. В течение всего периода наблюдений отмечена равноресничная инфузория *Holophrya* sp. Популяция этого вида характеризовалась тем, что взрывной рост численности сменялся периодическим резким спадом (это мелкие, очень подвижные инфузории, что препятствовало их подсчету). Такая нестабильность и маленький размер особей затрудняет их использовать в качестве биотестов.

Наше внимание привлекли два вида брюхогесничных инфузорий, относящихся к семейству Oxytrichidae и двум родам - *Oxytricha* и *Stylonychia*, и один вид кругоресничных инфузорий *Vorticella* sp. Динамика численности этих трех видов инфузорий за период исследования показана на рисунке 1.

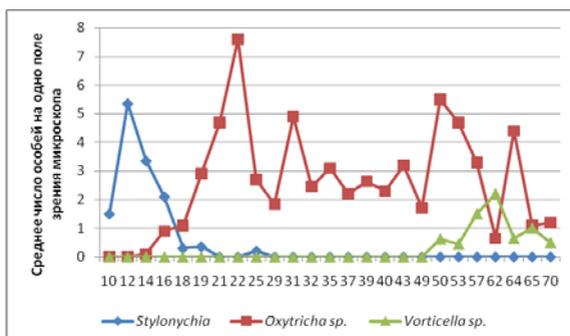


Рис. 1. Динамика численности инфузорий в сенном настое №1

Как видно из рисунка, массового развития в первые несколько суток достигает *Stylonychia* sp., однако уже на 18 сутки этот вид инфузорий практически исчезает. Причиной исчезновения *Stylonychia* sp., может быть, прежде всего отсутствие корма. Возможно, они питаются бактериями, с истреблением последних, они сами инцистировались. Начиная с этого срока экспоненциально растет численность второго вида инфузории, относящегося к роду *Oxytricha*, т.е. появление и размножение этого вида инфузорий совпадает со временем исчезновения первого вида. *Oxytricha* sp. присутствует в сennom настое в течение всего времени наблюдения. После первой вспышки численность популяции *Oxytricha* sp. колебалась, но все время оставалась достаточно высокой. Этот вид инфузории был использован нами в качестве биотеста. *Oxytricha* sp. образовывала основные скопления среди растительных остатков, детрита. Этим объясняется, по-видимому, ее продолжительное существование. Через два месяца численность инфузории значительно снизилась. Третий вид инфузории, относящийся к семейству Vorticellidae, – *Vorticella* sp. в течение 50-ти суток обнаруживался в пробах единично, и только на 62-е сутки ее численность значительно увеличилась.

На рисунке 2 представлены фотографии трех выше указанных инфузорий.



1
2
3
Рис. 2. Фотографии инфузорий: 1 – *Stylonychia* sp., 2 – *Oxytricha* sp., 3 – *Vorticella* sp. (увеличение: ок. 10, об. 40)

Структура населения сennого настоя от 14 декабря 2010 г.

Во втором настое от 14 декабря 2010 г. уже на вторые сутки было обнаружено большое количество брюхоресничной инфузории рода *Stylonychia* – *Stylonychia pustulata*. Немного меньше присутствовало инфузорий семейства Colpodidae. В первые дни семейство было представлено видом *Colpoda steini*, а затем была отмечена непродолжительная вспышка инфузории – *Colpoda colpidiopsis*. Динамика численности этих двух инфузорий приведена на рисунке 3.

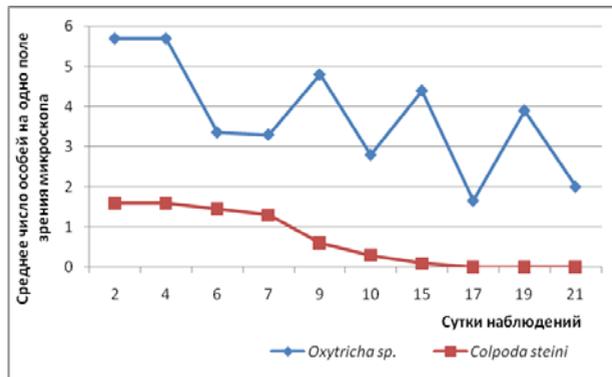


Рис. 3. Кривые численности *Oxytricha sp.* и *Colpoda steini*

Таким образом, во втором настое мы получили другой видовой спектр инфузорий, из двух доминирующих видов более стабильной численностью, несмотря на колебания, обладала *Stylonychia pustulata*. Этот вид также был использован в опытах по биотестированию. На рисунке 4 приведены фотографии трех доминирующих видов инфузорий в сennom настое № 2.



Рис. 4 Фотографии доминирующих инфузорий сennого настоя №2 (увеличение: ок.10, об.40): 1 - *Colpoda steini*; 2 - *Stylonychia pustulata*; 3 - *Colpoda colpodioipsis*

Заключение

Разведение организмов-биотестов в лабораторных условиях сопряжено с определенными методическими трудностями и требует тщательности. Спектр организмов, которые в результате можно получить, достаточно разнообразен и специфичен: в сennom настое каждый раз развиваются несколько видов простейших организмов, и получить идентичный видовой состав практически не возможно. Однако, зная функциональное значение каждого вида, меру его чувствительности или толерантности к тем или иным факторам среды обитания, можно в каждом конкретном случае использовать разные виды инфузорий. Содержание и

поддержание равновесного состояния численности популяций инфузорий возможно в лабораторных условиях в течение длительного времени.

Литература:

1. Методы биотестирования качества водной среды. Под ред. Филенко О.Ф. М.: Изд-во МГУ, 1989. 124 с.
2. Методическое руководство по биотестированию воды. РД 118-02-90. М., 1991. 48 с.
3. Методические указания по установлению эколого-рыбохозяйственных нормативов (ПДК и ОБУВ) загрязняющих веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. Ред. О.Ф.Филенко, С.А.Соколова. М.: Изд-во ВНИРО, 1998. 145 с.
4. **Пахомова Н.А., Минченко Е.Е.** Опыт разведения тест-объектов для оценки экологического состояния водоемов / Экология и жизнь. XIX международная научно-практическая конференция, Пенза, - 2010. – С. 106-108.

**ПРОДУКЦИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ КАК
ИСТОЧНИК ПИЩЕВОГО БЕЛКА**

Салмова Н. А., Журавлева Н. Г. (*г. Мурманск, МГТУ, Кафедра био-экологии, e-mail: salmova.natalya@yandex.ru*)

A problem of animal proteins supply of the population of Russia is presented in the given article. Deficiency of fish proteins undoubtedly has a negative effect on the nation's health, efficient activity of able-bodied people and life-time in our country.

Быстро возрастающая численность населения нашей планеты и недостаточная обеспеченность его пищей в сочетании с напряженным состоянием запасов многих традиционных промысловых объектов в Мировом океане, не позволяющим существенно повысить современный объем их вылова, заставили многие страны с несоизмеримо большей настойчивостью предпринимать усилия по созданию и развитию мари-культурных хозяйств, стремясь перейти от современного рыболовства к управляемому хозяйствованию в водоемах.

В тоже время установление у своих берегов большинством государств 200-мильных экономических рыболовных зон, которые привели к запрету или существенному ограничению в их пределах иностранного рыболовства и к переходу в распоряжение прибрежного государства

биоресурсов шельфа и прилегающих к нему вод, создало дополнительный импульс к интенсификации внимания к марикультуре.

Ещё несколько десятилетий назад считали, что ресурсы мирового океана неисчерпаемы. Однако в дальнейшем, несмотря на увеличение промысловых усилий, вылов существенно не увеличился. Если в 1950 году вылов водных объектов составлял 21,1 млн. т., в 1960 — 40 млн. т., то в 1970 г. — уже 71,1 млн. т. Уже к началу семидесятых годов в мировом рыболовстве стали появляться признаки большой напряженности и существенного снижения результативности промысловых усилий. За последние тридцать лет объем вылова водных объектов существенно не изменился.

Сегодня общепризнано: даже при самой рациональной постановке промысла рыбы и крупных беспозвоночных морской улов (без необратимого подрыва биологических ресурсов Мирового океана) не должен превышать 80-90 миллионов тонн в год. Между тем, при нынешних темпах прироста населения Земли только для того, чтобы поддержать мировое потребление добываемых из моря пищевых продуктов на сегодняшнем уровне, уже в 2020 году человечеству их потребуется порядка 130 миллионов тонн. Растущая потребность человека в рыбопродуктах больше не может удовлетворяться только за счет океанической рыбы, это дало толчок к разведению водных биоресурсов. Объемы аква- и марикультуры в мире возросли с 13 млн. т в 1990 г. до 39,8 млн. т в 2002 г. (FAO, 2004), а ежегодный прирост составил за указанные годы свыше 11%. Однако промышленное разведение водных организмов сейчас составляет не более 8 — 10% от уловов. Предполагается, что к 2020 г. объемы аквакультуры будут близки объемам вылова естественных популяций (Котенев, 2005).

Сегодня в развитых странах происходит быстрое замещение потребления выловленной рыбы и морепродуктов продукцией аквакультуры. Она признана одним из основных факторов, улучшающих состояние экономики, обеспечения продовольственной независимости страны, насыщения внутреннего рынка, повышения занятости населения, увеличения экспортных поступлений.

Темпы развития марикультуры в России в настоящее время не соответствуют потенциальным возможностям, существующей производственной базе и потребностям отечественного продовольственного рынка (рис. 1).

Доля пищевой рыбопродукции в общем вылове, при все увеличивающихся объемах промысла малоценных видов рыб, к 2020 году составит около 2 млн. т. Даже при прогнозируемом уменьшении численности населения в России к 2020 году до 131 млн. человек, дефицит отечественного пищевого рыбного белка составит 1,3 млн. т, половина ко-

торого (0,6 млн. т), на данный момент, покрывается импортными поставками. Дефицит рыбного белка, несомненно, отрицательно сказывается на здоровье нации, продуктивной деятельности трудоспособного населения, продолжительности жизни людей в нашей стране.

По расчетам отраслевых экономистов, фактическое потребление рыбы и морепродуктов на душу населения в РФ составляет не более 8-9 кг в год, тогда как в конце 80-х гг. XX в. душевое потребление рыбы в России (СССР) было равно 21 кг. При этом рациональная норма составляет 18,6 кг/чел/год, а биологическая норма равна 23,7 кг/чел/год (Никоноров и др., 2008).

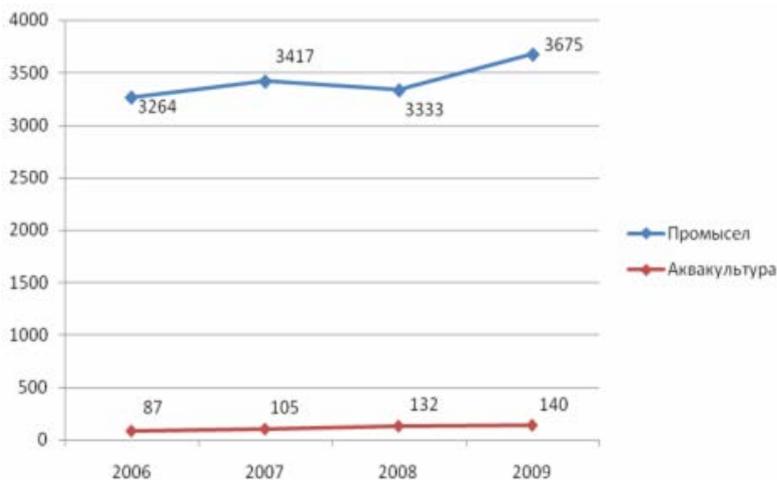


Рис. 1. Объемы вылова и выращивания рыбы и других гидробионтов в России, тыс. т. (Богерук, 2010)

Для сравнения: нынешний уровень среднедушевого потребления рыбной продукции в Нидерландах — 19, в Италии — 20, во Франции — 25, в Дании — 31, Испании — 100, Норвегии — 55, Японии — 72 кг в год, т.е. в несколько раз больше, чем в России. По информации Организации Объединенных Наций, население Земли в 1999 г. достигло 6 млрд. человек. С учетом его последующего прироста в 2010 г. спрос на пищевую рыбопродукцию в мире составит 120-125 млн. т.

Актуальность развития аквакультуры нашла отражение в Указе Президента России, в котором ставится задача насыщения внутреннего рынка рыбными товарами. Потребление на душу населения должно возрасти, как минимум, до 14,7 кг (рис. 2).

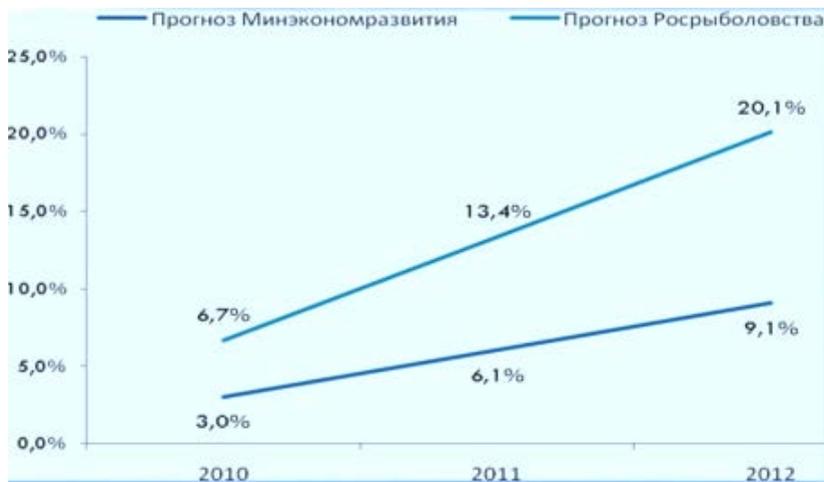


Рис. 2. Прогноз рынка реализации рыбы и рыбопродуктов в РФ, % (Богерук, 2010)

Таким образом, исходя из мировой практики, развитие аквакультуры является важнейшей составляющей рыбохозяйственного сектора экономической политики любого государства, направленной на обеспечение населения ценными продуктами питания, богатыми белками животного происхождения, и на обеспечение продовольственной безопасности страны.

Литература:

1. **Богерук А. К.** Особенности маркетинга рынка продукции аквакультуры в Российской Федерации // ФСГЦР. FAO-NACЕЕ семинар по маркетингу рыбопродукции 26 августа 2010г. Тюмень, 2010.
2. **Моисеев П. А.** Биологические ресурсы Мирового океана // М.: Агропромиздат, 1989. 368 с.
3. Концепция развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 г. М, 2003. 18 с.
4. **Котенев Б.Н.** Проблемы и перспективы развития рыбного хозяйства и его роль в продовольственном обеспечении страны // I Всероссийский конгресс экономистов-аграрников "Роль и место агропромышленного комплекса в удвоении внутреннего валового продукта России". М., 2005. С. 103-121.
5. **Никонов С. И., Шевченко В. В., Монаков М. Б.** Оценка перспектив воспроизводства основных объектов аква – и марикультуры в России с использованием опыта различных стран // Межведомственная ихтиологическая комиссия. М., 2005. С. 6-23.

6. Global aquaculture outlook in the next decades: an analysis of national aquaculture production forecasts to 2030, FAO Fisheries Circular No. 1001, FIPP/C1001 (En), Rome, 2004, 47 p.

7. Vitousek P., Mooney H., Lubchenco J., Melillo J. Human domination of Earth's ecosystems // Science. 1997. Vol. 277. p. 494-499.

СТРОЕНИЕ ПЕЧЕНИ МОЛОДИ ТРЕСКИ (*GADUS MORHUA* L.)

Салмова Н. А., Журавлева Н. Г. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биоэкологии, e-mail: salmova.natalya@yandex.ru)

Liver structure of cod juveniles is studied in the given work. The main function of liver is bile secretion. Bile is secreted by hepatocytes situated in intercellular bile duct. Liver hepatocytes have basophilic structure and numerous vacuoles. Liver of Atlantic cod larva have a simple structure and situated ventrally at early stages of development.

Марикультура как форма хозяйственной деятельности человека в море в ряде стран уже стала одним из основных направлений рационального ведения прибрежного рыбного хозяйства.

Атлантическая треска - перспективный объект марикультуры Баренцева моря. Разработанные к настоящему времени биотехнологии по товарному выращиванию еще не обеспечивают эффективного использования потенциальных возможностей роста марикультуры трески. Недостаточно уделяется внимания изучению процессов пищеварения трески. На данном этапе исследований, не разработаны сбалансированные диеты для трески разных возрастов, в частности для ранних стадий онтогенеза, в связи с этим наблюдается высокий процент смертности личинок. Учитывая, что затраты на корм для искусственно выращиваемых рыб составляют до 80% от рыночной стоимости продукции, проблема эффективного использования кормов при выращивании рыб становится особенно актуальной. В связи с этим необходимо изучить биологическую составляющую этого процесса, а именно строения органов пищеварения и особенности их функционирования.

Атлантическая треска (*Gadus morhua* L., 1758) — крупная и быстрорастущая рыба, длина которой достигает в Атлантике 170 см, масса тела — 40 кг, а продолжительность жизни — 20–25 лет, плодовитость - до 8–10 млн. икринок. Треска - хищник, ихтиофаг, каннибал. Развитие икры трески до выклева личинок происходит вблизи дна и продолжается около 20 суток в зависимости от придонной температуры. Личинки

некоторое время обитают в толще воды, по достижении длины 25–30 мм переходят к придонному образу жизни.

В первые два года жизни молодь трески питается ми ракообразными. С 3 лет треска становится хищником и начинает совершать заметные миграции. Основу питания трески Баренцева моря составляют три вида планктоноядных рыб — сельдь (как правило, молодь), мойва и сайка, а также крупные ракообразные и двусторчатые моллюски. Треска — одна из важнейших промысловых рыб. Ее печень богатая жиром (до 74%), является источником рыбьего жира (животный жир, получаемый из большой, весом в 1,3 - 2,2 кг печени).

Материалы и методы

В качестве материала для исследования была использована атлантическая треска в возрасте 21, 42, 60 суток после вылупления. Фиксатором служил 10% формалин, Буэн; окраска: гематоксилин Гарриса, гематоксилин-эозин, ШИК-реакция.

Материал для исследования был предоставлен факультетом биологических наук и аквакультуры университета в г. Будо, Норвегия (Nugland University, Bodo, Norway). Для приготовления гистологических препаратов использованы общепринятые методики (Лилли, 1969).

Срезы толщиной 3-5 мкм были сделаны на микротоме с последующей окраской гематоксилином-эозином и ШИК-реакцией. Исследования проводились с использованием светового микроскопа. Фотографии изготовлены с помощью компьютерной программы Cell[^]V.

Результаты и обсуждение

Пищеварительная система рыб, так же, как и других позвоночных животных, состоит из поджелудочной железы, печени, и кишечного тракта (Kjorsvik and Rhersen, 1992). Печень лососевых состоит из одной доли, скумбриевых (Scomberidae) – из трех долей, у других видов рыб - из двух долей (Demir, 1992). Серозная оболочка, покрывающая печень, способствует нивелированию ее долей за счет разрастания соединительной ткани в паренхиме печени.

Главной функцией печени в процессе пищеварения является секреция желчи, которая выделяется гепатоцитами, расположенными в межклеточном желчном протоке. В конечном итоге, желчь, секретированная в печёночный проток, направляется в двенадцатиперстную кишку. У рыб, не имеющих желудка, желчный проток открывается в передний отдел кишечника (Anderson and Mitchum, 1974).

Печень рыб это плотный орган, расположенный вентрально в абдоминальном отделе тела. Размер, форма и объем печени зависят от пространства между другими висцеральными органами (Brusle and Gonzalez I Anadon, 1996).

Печень выполняет эндо- и экзокринные функции одновременно. Экзокринная функция печени заключается в выделении желчи через систему протоков в двенадцатиперстную кишку, а эндокринная функция - в секреции выделяемых печеночных веществ непосредственно в кровь. К функциям печени относятся: синтез и выделение белков, образование и выделение желчи, метаболизм жирорастворимых веществ (включая детоксикацию), синтез и выделение липопротеинов и образование мочевины из ионов аммония (Ross et al., 1989).

По данным Д. Е. Хинтен и Д. Дж. Лаурен (Hinton and Lauren, 1990) печень представлена паренхимой (эпителиальные клетки, которые осуществляют главные функции органа) и стромой (кровеносные сосуды и соединительная ткань). Паренхима содержит многочисленные клетки (гепатоциты, макрофаги, эпителиальные, эндотелиальные, жиросодержащие клетки, выстилающие печеночные синусоиды).

Паренхима печени рыб имеет гомогенную структуру. Гепатоциты паренхимы составляют около 80% популяции клеток печени, выполняющих большинство ее функций (Munshi and Dutta, 1996), имеют неправильную (полигональную) форму и являются слабобазофильными (с небольшим количеством органелл), по сравнению с гепатоцитами млекопитающих (Geyer, 1989).

В цитоплазме гепатоцитов рыб выявляется большое содержание жиров и гликогена (Hibiya, 1982). Различия в строение паренхимы, связанные с энергетическими запасами в печени (гликоген и жиры), легко обнаруживаются на гистологических срезах. Гликоген имеет ШИК - положительную реакцию. В то время как капли жира, после гистологической обработки, выглядят как пустые вакуоли. Главными факторами, ответственными за тип и количество запасных веществ в печени, являются качество питания и пищевая активность. Оба фактора изменяются в зависимости от сезона (Quaglia, 1986; Munshi and Dutta, 1996).

У рыб гепатоциты одноядерные, с центрально расположенным сферическим ядром, с легко различимым в нем темным ядрышком (Geyer, 1989). Двухядерные гепатоциты также обнаруживаются в печени здоровых рыб. Другие цитоплазматические структуры включают микрофиламенты, которые формируют цитоскелет, придающий клетке прочность и упругость (Leeson and Leeson, 1976). Гепатоциты располагаются в виде пластин между соседними синусоидами в два слоя, однако разветвление и анастомозы трубочек могут приводить к образованию четырех или более клеточных слоев в одной пластине (Geyer, 1989).

Между рядами гепатоцитов располагается трехмерная сеть цилиндрических кровеносных синусоид. (Elias and Bengelsdorf, 1952). Синусоида представляет собой неравномерно расширенный сосуд, диаметр

которого больше диаметра обычных капилляров (Ross et al., 1989). Синусоиды печени выстланы эндотелиальными клетками, содержащими небольшое количество цитоплазмы и мелкие удлинённые темно окрашенные ядра, без ядрышек. По данным Х. Дж. Геера (Geyer, 1989) эндотелиальные клетки, выстилающие синусоиды, четко видны.

Форма жиросодержащих клеток, выстилающих печеночные синусоиды, может варьировать. В основном они имеют продолговатую форму и большое количество свободных рибосом. По данным Дж.С.Д. Мюнши и Г.М. Дутта (Munshi and Dutta, 1996), они содержат большое количество жировых (липидных) капель, в которых депонируется витамин А.

В соответствии с данными Дж.С.Д. Мюнши и Г.М. Дутта (Munshi and Dutta, 1996), клетки Купфера (макрофаги или звездчатые эндотелиоциты), которые типичны для печени млекопитающих, у большинства костистых рыб полиморфны и немногочисленны. Они обладают фагоцитарной активностью (Munshi and Dutta, 1996) и имеют большое количество цитоплазмы, органелл и ядра бобовидной формы, что типично для фагоцитарных клеток. Часто цитоплазма клеток Купфера содержит фрагменты эритроцитов и железо в форме ферритина, что свидетельствует об их участии в распаде красных телец (Ross et al., 1989).

Вокруг синусоидное пространство, или пространство Диссе находится между синусоидальным эндотелием и гепатоцитами. Это пространство хорошо развито у рыб по сравнению с высшими позвоночными. За счет микроворсинок гепатоцитов увеличивается площадь их поверхности, что усиливает обменные процессы между кровью и гепатоцитами (Munshi and Dutta, 1996).

Пространство Диссе - это зона межклеточного обмена, содержит плазму, небольшое количество соединительной ткани, обеспечивающее нормальное строение печени, а также жировые клетки, расположенные вокруг синусоид (Sternberg, 1997).

Организация системы желчных протоков у рыб не отличается от таковой у высших позвоночных. У большинства костистых рыб она возникает в виде межклеточных канальцев, формирующихся за счет тесного контакта двух гепатоцитов. Желчные протоки состоят из кубического эпителиа с PAS-положительной щеточной каемкой, что свидетельствует о наличии нейтральных гликопротеинов или гликогена. Под эпителием находится базальный слой и слой, состоящий из коллагена и мышечных волокон (Brusle and Gonzalez I Anadon, 1996). В этом слое присутствует некоторое количество фибробластов и гемопоэтической ткани (Ferguson, 1989).

Печень недавно вылупившихся личинок атлантической трески имеет простое строение и на ранних стадиях развития располагается в вентральном отделе (рис. 1). Гепатоциты печени имеют базофильную структуру и многочисленные вакуоли (Pedersen and Petersen, 1992).

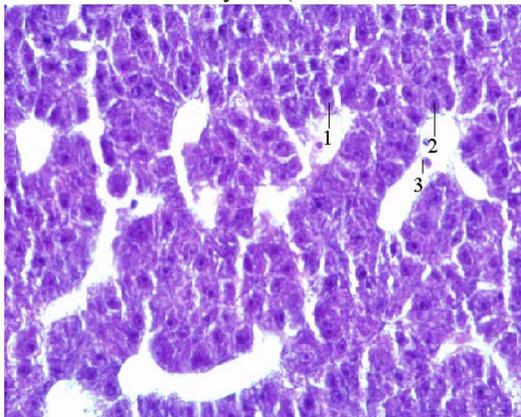


Рис. 1. Часть среза печени личинки трески в возрасте 21 дня. Ув. 10 x 60. Фиксатор Буэн. Окраска Гематоксилин Гарриса. 1 - гепатоциты, 2 - ядра, 3 - эритроциты

Гепатоциты печени атлантической трески (*Gadus morhua*) вакуолизированы. В исследовании Нуваегинер (1885) было установлено, что количество гликогена в печени изменяется в зависимости от возраста и сезона. У личинок атлантической трески на 15 сутки после вылупления в гепатоцитах был обнаружен гликоген (Hung et al., 1990). Количество синусоидов в печени личинок трески было немногочисленным в начальные периоды развития и увеличивалось в последующие (рис. 2).

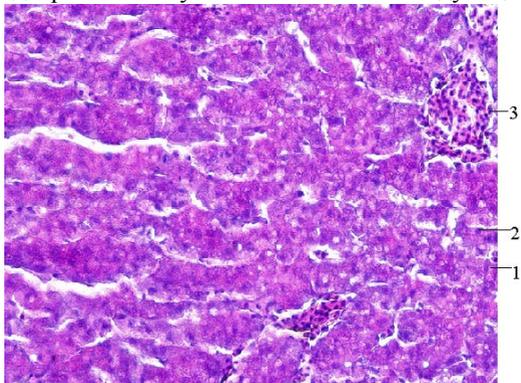


Рис. 2. Часть среза печени личинки трески в возрасте 42 дней, выращенная на Лофотенских островах. Ув. 10 x 20. Фиксатор 10% форм-655

малин. Окраска гематоксилин-эозин. 1 - гепатоциты, 2 - ядра, 3 - эритроциты

Клетки печени атлантической трески в возрасте 7, 14, 21, 28, 42, 60 дней после вылупления имели ШИК положительную реакцию, что говорит о наличии в них гликогена.

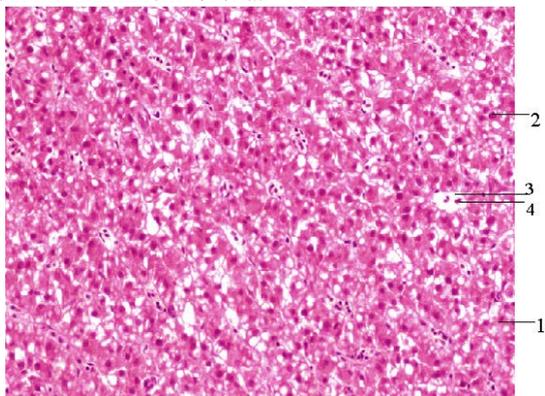


Рис. 3. Часть среза печени молоди трески в возрасте в возрасте 60 дней после вылупления. Ув. 10 x 20. Фиксатор 10% формалин. Окраска гематоксилин-эозин. 1 - гепатоциты, 2 - ядра, 3 - капилляр, 4 - эритроцит

Таким образом, печень играет ключевую роль в метаболизме и биохимическом преобразовании питательных веществ, поэтому необходимы детальные исследования строения печени трески для понимания процессов усвоения пищи, особенно в условиях ее разведения.

1. **Boulhic M., Gabaudan J.**, Histological study of the organogenesis of the digestive system and swim bladder of the docer solea, *Solea solea* (L., 1758) // *Aquaculture*. 1992. Vol. 102. P. 373-396.

2. **Elias H., Bengelsdorf H.** The structure of the liver of vertebrates // *Acta Anat. Basel*. 1952. Vol. 14. P. 27-37.

3. **Ferguson H.W.** Systematic pathology of fish // *Iowa State University Press/Ames*. 1989. P. 230-249.

4. **Geyer H J.** Die morfologie, histology en ultrastruktuur van die pancreas, lewer en galblaas van die algoeuder *Oreochromis mossambicus* (Peters) // *M.Sc. thesis, Rand Afrikaans University, South Africa*. 1989. P. 59-95.

5. **Hibiya T.** An Atlas of fish histology: normal and pathological features // *Colleg of Agriculture and veterinary medicine Nihon University, Tokyo, Japan*. 1982. P. 73-93.

6. **Hinton D.E., Lauren D.J.** Integrative histopathological approaches to detecting effects of environmental stressors on fishes. // *Am. Fish.* 1990. Symp. 8. P. 51-66.
7. **Hung S.S.O., Groff J.M., Lutes P.B., Alkins F.K.F.** Hepatic and intestinal histology of juvenile white sturgeon fed different carbohydrates // *Aquaculture.* 1990. Vol. 87. P. 349-360.
8. **Hyvaeriner H., Holopainen I.J., Piironen, J.** 1985. Anaerobic wintering of crucian carp (*Carassius carassius* L.) annual dynamics of glycogen reserves in nature // *Biochemical Physiol.* Vol. 82. P. 797-803.
9. **Leeson C.R., Leeson, T.S.** Histology, 3rd edn. // W.B. Saunders Company. 1976.
10. **Munshi J.S.D., Dutta H.M.** Fish morphology: Horizon of new research // Science publishers. Inc. U.S.A. 1996.
11. **Pedersen T., Petersen I.B.** Morphological changes during metamorphosis in rod (*Gadus morhua* L.), with particular reference to the stomach and pyloric caecal // *J. of Fish Biology.* 1992. Vol. 41. P. 449-461.
12. **Quaglia A.** Seasonal variations in the ultrastructure of the liver of the pilchard *Sardina pilchardus* Walb. // *Archo. oceanogr. limnol.* 1976. Vol. 18. P. 525-530.
13. **Ross M.H., Reith E.J., Rombell L.J.** Histology: A text and atlas, 2nd edn. // Williams and Wilkins. 1989.
14. **Solomon E.P., Berg L.R., Martin D.W., Villes C.** Biology // Saunders College Publishing. № 3rd edn. 1993.
15. **Sternberg S.S.** Histology for pathologists // Lippincott - Raven. Philadelphia. New York. № 2nd edn. 1997.

ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ МОЛОДИ ТРЕСКИ (*GADUS MORHUA* L.)

Салмова Н. А., Журавлева Н. Г. (г. Мурманск, МГТУ, Кафедра биоэкологии, e-mail: salmova.natalya@yandex.ru)

Pancreas structure of Atlantic cod juveniles is studied in the given work. Pancreas is a vitally important organ which regulates glucose level and digestion process. Pancreas of cod juveniles has a diffuse structure, situating along gut veins and consists of endo- and exocrine parts.

В странах Атлантического бассейна треска (*Gadus morhua* L., 1758) является перспективным объектом марикультуры. Однако в связи с высоким отходом трески на ранних стадиях онтогенеза

из-за неправильного размера и количества пищи, актуальное значение приобретают знания по гистологии органов пищеварения. В данной работе наибольшее внимание было уделено строению тканей таких органов пищеварения трески поджелудочная железа.

Материалы и методы

Материалом для исследования служила атлантическая треска в возрасте 14, 21, 42 суток после вылупления. Фиксаторами служили 10% формалин, Буэн. Для приготовления гистологических препаратов использованы общепринятые методики (Лилли, 1969). Материал и оборудование для исследования были предоставлены факультетом биологических наук и аквакультуры университета г. Будо, Норвегия (Nordland University, Bodo, Norway).

Срезы толщиной 3-5 мкм были сделаны на микротоме с последующей окраской гематоксилином-эозином. Была проведена ШИК-реакция. Светооптические исследования проводились с использованием микроскопа и компьютерной программы Cell[^]V.

Результаты и обсуждение

Пищеварительная система рыб, так же, как и других позвоночных животных, состоит из поджелудочной железы, печени, желудка и кишечного тракта (Kjorsvik and Rhersen, 1992).

Поджелудочная железа - это жизненно важный орган, контролирующий постоянство уровня глюкозы, а также процесс пищеварения у позвоночных. У млекопитающих, птиц и амфибий поджелудочная железа развивается из дорзальных и вентральных стенок эмбрионального кишечника, которые сливаются, формируя единое образование (Slack, 1995; Edlund, 1999).

У рыб строение поджелудочной железы различно, и зависит от вида (Youson and Al-Mahrouki, 1999). У миног панкреатические островки секретируют один гормон и рассеяны в виде фолликулов в месте перехода пищевода в кишечник. Для хрящевых рыб характерно наличие компактного органа с экзо- и эндокринной тканями и панкреатическими островками, которые выделяют только три вида гормонов. У костистых рыб поджелудочная железа представляет собой орган, состоящий из эндокринной и экзокринной частей (Pedersen and Petersen, 1992). У многих костистых рыб этот орган расположен вокруг пищеварительного тракта. У некоторых видов рыб поджелудочная железа объединена с тканями печени, в результате чего появляется так называемая структура гепатопанкреас (Hibiya, 1982).

У большинства костистых рыб поджелудочная железа начинает развиваться незадолго до дифференциации желудка и появления в нем желудочных желез (Tanaka, 1969; Govoni, 1980; O'Connell, 1981). На

этой стадии эпителиальные клетки кишечника личинок способны к пиноцитозу, а расщепление белков происходит за счет цитоплазматической лизосомальной системы (Watanabe, 1981; Watanabe, 1981; Govoni et al., 1986).

У костистых рыб панкреатические островки (островки Лангерганса) секретируют четыре вида гормонов. В соответствии с последними данными, у костистых рыб поджелудочная железа распределена диффузно в виде небольших групп клеток вдоль кишечника, либо как одно большое тело Брокмана, в котором могут обнаруживаться вторичные островки (Youson and Al-Mahrouki, 1999).

Ферменты и гормоны, секретируемые экзо- и эндокринной частями поджелудочной железы для пищеварения, отличаются в зависимости от вида рыб. Такие ферменты, как амилаза, мальтаза, лактаза и липаза секретируются экзокринной частью, а такие гормоны, как глюкагон, инсулин, соматостатин, панкреатический полипептид (PP), нейропептид Y, пептид тирозин тирозин (PYY) синтезируются эндокринной частью (Anderson and Mitchum, 1974; Pan et al., 2000; Al-Mahrouk and Youson, 1999). Это может быть связано как с различными экологическими условиями, так и с качеством и количеством пищи. Кроме того, развитие органов пищеварения инициируется в ранние периоды онтогенеза вместе с началом питания (Yoa, 1987).

Поджелудочная железа располагается возле задней части кишечника во время ранних стадий онтогенеза у некоторых видов рыб (Kjorsvik and Rhersen, 1992), в то время как у молодежи других видов рыб поджелудочная железа находится в паренхиме печени (Cataldi et al, 1987). У белокорого палтуса ткани поджелудочной железы впервые начинают формироваться в задней части печени на 20 день после вылупления (Kjorsvik and Rhersen, 1992). Однако, Т. Хибия (Hibiya, 1982) обнаружила, что эндокринные и экзокринные ткани имеют одинаковое происхождение и эти ткани развиваются во время эмбрионального периода. Сообщается (Boulhic and Gabaurden, 1992), что печень, желчный пузырь и поджелудочная железа морского языка *Solea solea* разделяются на 30 день после вылупления.

У атлантической трески, по данным Т. Педерсен и И.В. Петерсен (Pedersen and Petersen, 1992), поджелудочная железа располагается непосредственно около пилорических придатков. Клетки, формирующие поджелудочную железу, обладают базофильными и ацидофильными свойствами. У сига лудоги (*Coregonus fera*) на 10 сутки после перехода на внешнее питание в поджелудочной железе было обнаружено несколько маленьких островков Лангерганса (Loeve and Eckmann, 1988). В то время как у радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) островки Лан-

герганса приобретают свою форму только к 59 дню, и их число увеличивается в последующие периоды развития (Cinar and Enol, 2005).

Зачаток поджелудочной железы атлантической трески на гистологических срезах выявляется на первый день после вылупления, клетки поджелудочной железы начинают синтезировать трипсиноген на второй день после вылупления. Поджелудочная железа личинок атлантической трески начинает выполнять экзокринную функцию с первого дня экзогенного питания (на третий день после вылупления). При этом экзокринная часть поджелудочной железы имеет компактное строение и секретирует пищеварительные ферменты. На 14 день после вылупления панкреас личинок начинает увеличиваться в размерах (рис. 1).

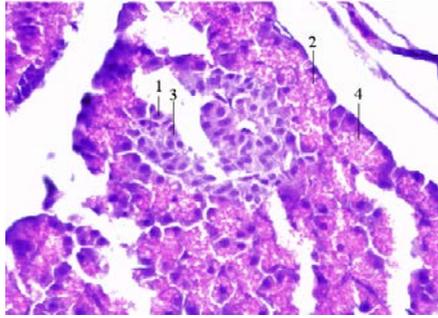


Рис. 1. Часть среза поджелудочной железы личинки трески в возрасте 14 дней. Фиксатор 10% формалин. Окраска гематоксилином Гарриса, эозином. Ув. 10 x 40. 1 - экзокринная часть, 2 - эндокринная часть, 3 - ядра, 4 - гранулы зимогена

Увеличение и диффузное расположение поджелудочной железы вдоль внешней поверхности кишечника начинается на 21 день после вылупления (рис. 2). После метаморфоза поджелудочная железа располагается вдоль вен, идущих к воротной печеночной вене от желудка, пилорических придатков, селезенки и кишечника. На этой стадии поджелудочная железа молодых рыб становится похожей по строению с диффузной поджелудочной железой взрослых рыб (Kurakava and Suzuki, 1995).

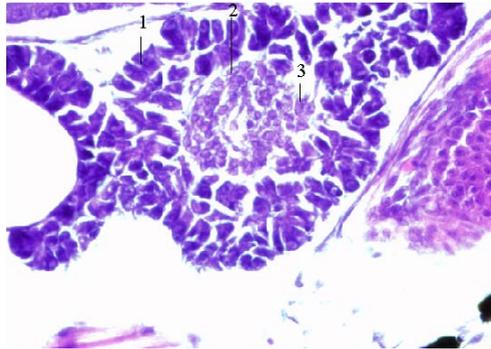


Рис. 2. Часть среза поджелудочной железы личинки трески в возрасте 21 дня. Фиксатор Буэн. Окраска гематоксилин-эозин. Ув. 10 x 60. 1 - экзокринная часть, 2 - эндокринная часть, 3 - островок Лангерганса

Было обнаружено, что поджелудочная железа также располагается вдоль вен после дифференциации вен кишечника (рис. 3). Формирование поджелудочной железы диффузного строения возможно связано с развитием системы печеночной вены и ее ветвей.



Рис. 3. Часть среза поджелудочной железы личинки трески в возрасте 42 дней. Окраска гематоксилин-эозин. Ув. 10 x 40. 1 - экзокринная часть, 2 - эндокринная часть, 3 - кишечник, 4 - печень, 5 - плавательный пузырь

Развитие диффузной поджелудочной железы заканчивается после завершения метаморфоза, во время развития желез в желудке. В это время пищеварительная система атлантической трески становится похожей на таковую у взрослых рыб.

Известно, что у личинок морского окуня (*Dicentrarchus labrax*), содержащихся на искусственной диете, не наблюдалось секреции пан-

креатических ферментов, несмотря на то, что пищеварительный тракт был всегда полон (Beccaria et.al.,1991). Личинки полосатого окуня (*Morone saxatilis*) могут выращиваться с использованием науплий артемии (Baragi and Lovell, 1986). Искусственные корма хорошо усваиваются мальками рыб, но не личинками (Graff and Sorenson, 1970; Braid and Shell, 1981; Baragi and Lovell, 1986; Beccaria et.al.,1991). Эти наблюдения свидетельствуют о том, что искусственные корма у личинок не приводят к выработке ферментов, однако в зоопланктоне содержатся вещества, которые стимулируют выделение пищеварительных ферментов поджелудочной железой личинок.

Механизмы регуляции выработки ферментов поджелудочной железой отличаются у личинок и взрослых рыб. При разработке искусственных диет необходимо понимание механизмов, за счет которых происходит выработка пищеварительных ферментов у личинок.

Литература:

1. **Anderson B.G., Mitchum D.L.** Atlas of trout histology // Wyoming game fish Department Bulletin. U.S.A. 1974. Vol. 13. P. 213-245.
2. **Baragi V., Lovell R.T.** Digestive enzyme activities in striped bass from first feeding through larva development // Trans. Am. Fish. Soc. 1986. Vol. 115. P. 478-484.
3. **Beccaria C., Diaz J.P., Connes R.** Effects of dietary conditions of the exocrine pancreas of the sea bass *Dicentrarchus labrax* L. // Aquaculture. 1991. Vol. 101. P. 163-176.
4. **Boulhic M., Gabaudan J.** Histological study of the organogenesis of the digestive system and swim bladder of the docer solea, *Solea solea* (L., 1758) // Aquaculture. 1992. Vol. 102. P. 373-396.
5. **Braid M.R., Shell E.W.** Incidence of cannibalism among striped bass fry in an intensive culture system // Prog. Fish-Cult. 1981. Vol. 43. P. 210-212.
6. **Cataldi E., Cataudella S., Monaco G., Rossi A., Tancioni. A** study of the histology and morphology of the digestive tract of the sea-bream, *Sparus aurata* // Journal of fish biology. 1987. Vol. 30 P. 135-145.
7. **Cinar K., Senol N.** Development of the liver and pancreas in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // Department of Biology. Süleyman Demirel University. Isparta, Turkey. 2005. P. 23-29.
8. **Edlund H.** Pancreas: how to get there from the gut? // Curr. Opin. Cell Biol. 1999. Vol. 11. P. 663-668
9. **Govoni J.J.** Morphological, histological and functional aspects of alimentary canal and associated organ development in larval *Lriostomus xunthurus* // Rev. Can. Biol. 1980. Vol. 39. P. 69-80.

10. **Govoni J.J., Boehlert G.W., Watanabe Y.** The physiology of digestion in fish larvae // *Env. Biol. Fish.* 1986. Vol. 16. P. 59-77.
11. **Graff D.R., Sorenson L.** The successful feeding of a dry diet to esocids // *Prog. Fish-Cult.* 1970. Vol. 32. P. 31-35.
12. Hibiya T. An Atlas of fish histology: normal and pathological features // Colleg of Agriculture and veterinary medicine Nihon University, Tokyo, Japan. 1982. P. 73-93.
13. **Kjorsvik E., Rehersen A.L.** Histomorphology of the early yolk-sac larva of the atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) an indication of the timing of functionality // *J. of Fish biol.* 1992. Vol. 41. P. 1-19.
14. **Kurokawa T., Suzuki T.** Structure of the exocrine pancreas of flounder (*Parulichthys oliuuceus*): immunological localization of zymogen granules in the digestive tract using anti-trypsinogen antibody // *J. Fish Biol.* 1995. Vol. 46. P. 292-301.
15. **Loeve H., Eckmann R.** The ontogeny of the alimentary tract of coregonid larvae: normal development // *J. of Fish biol.* 1988. Vol. 33. P. 841-850.
16. **O'Connell C.P.** Development of organ systems in the northern anchovy *Engraulis mordax*, and other teleosts // *Am. Zool.* 1981. Vol. 21. P. 429-446.
17. **Pan Q.S., Fang Z.P., Huang F.J.** Identification, localization and morphology of APUD cells in gastroenteropancreatic system of stomach containing teleosts // *Journal Gastroenterol.* 2000. Vol. 6(6). P. 842-847.
18. **Pedersen T., Petersen I.B.** Morphological changes during metamorphosis in rod (*Gadus morhua* L.), with particular reference to the stomach and pyloric caecal // *J. of Fish Biology.* 1992. Vol. 41. P. 449-461.
19. **Slack J.M.** Developmental biology of the pancreas // *Development.* 1995. Vol. 121. P. 1569-1580.
20. **Tanaka M.** Studies on the structure and function of the digestive system in teleost larvae - II. Characteristics of the digestive system in larvae at the stage of first feeding // *Jap. J. Ichthyol.* 1969. Vol. 16. P. 41-49.
21. **Yao C.** A study of the histology and morphology of the liver and pancreas of the chinese paddle fish *Psephrus gladius* (Martens) // *Acta-Hydrobiol.* 1987. Vol. 11. P. 21-26.
22. **Youson J.H., Al-Mahrouki A.A.** Ontogenetic and phylogenetic development of the endocrine pancreas (islet organ) in fish // *Gen. Comp. Endocrinol.* 1999. Vol. 116. P. 303-335.
23. **Watanabe Y.** Ingestion of horseradish peroxidase by the intestinal cells in larvae or juveniles of some teleosts // *Bull. Jap. Sot. Sci. Fish.* 1981. Vol. 47. P. 1299-1307.

Микробиология

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИГОДНОСТИ МИДИЙ *MYTILUS EDULIS* LINNE, ОБИТАЮЩИХ НА ЛИТОРАЛИ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА В ПИЩУ НА ОСНОВЕ САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Перетрухина И. В., Узбекова О. Р. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии, E-mail: olyauzbekova@gmail.com)

Mussels *Mytilus edulis* L. living on littoral of Kola bay were analyzed with sanitary and microbiological techniques. Dynamics of sanitary-indicative microorganisms depending on periods of storage was investigated at various ways of technological processing of mussels. It is revealed, that it is safe to use in the food only cooked-frozen production about 7 days of storage.

Мидии часто употребляют в пищу, так как их мясо обладает прекрасными вкусовыми качествами и по питательной ценности может быть сравнимо с мясом сельскохозяйственных животных. Также мясо мидий обладает лечебными свойствами, оказывает положительное действие на обмен веществ и повышение тонуса организма (Промышленное разведение..., 2004).

Но не стоит забывать, что мидии являются фильтраторами водоемов и обладают высокой устойчивостью к различным видам загрязнения. Благодаря значительной аккумуляции загрязняющих веществ в организме при относительно низкой их концентрации в морской воде, двустворчатые моллюски часто используются в качестве биоиндикаторов загрязненности морской воды тяжелыми металлами, нефтяными углеводородами и пестицидами (Goldberg, 1986; Lakshmanan, 1989), что делает возможным использование мидий в пищевой промышленности.

Использование морских экосистем в экотехнологии находится на начальном этапе своего развития, что связано с большими сложностями по сравнению с использованием пресных замкнутых и полужамкнутых водоемов, более доступных для управления.

Интенсивно исследуется возможность применения аквакультуры мидий, как естественный мощный биофильтр, не имеющий себе равных по производительности, качеству очистки и экономичности. Возникает вопрос в отношении использования функционального потенциала мидий в пищевой промышленности. Для решения этого вопроса необходимо провести комплекс фундаментальных исследований данного вида. Один из этапов наших исследований включает в себя их санитарно-микробиологический анализ.

Целью данной работы является определение пригодности мидий *Mytilus edulis L.*, обитающих на литорали Кольского залива в пищевом отношении на основе динамики санитарно-показательных микроорганизмов в зависимости от сроков хранения при различных способах технологической обработки.

В связи с поставленной целью, необходимо решить следующие задачи:

1. Определить изменения количества мезофильных аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов (МАФАнМ) в мясе мидий, подвергшемся различным способам технологической обработки в зависимости от сроков хранения продукта;

2. Определить наличие бактерий группы кишечных палочек (БГКП), бактерии родов *Staphylococcus*, *Salmonella*, энтерококков и сульфитредуцирующие клостридии в мясе мидий, подвергшемся различным способам технологической обработки в зависимости от сроков хранения продукта;

3. На основании полученных данных определить пригодность мяса мидий и продуктов из него в пищевом отношении и установить сроки их хранения.

Мидии отбирались с трех станций - литорали мыса Притыка, литорали пос. Белокаменка и литорали пос. Ретинское.

Станция 1 (ст. 1) - Мыс Притыка, располагается в южном колене Кольского залива. Рядом находится устье реки Колы, несущей загрязнения различного характера с береговых предприятий. Неподалеку находится коллектор, выносящий канализационные бытовые стоки (Вестник МГТУ, 2006).

Станция 2 (ст. 2) - бухта Белокаменка располагается на западном берегу в среднем колене Кольского залива. Белокаменка – наиболее удаленная от урбанистического воздействия точка. Состояние биоты губы Белокаменка можно считать относительно благополучным на фоне продолжающейся деградации биоты среднего колена (Шошина и др., 1994). Наблюдается относительно небольшой уровень загрязнения (Современное экологическое состояние..., 1992).

Станция 3 (ст. 3) – бухта Ретинская располагается в Мурманской области, на западном берегу в северном колене Кольского залива. Рядом с посёлком в акватории Кольского залива брошено 17 судов. Так же недалеко от бухты находится выход в Баренцево море.

Пробы мидий для данной работы отбирали в октябре - декабре 2010 года в Кольском заливе с помощью стерильной посуды в светлое время суток в последнюю фазу отлива.

Перед посевом мидии вскрывали, перерезая мускулы-замыкатели стерильным скальпелем. Мясо переносили в асептических условиях в стерильную ступку и растирали пестиком. Затем 1 г пробы помещали в

пробирку с 9 мл стерильной морской воды для приготовления разведений. Далее посев производили в соответствии с СанПиН 2.3.3.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» для живых, мороженных и варено-мороженных (В-М) мидий.

Методики посевов производили в соответствии с ГОСТ:

– Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (МАФАнМ) (ГОСТ 10444.15-94);

– Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) (ГОСТ Р 52816-2007);

– Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus* (ГОСТ Р 52815-2007);

– Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella* (ГОСТ Р 52814-2007);

– Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества сульфитредуцирующих клостридий (ГОСТ 29185-91);

– Продукты пищевые. Метод выявления и определения количества энтерококков (ГОСТ 28566-90).

Результаты и обсуждение.

При определении количества МАФАнМ в мясе живых мидий было выявлено не соответствие нормативам СанПиН 2.3.3.1078-01. Полученные данные МАФАнМ (рис.1) варьировали в пределах от $0,17 \cdot 10^5$ до $3 \cdot 10^5$ клеток на 1г продукта, что превышает нормативы на 2 порядка.

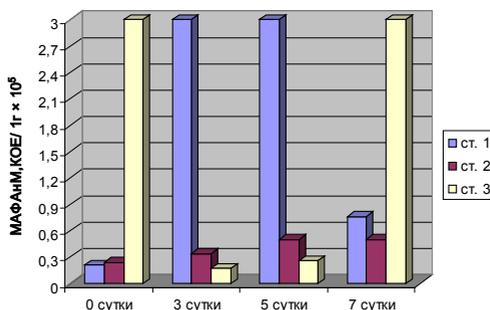


Рис. 1. Изменение МАФАнМ в мясе живых мидий со всех станций при различных сроках хранения.

При исследовании этого же показателя в мороженой продукции из мидий было обнаружено, что количество бактериальных клеток изменялось в зависимости от места вылова и сроков хранения (рис. 2). Например, в пробах со ст. 2 количество микроорганизмов уменьшалось при увеличении сроков хранения, и на седьмые сутки показатель соответствовал нормативно-технической документации (НТД). Это может быть связано с тем, что в свежевывловленных мидиях МАФАНМ если и превышают нормативы, то не на много (в пределах одного порядка), поэтому в течение заморозки и хранения продукта бактерии переходят в состояние анабиоза и остаются единичные жизнеспособные клетки. В пробах ст. 1 и ст. 3 тенденция была обратной, при соответствии НТД показателей МАФАНМ в мороженой продукции, количество микроорганизмов резко возрастало уже на пятые сутки хранения и достигало более $3 \cdot 10^5$ клеток на 1г. Возможно микрофлора мидий, выловленных на этих станциях, оказалась более устойчивой и приспособившейся к изменениям внешних факторов.

В-М продукт (рис. 3), изготовленный из мидий, выловленных на ст. 2 и ст. 3, на всем периоде хранения соответствовал НТД. Продукт со ст. 1 был пригоден к употреблению только на третьи сутки.

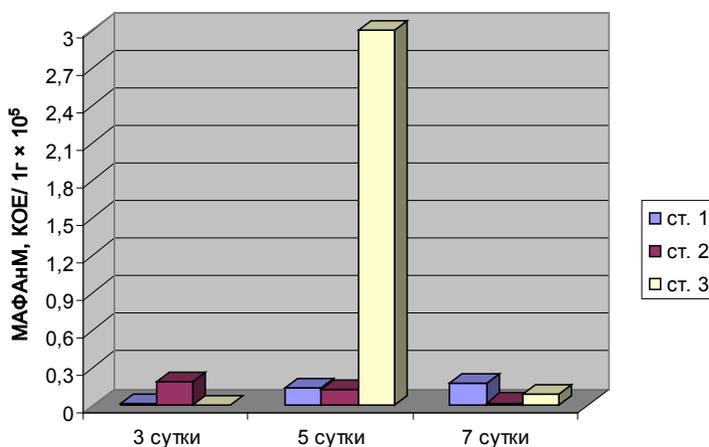


Рис. 2. Изменение МАФАНМ в мясе мороженых мидий со ст. 1, ст. 2 и ст. 3 при различных сроках хранения.

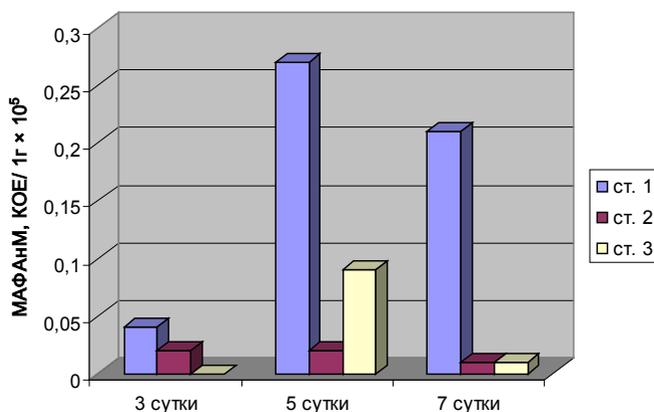


Рис. 3. Изменение МАФАнМ в мясе В-М мидий со ст. 1, ст. 2 и ст. 3 при различных сроках хранения.

При определении наличия БГКП, их присутствие наблюдалось во всех пробах живых образцов, что может быть показателем свежего фекального загрязнения. В мороженных мидиях показатель зависел от сроков хранения. Наличие микроорганизмов данной группы определялось на третьи и пятые сутки хранения продукта, и только в пробах со ст. 1 их присутствие было обнаружено на протяжении всего периода хранения. Возможно, в данном случае питательные вещества стали лимитирующим фактором, количество которых уменьшается с увеличением сроков хранения, что в свою очередь привело к отмиранию микробных клеток.

В В-М продукции БГКП на ст. 2 и ст. 3 отсутствуют, а на ст. 1 присутствуют в пробах при всех сроках хранения. Такая тенденция схожа с показателями значений МАФАнМ в этой продукции.

Обследование мяса мидий на наличие бактерии рода *Salmonella* и *S. aureus* не дало положительных результатов во всех пробах продукции на протяжении всего срока хранения.

Показатель сульфитредуцирующих кластридий в В-М мясе мидий согласно НТД определяется в 1г продукта, в мороженных мидиях не определяется вообще, а в живых мидиях - не должно быть в 0,1 г. В нашем случае кластридии обнаруживались повсеместно в В-М продукции и не обнаруживались в живой. Вероятно, это может быть связано именно с объемом исследуемого материала, так как при посеве 0,1 г В-М продукта кластридии также не выявлялись.

Бактерии рода *Enterococcus* отсутствовали в пробах В-М продукции, в то время как в живых мидиях их наличие определялось на всех

сроках хранения, что может свидетельствовать о стойком фекальном загрязнении литорали Кольского залива.

Живые мидии, обладая мощными фильтрационными способностями, аккумулируют в себе элементы загрязнения окружающей среды, в том числе органического происхождения. Так как индикатором подобного загрязнения являются микроорганизмы, то их динамика и тенденция к росту в мясе мидий может свидетельствовать не только о качестве сырья, но и о трофности вод региона их обитания.

Количество МАФАНМ и наличие показателей фекального загрязнения, таких как БГКП и бактерии рода *Enterococcus*, ясно указывают на загрязнение органического происхождения вод исследованного региона. К тому же БГКП стойко сохраняются при всех сроках хранения и любой термической обработке в мидиях, выловленных со ст. 1, что требует дальнейших исследований. К употреблению в пищу пригодна была только В-М продукция из мидий, выловленных с других станций.

Определение наличия сульфитредуцирующих клостридий безусловно требует дополнительных экспериментов. Нами также рекомендуется ужесточить контроль данного показателя в живых мидиях и не использовать вакуумную упаковку при хранении В-М продукции, так как клостридии являются не только индикатором антропогенной нагрузки на водную экосистему, но и возбудителями токсикоинфекций.

Таким образом, по предварительной санитарно-микробиологической оценке, безопасна в пищевом отношении является только В-М продукция до 7-и суток хранения из мидий, выловленных на литорали Кольского залива.

Литература:

1. **Перетрухина, И.В.** Определение скоростей биodeградации нефтяных углеводородов / И.В. Перетрухина и др. // Вестник МГТУ. – Мурманск, 2006. Т. 9, №5. – С. 828-832.
2. Промышленное разведение мидий и устриц / Ред. - сост. И.Г. Жиликова. - М.: ООО Издательство АСТ; Донецк: Сталкер, 2004. – 110 с.: ил.
3. Современное экологическое состояние бухты Белокаменка Кольского залива и прилегающей территории: (Экол. справка в связи с их пром. освоением) / ММБИ КНЦ РАН - препр. - Апатиты, 1992. -58 с.: ил., табл..
4. **Шошина, Е. В., Воскобойников Г.М., Макаров В.Н.** Оценка состояния пояса макрофитов губы Териберская Баренцева моря (Материалы к ОВОС проектных решений разработки Штокмановского

газоконденсатного месторождения): Препр. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1994. - 28 с.

5. **Goldberg, E. D.** The mussel watch concept // Environ. Monit. Asses, 1986.- Vol.7, N. 1, P. 91-103.

6. **Lakshmanan, P. T., Nambisan P. N. K.** Bioaccumulation and depuration of some trace metals in the mussel, *Perna viridis* (Linnaeus) // Bull. Environ. Contam. and Toxicol. 1989. Vol. 43, N. 1, P. 131-138.

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ СТОЧНЫХ ВОД

Богданова О. Ю., Макаревич Е. В., Новикова А. Н., Моисеева Р. И.
(г. Мурманск, МГТУ, кафедра Микробиологии, e-mail: *mak-len73@yandex.ru*)

The biodiversity of sewage treatment facilities water and overall performance of a construction is researched. After disinfection only individual colonies of not pathogenic microorganisms have been found out, but during the summer period overall performance of sewage treatment facilities is worse.

Из-за плохой очистки сточных вод, когда количество кишечной палочки превышает допустимый уровень в несколько раз, нагрузка на водоемы становится слишком большой. В сложившейся ситуации полного процесса самоочищения водоема не происходит.

Научная новизна работы состоит в том, что исследование биоразнообразия микроорганизмов сточных вод на КОС поселка Молочный на разных стадиях очистки проведено впервые.

Цели и задачи работы: Основной целью работы явилась оценка качественного состава сточных вод до очистки, после биофильтров и после дезинфекции хлором на очистном сооружении поселка Молочный.

В соответствии с этим были поставлены следующие задачи:

- определить процентное соотношение Гр+ и Гр- микрофлоры;
- определить видовой состав сточных вод на разных стадиях очистки;
- определить эффективность очистки;
- рассчитать индекс видового разнообразия.

Пробы для определения наличия кишечной палочки отбирались до и после очистных сооружений: КОС п. Молочный; КОС п. Шонгуй; КОС п. Кильдинстрой; КОС п. Верхнетуломский и КОС п. Мурмаши – 3. На данных сооружениях происходит очистка вод реки Кола от хозяйственно-бытовых отходов. Однако, в связи с удовлетворительной очисткой в осеннее – зимний период и плохой – в весеннее – летний, про-

исходит большой сброс микробной биомассы в реку. В связи с этим, процесс самоочищения происходит не полностью, что приводит к изменению экосистемы реки Кола.

Фракцию органического вещества составляют главным образом углеводы, белки, мочевины и жироподобные вещества, преимущественно детергенты из мыла и моющих средств. Неорганические компоненты происходят отчасти из питьевых отходов и поверхностных стоков. Среди микробных компонентов сточных вод доминируют непатогенные бактерии, главным образом *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae* и *Zoogloca ramigera*. Индикатор фекального загрязнения – *Escherichia coli* – составляет по численности менее 1% этого бактериального сообщества. Патогенные бактерии присутствуют лишь в очень незначительном количестве.

Схема очистки сточных вод с помощью активного ила состоит из 4 этапов:

1. Удаление твердых включений (механическая обработка, осаждение). Суть механического метода очистки стоков заключается в технологии отстаивания и фильтрации сточных вод, при которой удаляются механические компоненты.

2. Биологическое окисление органических загрязнений (микробиологическая обработка, собственно процесс активированного ила) представляет интенсифицированную модель процессов, происходящих в природных водоемах при попадании в них избытка органических соединений.

3. Химическое и/или биологическое удаление неорганических загрязнений (доочистка);

4. Обеззараживание (хлорирование, озонирование). применяется довольно редко для уничтожения остающихся после очистки патогенных бактерий и вирусов и обычно в тех случаях, когда очищенная, так называемая оборотная вода, используется для технических нужд.

Объектами исследования явились: сточная вода, поступающая на КОС поселка Молочный; вода до и после КОС п. Шонгуй, КОС п. Кильдинстрой, КОС п. Верхнетуломский, КОС п. Мурмаши – 3, КОС п. Кильдинстрой.

КОС поселка Молочный:

Биологическое разнообразие на разных стадиях очистки и оценка качества очистки сточных вод.

Первая проба

Рис. 2. Биоразнообразии на разных стадиях очистки

Из графика на рис. 2 видно, что количество непатогенных бактерий увеличивается после биофильтров и снижается после дезинфекции хлором. Можно сделать вывод, что непатогенные бактерии входят в состав активного ила биофильтров. Количество *Pseudomonas*, *Escherichia coli* и *Bacillus cereus* снижается после биофильтров, а после дезинфекции хлором они полностью исчезают. После дезинфекции хлором остается незначительное количество непатогенных бактерий, следовательно, можно сказать о хорошей степени очистки сточных вод.

Вторая проба

Рис. 3. Биоразнообразии на разных стадиях очистки

Количество *Pseudomonas*, *Escherichia coli* и *Bacillus cereus* снижается после биофильтров, а после дезинфекции хлором они почти полностью исчезают. Так же снижается количество протея, непатогенные бактерии присутствуют в незначительном количестве. Степень очистки

сточных вод хорошая, так как после дезинфекции хлором микроорганизмы присутствуют в небольших концентрациях.

Соотношение Гр+ и Гр- микрофлоры

Первая проба

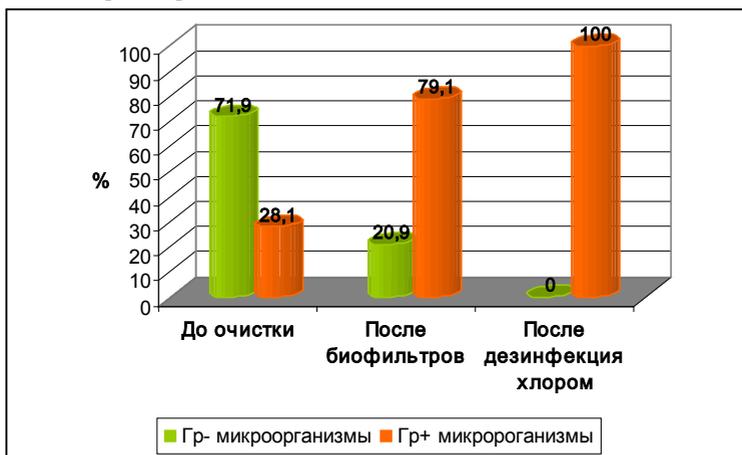


Рис. 4. Соотношение Гр+ и Гр- микрофлоры

Из рис. 4 видно, что в пробе до очистки преобладают Гр- микроорганизмы, а после биофильтров – Гр+ микроорганизмы. После дезинфекции хлором Гр- флора была полностью подавлена.

Вторая проба

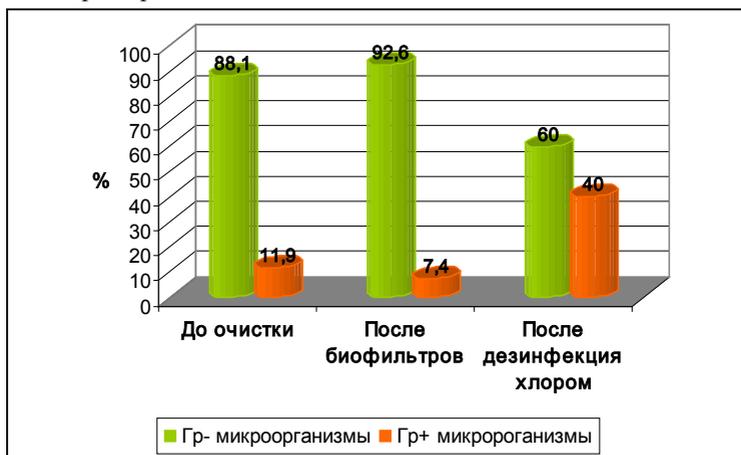


Рис. 5 Соотношение Гр+ и Гр- микрофлоры

Из графических данных, представленных на рис. 5 следует, что в пробе до очистки преобладают Гр- микроорганизмы, после дезинфекции их количество незначительно увеличивается, но после дезинфекции хлором снова снижается. Количество Гр+ микроорганизмов после дезинфекции увеличивается.

Эффективность очистки

Рис. 6. Эффективность очистки

Из рис. 6 видно, что количество микроорганизмов незначительно снижается после применения биофильтров. Действие хлора позволяет достичь резкого снижения численности бактерий, что свидетельствует о высоком уровне эффективности очистки.

Выводы

1. Выявлено, что эффективность работы очистных сооружений в поселке Молочный хорошая, так как после дезинфекции обнаружены лишь единичные колонии непатогенных микроорганизмов;
2. Установлено, что после дезинфекции хлором в сточной воде преобладает Гр + микрофлора;
3. Отмечено, что численность *Escherichia coli* резко снижается в пробах, взятых после биофильтров, но полностью кишечная палочка уничтожается только при дезинфекции хлором;
4. Определено, что представители рода *Bacillus* не только выживают в сточной воде после дезинфекции хлором, но и иногда являются единственными ее обитателями.

Литература:

1. **Калицун, В. И.** Лабораторный практикум по канализации: (для вузов по специальности «Водоснабжение и канализация» и «Очистка природных и сточных вод») / В. И. Калицун, Ю. М. Ласков; отв. ред С. В. Яковлев.-Москва: Стройиздат, 1978.-125 с.
2. **Медведев, Г. П.** Подготовка к обезвоживанию и центрифугированию осадков сточных вод / Г. П. Медведев; Л.: ЛИСИ, 1983 - 55 с.
3. **Мудрецова–Висс, К. А., Кудряшова А. А., Дедюхина В. П.** Микробиология, санитария и гигиена / К. А. Мудрецова–Висс, А. А. Кудряшова, В. П. Дедюхина. -М., 2001.-367 с.
4. Очистка сточных вод = Spildevandsrensning, biologisk og kemisk: биол. и хим. процессы / Хенце М. (и др.); пер. с англ. Т. П. Мосоловой; под ред. С. В. Калужного. –М.: Мир, 2004.-480 с.
5. **Яковлев, С. В. Воронов, Ю. В.** Водоотведение и очистка сточных вод / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов: учебник – Москва: Инфра-М, 2006 – 704 с.
6. **Barman, R. D., Fdrian, G. W., Tillman, D. C.** Water Reclamation in los Angeles, Journal of the Enviromental Engineering Division, Proceeding of the Am / R. D. Barman, G. W. Fdrian, D. C. Tillman – Society of Civil Eng., 1986 – 234 p.
7. **Bouwer, Herman.** Renovating Municipal Wastewater by Higt-rate Infiltration for Groung-water Recharge / Bouwer, Herman – Journal American Water Works Association, 1992 – 23 p.
8. Drinking water standards and Cuidelines, water supply division – Environmen Protection Agency, 1974-124 p.
9. **Linstedt, K. D., Miller, K. J., Bennett, E. R.** Metropolitan succesive use of Fvailable water / K. D. Linstedt, K. J. Miller, E. R. Bennett - Journal American Water Works Association, 2000 – 424 p.
10. Standart methods for the examination of water and wastewater, 13 th edition-American Public Heaith Association and water Pollution Control Federation, 1971-543 p.

**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ГОНАД
И ОЦЕНКА ПЛОДОВИТОСТИ ГОЛОТУРИИ *CUCUMARIA
FRONDOSA* БАРЕНЦЕВА МОРЯ**

Быкова А. В. Мурманск, 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 возникает необходимость изучения репродуктивного цикла этого объекта в различные сезоны.

Cucumaria frondosa относится к типу Иглокожих *Echinodermata*, классу Голотурий *Holothuroidea*, отряду Древовиднощупальцевых *Dendrochirotida*, семейству *Cucumariidae*, роду *Cucumaria*.

Цель исследований состояла в изучении репродуктивного цикла самок промысловой голотурии Баренцева моря.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- изучить морфологию гонад и клеточный состав половых трубочек;
- выявить стадии зрелости яичников;
- исследовать сезонную динамику развития гонад;
- оценить плодовитость у среднеразмерных особей.

В основу настоящей работы положены материалы, собранные в различных районах Баренцева моря научно-промысловыми рейсами ПИНРО и рыболовецкими судами в различные сезоны.

В основном голотурии *C. frondosa* раздельнополые животные. 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 гонад самок кукумари Баренцева моря в репродуктивном цикле выделено 5 стадий развития: восстановления, роста, созревания, зрелости и посленерестовая. Необходимо отметить, что границы между стадиями определяются условно и перекрываются.

В начале лета большинство самок имеют гонады на стадии V. Идентификация этой стадии зрелости не вызывает затруднений, так как после нереста половые трубочки спадают. Стенка трубочек неровная. Половые трубочки яичника содержат половые клетки разных фаз развития. Резорбции подвергаются ооциты различного диаметра.

В июле и августе происходит восстановление гонад, начинается процесс гаметогенеза. Стенка трубочек утолщается. Толщина ее 190-200 мкм, 260-280 мкм, в отдельных участках достигает максимальных в годовом цикле размеров 345-350 мкм. На поперечных срезах трубочек

заметна складчатость их стенок. Вдоль внутренней поверхности трубочек появляются оогонии.

Полость трубочек гонады заполнена ооцитами округлой и овальной формы. Большой частью это превителлогенные ооциты – фазы цитоплазматического роста и фазы первоначального накопления полисахаридов. Ооциты цитоплазматического роста имеют базофильно окрашенную цитоплазму. Вителлогенные ооциты немногочисленны. В ядрах половых клеток содержится от 3 до 6 ядрышек. Половые клетки окружены фолликулярными клетками. В основном резорбции подвергаются превителлогенные ооциты.

В осенний период в гонадах продолжаются восстановительные процессы, и начинается стадия накопления и дифференциации гамет. Половые трубочки имеют максимальную толщину стенки - 250-350 мкм. В сентябре и октябре вдоль стенки половых трубочек располагаются оогонии и ооциты цитоплазматического роста размерами от 30 до 210 мкм. В просвете трубочек обнаружены превителлогенные ооциты промежуточных размеров. Цитоплазма их имеет зернистую структуру, ядро округлое с небольшим количеством ядрышек. Развивающиеся ооциты окружены тонкой оболочкой из фолликулярных клеток. Наблюдается резорбция как превителлогенных, так и вителлогенных ооцитов.

В ноябре увеличивается диаметр гонадных трубочек, оогонии отсутствуют, происходит количественное уменьшение ооцитов начальных этапов роста и повышается содержание вителлогенных ооцитов диаметром 475-675 мкм. В больших в сечении трубочках имеются крупные половые клетки, значительная часть которых подвергается резорбции.

Состояние гонад у самок, описанное для осени, в целом характерно для зимних месяцев. Клеточный состав не претерпевает значительных изменений. Часты картины резорбции гамет. К концу зимы толщина стенки трубочек уменьшается до 170-215 мкм, мелкие половые клетки диаметром 25-75 мкм не обнаружены. В ядрах превителлогенных ооцитов насчитывается большое количество ядрышек от 5 до 10, что говорит об активных синтетических процессах. Ооциты окружены фолликулярными клетками.

Весной половые трубочки имеют максимальный диаметр и минимальную толщину стенки 50-80 мкм. К концу марта – началу апреля просвет трубочек в основном заполнен ооцитами диаметром 475-675 мкм. В апреле – мае стенки половых трубочек предельно истончены. Вителлогенные ооциты диаметром 700-900 мкм составляют 40-60 % от общего количества половых клеток в гонаде. Присутствуют ооциты предыдущих фаз развития.

В репродуктивном цикле самок голотурии *Cucumaria frondosa* Баренцева моря самой непродолжительной является посленерестовая стадия (V стадия зрелости). У большинства особей она начинается в мае и заканчивается в июне. Летом осуществляется восстановление гонад, начинается новая волна гаметогенеза. С июля по август и с сентября по октябрь отмечено возрастание числа оогоний и растущих ооцитов. Самой длительной в годовом цикле является стадия роста (II стадия зрелости), обычно она начинается в сентябре и продолжается по февраль. Самки в преднерестовом состоянии (III стадия зрелости) встречаются с февраля по апрель, а с апреля по май происходит нерест (IV стадия зрелости). Следует отметить, что в гонадах баренцевоморской голотурии после нереста остаются половые клетки на разных стадиях развития. Кроме того, на протяжении всего года в яичниках постоянно происходят процессы резорбции как вителлогенных, так и превителлогенных ооцитов.

Плодовитость – очень важный параметр репродуктивной стратегии вида и показатель условий существования вида в определенном местообитании. Исследования по плодовитости морских беспозвоночных необходимы для анализа состояния популяции.

Индивидуальной плодовитостью голотурий, как и любых других морских животных с наружным оплодотворением, следует считать количество ооцитов, выметанное за сезон размножения, которое приходится в среднем на одну половозрелую самку.

Индивидуальная абсолютная плодовитость у среднеразмерных особей с массой кожно-мышечного мешка 150-200 г составила 60-150 тыс. ооцитов на гонаду. В пересчете на ооциты диаметром 700-900 мкм плодовитость составила 8,6-31,4 тыс. клеток.

У *C. frondosa* с Атлантического побережья Канады плодовитость достигает максимального значения у животных с массой кожно-мышечного мешка 180-250 г и составляет 8-12 тыс. клеток (Hamel, Mercier, 1996), а у этого же вида из Балсфьорда (Норвегия) годовая продукция яйцеклеток составляет от 1000 до 10000 штук (Falk-Petersen, 1982). Подобные факты, возможно, отражают различие методов при определении данного параметра, характеризуют разнородность исходного материала, а также предполагают необходимость проверки соответствия всех исследованных образцов одной таксономической единице – *C. frondosa* (Гудимова, 1998).

Необходимо отметить, что относительно невысокая плодовитость у кукумари, по сравнению с другими донными беспозвоночными, компенсируется наличием планктонной личинки лецитотрофного типа, что,

в общем, повышает эффективность размножения этих животных и способствует успешному расселению их потомства.

Литература:

1. **Гудимова, Е.Н.** Голотурия *Cucumaria frondosa* (Gunner, 1776) / Е.Н. Гудимова // Промысловые и перспективные для использования водоросли и беспозвоночные Баренцева и Белого морей / КНЦ РАН. - Апатиты, 1998. - С. 453-528.
2. **Falk-Petersen, I.-B.** Breeding season and egg morphology of echinoderms in Balsfjorden, Northern Norway / I.-B. Falk-Petersen // Sarsia. – 1982. – V. 67, № 4. - P. 215-221.
3. **Hamel, J.-F.** Studies on the reproductive biology of Atlantic sea cucumber *Cucumaria frondosa* / J.-F. Hamel, A. Mercier// SPC Beche-de-mer Information Bulletin. – 1996. - V. 8. - P. 22-33.

**САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
СОСТОЯНИЯ ПОЧВ Г. МУРМАНСКА**

Гераськин В. С. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии*)

Почва является одним из компонентов окружающей среды, которой находится в постоянном взаимодействии с организмом человека. Занимая центральное место в биосфере на пересечении всех путей миграции химических веществ в окружающей среде и являясь начальным звеном всех трофических цепей, загрязненная почва может стать источником вторичного загрязнения атмосферного воздуха, водоемов, подземных вод, продуктов питания растительного происхождения и кормов животных и тем самым влиять на эколого-гигиеническую обстановку в целом.

С гигиенических позиций особое беспокойство вызывает усиление негативного антропогенного воздействия на состояние почвы населенных мест, что особенно проявляется в крупных мегаполисах. Загрязнение почв химическими элементами, особенно в индустриально развитых регионах, может достигать таких уровней, которые могут быть классифицированы как искусственные биогеохимические провинции.

Опасность химического загрязнения усугубляется биологическим загрязнением почв. Полученные данные свидетельствуют о том, что в условиях индустриального города существует опасность неблагоприятного комплексного и комбинированного воздействия химических и биологических факторов загрязнения почв на здоровье, прежде всего детского населения. Необходимо учитывать, что с увеличением химиче-

ской нагрузки возрастает значимость почвы как фактора передачи паразитарных и инфекционных заболеваний. Установлено, что патогенные энтеробактерии и яйца гельминтов более устойчивы к химическому загрязнению почвы, чем представители истинно почвенных микроорганизмов – антагонистов кишечной палочки.

Почва обладает высокой буферной способностью, т.е. долгое время может не изменять своих свойств под воздействием загрязнителей. Тем не менее, в городе это один из самых загрязненных компонентов среды. Почвы городских экосистем характеризуются неравномерным профилем, сильным уплотнением, изменением рН в сторону подщелачивания, загрязнением различными токсическими веществами.

Почвенные микроорганизмы составляют значительную часть любой биосистемы – экологической системы, включающей почву, косное (неживое) и биокосное (живое или произведенное живыми организмами) вещества – и активно участвуют в ее жизнедеятельности.

Микроорганизмы почв обладают высокой чувствительностью к антропогенному воздействию, и в городских условиях их состав сильно меняется. Поэтому они являются хорошими индикаторами загрязненности окружающей среды. Так, по виду микрофлоры, преимущественно обитающей (или, наоборот, отсутствующей) на данной территории, можно определить не только степень загрязнения, но и его вид (какое именно загрязняющее вещество превалирует на данном участке).

Вместе с тем, микроорганизмы сами являются очистителями окружающей среды. Дело в том, что питательными веществами для многих бактерий являются абсолютно несъедобные для высших организмов вещества. В большинстве случаев данные вещества (такие, как нефть, метан и т.п.) являются для таких бактерий прямыми источниками энергии, без которой они не выживут. В некоторых других случаях такие вещества не являются для бактерий жизненно важными, но бактерии могут их поглощать в больших количествах без вреда для себя.

В период с сентября 2010 года по март 2011 года был проведен мониторинг состояния почв по микробиологическим показателям, изучен качественный и количественный состав микроорганизмов почв города Мурманска, взятых из трёх точек.

Для санитарно-микробиологического анализа почв г. Мурманска были выбраны три участка в трех районах города:

в Ленинском – детский сад №34 – станция 1

в Октябрьском – парк вокруг памятника «Жертвам интервенции»

- станция 2

в Первомайском – прогимназия №24 – станция 3.

Оценивая санитарное состояние исследованных образцов почвы по основным санитарно-бактериологическим показателям, можно сказать, что обнаружение кишечной палочки в зимний период на всех трёх станциях указывает на свежее фекальное загрязнение. Бактерии данного вида присутствовали во всех изучаемых станциях в доминирующих количествах. Максимальный уровень бактерий группы кишечной палочки наблюдался в весенний период. Что касается коли-индекса – количество бактерий группы кишечной палочки, обнаруженных в 1 г почвы, то для всех трёх станций составляет от 1000 до 10000. Этот показатель не соответствует норме, указанной в СанПиН 2.1.7.1287-03. То есть почвы на выбранных станциях можно отнести по категории загрязнённости к опасным.

Такой показатель, как перфрингенс-титр – наименьшая масса почвы в граммах, в которой обнаруживаются особи *Cl. perfringens*, в осенний период на всех трёх станциях оказался 100, а в зимний и весенний периоды для всех проб был равен нулю. Обнаружение в почве *Cl. perfringens* наряду с бактериями группы кишечных палочек также указывает на её фекальное загрязнение. Сначала в почве развиваются и накапливаются одновременно бактерии группы кишечных палочек и *Cl. perfringens*. Через 4-5 месяцев бактерии группы кишечных палочек погибают, а *Cl. perfringens* ещё обнаруживается в титре 0,01. Таким образом, титр *Cl. perfringens* имеет санитарно-показательное значение лишь в том случае, когда его определяют в комплексе с другими показателями. По соотношению количества вегетативных и спорных форм *Cl. perfringens* можно судить о времени фекального загрязнения.

В результате проведённого анализа были определены доминирующие микроорганизмы исследуемых территорий. К ним относятся микроорганизмы следующих родов *Enterococcus*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Providencia*, *Cl. Perfringens*.

Таким образом, можно сказать, что все три станции относятся к неблагоприятным с экологической и гигиенической точки зрения. Процессы самоочищения почвы здесь значительно подавляются бактериями группы кишечной палочки.

Литература:

1. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населённых мест: метод. указания. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. – 38 с.
2. МУ 2.1.7.730-99. Методы по санитарно-микробиологическому анализу почв.-М., 1999.-45 с.
3. МУ № 1446-76. Схема санитарно-микробиологического

исследования почвы. - М., 1976. - 41 с.

4. Определитель бактерий Берджи. В 2 т.: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Смита и [др.]. - М.: Мир, 1997. - 23-256 с.

5. **Перетрухина, А. Т.** Микробиология сырья и продуктов водного происхождения. Учебник для студентов высших учебных заведений / А.Т. Перетрухина -Мурманск: 2003. -259 с.

6. **Перетрухина, А.Т.** Практикум по общей микробиологии: Учеб. пособие для студентов спец. 271000 и бакалавров напр. 552400. [Гриф УМО университетов России] / А. Т. Перетрухина - Мурманск: Изд-во МГТУ, 1998. - 170 с.

7. **Перетрухина, А.Т.** Экологические и физиологические особенности бактерий в воде, рыбе и продуктах из сырья водного происхождения в условиях Заполярья. Ч. 1. Микробиологические исследования питьевой воды и воды открытых водоемов / А. Т. Перетрухина, Е. Е. Белокопытова, Н. Б. Ведерникова // Мурманское высш. инж. мор. училище им. Ленин, комс. -Мурманск, 1988. - 12 с. - Деп. во ВНИИ-Центр, № 02880067934. Гр. №. 01870032637.

8. СанПиН 2.1.7.1287-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. – М.: Минздрав России, 2003. – 23 с.

9. **Шлегель, Г.** Общая микробиология / Г. Шлегель -М.: Мир, 1972.-498 с.

АНАЛИЗ МАЛЯРИОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД С 2001 ПО 2010 ГГ

Лабинцева Е. В., Мишинева З. Р. (г. Мурманск, ФГУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области")

The article covers the analysis of the malaria rate in the Murmansk region in 2001-2010, the system of the epidemiological monitoring the situation with malaria and the significance of the infection.

Малярия - инфекционное заболевание, вызываемое малярийными плазмодиями. Существуют четыре вида плазмодиев – возбудителей малярии человека: *Plasmodium vivax* – возбудитель трехдневной малярии; *Plasmodium falciparum* - возбудитель тропической малярии; *Plasmodium malariae* - возбудитель четырехдневной малярии; *Plasmodium ovale* - возбудитель овале-малярии. Естественным путем плазмодии попадают в организм человека через укусы зараженных малярийных комаров рода

Anopheles. Болезнь широко распространена в Африке, Юго-Восточной Азии, Южной Америке. По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) малярия остается эндемичной более чем в 100 странах мира.

Малярия представляет особую опасность для лиц, пребывающих в эндемичные по малярии районы из стран, где эта инфекция ликвидирована. Наиболее опасна тропическая малярия, от которой умирает около 1% больных. Однако большинство этих смертей можно было бы предотвратить, если бы был своевременно поставлен диагноз, и правильно начато лечение.

К числу основных первоначальных проявлений малярии относится озноб с последующим резким повышением температуры (лихорадка). Клинические проявления обусловлены циклическим размножением паразита в эритроцитах при *P.vivax*, *P.ovale*, *P.falciparum* за период 48 часов, а при *P.malariae* – 72 часов. Паразитологическая диагностика малярии основана на обнаружении бесполой и половых форм возбудителя при микроскопическом исследовании крови, что возможно только в период его развития в эритроците.

Мурманская область не является территорией, где возможно распространение этого заболевания ввиду отсутствия благоприятных климатических условий. Завоз малярии на территорию Мурманской области осуществляется из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Максимальное число завозных случаев пришлось на 2001-2005гг. В этот период в Мурманской области было зарегистрировано 17 случаев завозной малярии, в том числе тропической малярии-5 случаев, трехдневной - 12 случаев, из них 3 случая среди детей до 14 лет. Тропической малярией болеют моряки, заражаясь в странах Африки, заражение трехдневной малярией происходит в основном в Азербайджане.

В связи с интенсивной миграцией населения, развитием коммерческих связей и туризма проблема завоза малярии в Мурманскую область остается актуальной и в последние годы. Так в 2009 году в области зарегистрировано 2 случая заболевания малярией из стран дальнего зарубежья.

В первом случае - мужчина 22 лет, проживающий в Апатитах, заболел 31.03.2009г., в этот же день обратился за медицинской помощью в поликлиническое отделение города. Больной был госпитализирован в день обращения в инфекционное отделение с диагнозом острая кишечная инфекция, острая респираторная вирусная инфекция. Исследования на малярию были проведены на следующий день – результат отрицательный. При повторном анализе на 4 день заболевания в периферической крови обнаружены одновременно все возрастные стадии развития малярийного паразита: бесполое формы (трофозоиты и шизонты) и половые (женские и мужские макрогаметоциты). Окончательный диагноз

был установлен только на 7 день от момента заболевания. Заражение малярией произошло в Индии (штат Гоа), где заболевший находился в туристической поездке.

Второй случай зарегистрирован у женщины 47 лет, обратившейся за медицинской помощью в ОМСЧ «Севрыба» г. Мурманска. Больная была госпитализирована на 17 день заболевания в Мурманскую инфекционную больницу с диагнозом тропическая малярия. В препаратах крови обнаружены кольцевидные трофозоиты, а так же женские и мужские гомонты *P.falciparum*. Заболевшая находилась в плавании в Анголе, США, Нигерии. Ей, как и всем членам экипажа, проводилась химио-профилактика. На момент расформирования экипажа – остальные члены экипажа здоровы.

В эпидемиологический мониторинг за ситуацией по малярии в Мурманской области входит: предупреждение и предотвращение завоза инфекции из эндемичных стран различными контингентами россиян, своевременное выявление больных, контроль лабораторной диагностики малярии в лечебно-профилактических учреждениях.

В связи с проведением противоэпидемических мероприятий, направленных на раннее выявление больных, профилактических мер среди лиц, выезжающих в неблагополучные по малярии регионы, эпидемиологическая ситуация по малярии за 2006-2010 гг. по сравнению с 2001-2005 гг. улучшилась. В период с 2001 по 2005 гг. было зарегистрировано 17 случаев заболевания, в период с 2006 по 2009 гг. - только 2, в 2010г случаи заболевания не регистрировались.

В результате внедрённой системы эпидемиологического надзора за малярией в Мурманской области: в 2010 году возрос удельный вес исследованных препаратов крови от длительно лихорадящих больных, увеличился удельный вес лечебно-профилактических учреждений, направлявших препараты крови лихорадящих больных на контроль во ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Мурманской области».

Таким образом, несмотря на стабильную эпидемиологическую ситуацию, возможность появления единичных случаев малярии в Мурманской области будет сохраняться до тех пор, пока существует завоз заболевания из неблагополучных по малярии стран. Поэтому необходимо широкое информирование населения о данном заболевании, мерах профилактики и формирование у медперсонала лечебной и лабораторной сети настороженности в отношении прибывших из эндемичных по малярии стран.

Литература:

1. **Генис Д. Е.** Медицинская паразитология. М.: Медицина, 1985.
2. **Лысенко А. Я.** Клиническая паразитология. Женева, ВОЗ, 2002.
3. Методические рекомендации по профилактики малярии среди авиаперсонала, работающего в эндемичных районах стран с жарким климатом от 29.101996 г., разработанные Институтом медицинской паразитологии и тропической медицины им. Е.И. Марциновского.
4. Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный Центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 67 с.

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОКИСЛЯЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ ГЕТЕРОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ В ВОДЕ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Литвинова М. Ю. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии, mlit1@rambler.ru*)

The main goal of the present work is to estimate potential hydrocarbon oxidizing activity of bacterial plankton of littoral ecosystems at in situ temperatures using radiocarbon method.

Data on hydrocarbon oxidizing activity of heterotrophic bacteria of Kola Bay can be used for calculation of permissible capacity on to certain aquatic ecosystem and for registration of microorganismal endowment into the process of natural purification of northern sea, from petroleum contamination.

Одним из наиболее распространенных видов загрязнения водных объектов являются нефтяные углеводороды. При нефтяном загрязнении изменяется соотношение видов гетеротрофных микроорганизмов и уменьшается их разнообразие; развиваются бактерии, потребляющие углеводороды, нарушается газо- и теплообмен между атмосферой и океаном; изменяются процессы растворения и выделения CO₂ (Перетрухина, 2006).

Согласно современным представлениям, в условиях нефтяного загрязнения важнейшим звеном внутренних управляющих механизмов экосистемы становятся микроорганизмы, способные окислять углеводороды нефти и вводить их в естественный круговорот углерода (Коронелли и др., 1994).

Целью настоящей работы явилась оценка роли микроорганизмов в процессах естественного очищения Кольского залива от нефтяного загрязнения в осенне-зимний период.

Объектом нашего исследования являлся Кольский залив, на котором для отбора проб были выбраны 3 станции. Первая располагалась на выходе из залива, на границе северного колена и Баренцева моря. Влияние городских и промышленных стоков по причине удаленности от городов и поселков здесь, как можно полагать, было минимально. Вторая станция располагалась в середине северного колена Кольского залива. На берегу, напротив этой станции, расположены, ЗАТО Александровск и посёлок Тюва-губа, включающие в инфраструктуру промышленные предприятия. Бытовые и промышленные стоки от этих населенных пунктов спускаются непосредственно в залив с минимальной степенью очистки. Третья станция находилась в центральной части залива, в среднем колене, возле города Североморска, где располагается база крупнейшего в стране атомного флота. Бытовые и промышленные стоки и города и базы спускаются непосредственно в залив, не подвергаясь какой-либо значительной очистке.

Микробиологические наблюдения проводили в период с сентября по апрель. Отбор проб воды осуществляли с борта судна. Пробы обрабатывали не позднее 3-4 ч после их отбора в лаборатории кафедры микробиологии МГТУ.

Для оценки потенциальной углеводородокисляющей активности гетеротрофных бактерий используется меченый углеводород ^{14}C -октадекана (Ильинский, Семененко, 1994). Метод основан на пассивном поглощении раствором щелочи меченого $^{14}\text{CO}_2$, образовавшегося в ходе минерализации бактериями ^{14}C -углеводорода (измеряемая при этом величина называется показателем естественной минерализации, сокращённо ПЕМ_{окт}).

Количество образованного микроорганизмом меченого углекислого газа $^{14}\text{CO}_2$ учитывали на жидкостном сцинтилляционном счетчике Mark-3 (Семененко М.Н. с.н.с. МГУ им. Ломоносова, химический факультет).

Расчёт результатов анализа осуществляли по формуле:

$$X = \frac{(A_{on} - A_k) \cdot B}{A_g \cdot t} \cdot 40,$$

где X - скорость минерализации (или включения в клетки) ^{14}C -УВ, $\text{мкг} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$; A_{on} - активность, измеренная в опытной склянке (расп/мин); A_k - активность в контрольной склянке (расп/мин); A_B - внесенная в склянку активность (расп/мин); t - время инкубации (ч); B -

количество внесенного ^{14}C -субстрата (мкг); 40 - пересчетный коэффициент от 25 мл к 1 л.

Таким образом, учитывали количество $^{14}\text{CO}_2$, образованного микроорганизмами при минерализации меченого субстрата до углекислого газа и воды (ПЕМ_{ОКТ}) (Коронелли и др., 1993) и количество ^{14}C , включенного в клетки микроорганизмов (показатель неполной биодegradации, ПНБ_{ОКТ}). Для расчета общего количества потребленного микроорганизмами меченого углеводорода суммировали ПЕМ_{ОКТ} и ПНБ_{ОКТ} (Кураков и др., 2006). В результате получали величину показателя естественной биодegradации (ПЕБ_{ОКТ}). Этот показатель отражает общее количество использованного микроорганизмами углеводородов (УВ) и позволяет судить о способности водной экосистемы к восстановлению после загрязнения нефтепродуктами. Общее количество углеводорода, использованного клетками углеводородоокисляющих бактерий (эта величина называется показателем естественной биодegradации, или сокращенно, ПЕБ_{ОКТ}) рассчитывают как сумму ПНБ_{ОКТ} и ПЕМ_{ОКТ}.

Если масса поступающих в среду УВ равна или меньше, чем может быть окислено в соответствии с ПЕБ, то можно говорить о том, что экосистема способна справиться с антропогенной нагрузкой по данному виду загрязнений. В случае более высоких нагрузок будет происходить аккумуляция нефтяных УВ в среде, что ведет к ее хроническому загрязнению со всеми вытекающими неблагоприятными последствиями для гидробионтов (Практическая гидробиология, 2006).

Среднее содержание нефтепродуктов в изученных акваториях в период наших наблюдений варьировало от 0 до 50 мкг/л в зависимости от сезона и расположения станции, т.е. находилось на уровне предельно допустимого значения (ПДК для нефтепродуктов - 50 мкг/л) (Доклад, 2009). Существенных различий между станциями по этому показателю обнаружено не было.

Таблица 1

Изменения углеводородоокисляющей активности гетеротрофного бактериопланктона

Отбор проб, месяц	Станции	Температура воздуха, °С	Температура воды, °С	ПЕМ _{ОК} , мкг·л ⁻¹ ·ч ⁻¹	ПНБ _{ОКТ} , мкг·л ⁻¹ ·ч ⁻¹	ПЕБ _О КТ, мкг·л ⁻¹ ·ч ⁻¹	ПЕБ _{ОКТ} /ПЕМ _{ОКТ}
IX	Стан-	8	7	0,121±0,	0,215±0,	0,336	2,78

	ция 1			002	007		
	Станция 2	9	8	0,119±0,005	0,213±0,011	0,332	2,79
	Станция 3	10	8	0,123±0,005	0,222±0,011	0,345	2,80
X	Станция 1	6	5	0,103±0,003	0,188±0,003	0,290	2,81
	Станция 2	7	7	0,103±0,002	0,190±0,001	0,293	2,84
	Станция 3	8	7	0,106±0,006	0,190±0,008	0,296	2,79
XI	Станция 1	0	4	0,092±0,003	0,172±0,002	0,264	2,87
	Станция 2	-2	5	0,098±0,002	0,178±0,006	0,276	2,82
	Станция 3	-3	6	0,099±0,005	0,188±0,008	0,287	2,89
XII	Станция 1	-5	4	0,069±0,003	0,126±0,002	0,195	2,83
	Станция 2	-6	5	0,075±0,004	0,137±0,009	0,212	2,83
	Станция 3	-6	6	0,079±0,002	0,145±0,004	0,224	2,84
I	Станция 1	-4	3	0,073±0,002	0,135±0,006	0,208	2,85
	Станция 2	-5	4	0,080±0,004	0,146±0,009	0,226	2,81
	Станция 3	-6	4	0,079±0,003	0,147±0,004	0,222	2,81
II	Станция 1	-6	4	0,076±0,003	0,139±0,006	0,215	2,83
	Станция 2	-8	4	0,079±0,004	0,141±0,007	0,216	2,73
	Станция 3	-10	5	0,083±0,003	0,148±0,001	0,232	2,78
III	Станция 1	-7	5	0,073±0,002	0,136±0,003	0,206	2,82
	Станция 2	-8	6	0,073±0,003	0,140±0,003	0,216	2,96

	Станция 3	-8	6	0,076±0,002	0,144±0,005	0,220	2,89
IV	Станция 1	-4	5	0,096±0,004	0,177±0,01	0,273	2,84
	Станция 2	-5	6	0,098±0,006	0,180±0,01	0,278	2,83
	Станция 3	-6	7	0,102±0,006	0,186±0,008	0,287	2,81

При определении скоростей биодеградации, нами было установлено, что в одном литре воды в течение часа при температурах *in situ* микроорганизмами окисляется до углекислого газа и воды, от 0,069 до 0,123 микрограмм октадекана в час (или в среднем $0,091 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$) (ПЕМ_{ОКТ}). Скорость же минерализации меченого УВ микроорганизмами, присутствующими в этих пробах воды, при температурах *in situ* составляла от $0,126 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$ до $0,222 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$ (или в среднем $0,166 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$) (ПНБ_{ОКТ}). Среднее значение ПЕБ_{ОКТ} составляет $0,256 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$ (табл. 1).

Изменения УВ-окисляющей активности бактериопланктона носят выраженный сезонный характер и связаны с изменениями температуры воды. Минимальные значения ПЕБ_{ОКТ} наблюдаются на трёх станциях декабря по февраль, когда температура воды близка к минимальной. Максимальные же значения УВ-окисляющей активности бактериопланктона (ПЕБ_{ОКТ} более $0,25 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$) имеют место в осенний период времени, в сентябре-октябре, при максимальных температурах воды (рис. 1).

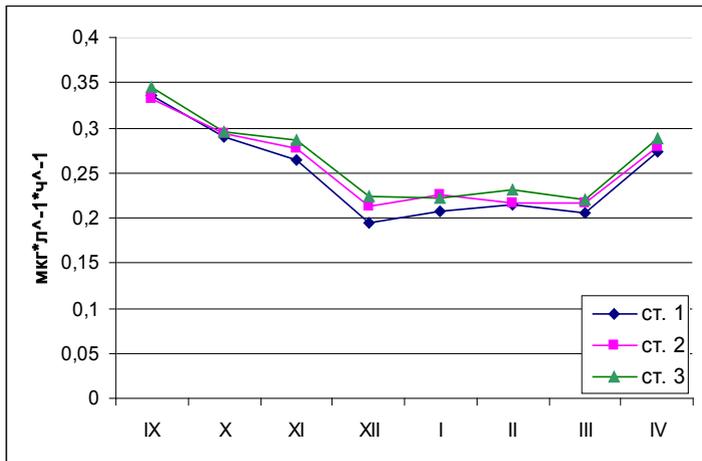


Рис.1. Углеродородокисляющая активность бактериопланктона литорали Кольского залива

Показатель ПЕМ_{ОКТ} не коррелировал с концентрациями УВ в воде. Очевидно, что наблюдавшиеся различия в уровнях содержания УВ в исследованных прибрежных водах не оказывали существенного влияния на активность бактерий. Кроме того, содержание УВ в пробах воды, взятых даже из одного и того же горизонта одной и той же станции, может существенно колебаться в течение сравнительно короткого периода времени - нескольких суток (Ильинский, 2000).

Согласно полученным нами данным, в течение суток в одном кубическом метре воды микроорганизмами минерализуется в среднем 2,18 мкг н-алканов, а всего разрушается ими 6,16 мкг. Среднее содержание углеводов в кубическом метре этой же воды составляет 20 мкг. Таким образом, в течение осенне-зимнего периода за сутки микроорганизмами окисляется около 30% присутствующих в данной акватории углеводов, из них только третья часть полностью минерализуется до углекислого газа и воды.

Из полученных нами данных для трёх станций Кольского залива следует, что величина отношения между общим количеством потребленного микроорганизмами углеводорода - октадекана (ПНБ_{ОКТ}) и долей его, минерализованной до углекислого газа и воды (ПЕМ_{ОКТ}) сохраняется независимо от сезона года относительно постоянной и составляет 2,7 - 2,9. Таким образом, на полное окисление (энергетический метаболизм) расходуется не более 40 % от общего количества углеводорода, потребленного бактериопланктоном. Остальное (60%) включается в клетки микроорганизмов и используется на конструктивный метаболизм. Это соотношение имеет важное экологическое значение, поскольку показывает, какая часть использованного микроорганизмами органического углерода может быть затем доступна организмам более высоких трофических уровней.

Гетеротрофные бактерии составляют неотъемлемую часть водных экосистем разных широт и их активность во многом определяет интенсивность и характер процессов естественного очищения гидросферы от широкого спектра загрязняющих веществ, в число которых входят и нефтяные УВ (Ильинский, 2000).

Необходимо отметить, что на ряду с исследованием количественных показателей гетеротрофного бактериопланктона, совершенно необходимо непосредственные измерения скоростей микробиологических процессов в условиях, максимально приближенных к естественным. Этого можно достичь, используя радиоуглеродный метод. С его помощью нами было установлено, что значимая микробная деструкция УВ имеет место даже при низких температурах воды в зимний период. Та-

ким образом, в течение осенне-зимнего периода за сутки микроорганизмы окисляется около 30 % присутствующих в данной акватории углеводов, из них только третья часть полностью минерализуется до углекислого газа и воды. Это означает, что основная часть поступающих нефтяных загрязнений выносятся в открытые воды Баренцева моря, а также накапливается в донных осадках. Поэтому исследованная экосистема может характеризоваться как не справляющаяся с антропогенной нагрузкой по данному виду загрязнений.

Литература:

1. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2009 году. - Мурманск: Кн.изд-во, 2009. – 152 с.
2. Ильинский, В.В. Ускоренный радионуклидный метод определения активности микроорганизмов в природных водах / В.В. Ильинский, М.Н. Семенов // Микробиология. - М., 1994. - 63 (5). - С. 924-928.
3. **Коронелли, Т.В.** Видовая структура углеводородокисляющих бактериоценозов водных экосистем разных климатических зон / Т.В. Коронелли, С.Г. Дермичева, В.В.Ильинский, Т.И.Комарова, О.В. Поршнева // Микробиология, т.63(5), 1994.- С.917-923
4. **Коронелли, Т.В.** Полярные липиды углеводородокисляющих бактерий / Т.В. Коронелли, Т.И. Комарова, С.Г. Юферова, В.В. Ильинский, О.Б. Чивкунова, Б.В. Розынов // Микробиология. - М., 1993. – т. 62. – вып. 2. – С. 231-237.
5. **Кураков, А.В.** Биоиндикация и реабилитация экосистем при нефтяных загрязнениях : учеб. пособие / А.В. Кураков, В.В. Ильинский, С.В. Котелевцев, А.П. Садчиков; под ред. А.П. Садчикова, С.В. Котелевцева. - М.: Изд-во Графикон, 2006. - 336 с. - С. 3-66.
6. **Перетрухина, И.В.** Определение скоростей биодegradации нефтяных углеводов в воде литорали Кольского залива / И.В. Перетрухина, В.В. Ильинский, М.Ю. Литвинова // Труды Мурманского государственного технического университета "Вестник МГТУ" - Мурманск: МГТУ, 2006. Т. 9, № 5. - С. 830-835
7. Практическая гидробиология. Пресноводные экосистемы / Под.ред. В.Д. Фёдорова, В.И. Капкова. – М.: Изд-во «ПИМ», 2006. – 367 с.

К ВОПРОСУ ОБ АКТУАЛЬНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ГЕТЕРОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ В ВОДЕ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Литвинова М. Ю. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии, mit1@rambler.ru*)

In this article data about number and distribution of microorganisms in a water surface layer of Barentseva sea's Kola bay and seasonal variability of these indicators are presented. Samples had been taken at 3 stations located in northern and middle parts of Kola bay during the period from December till October. Researches included general number of microorganisms using the direct account and quantity of bacteria of separate physiological groups (oligotrophic, eutrophic and hydrocarbonoxidizing).

Теоретическим обоснованием использования микроорганизмов в качестве индикаторов состояния окружающей среды является положение, о том, что в любой точке окружающей среды существует определенная связь между концентрацией биodeградирующих веществ и количеством микроорганизмов, использующих эти соединения. Видовой состав бактерий, их численность позволяет судить об интенсивности, как процессов загрязнения, так и процессов самоочищения.

Микроорганизмы по своей физиолого-биохимической природе являются наиболее чувкими индикаторами любого изменения химико-экологической обстановки окружающей среды. Там, где по химическим показателям не удается обнаружить сравнительно небольшие источники загрязнения, бактериологические показатели регистрируют их. В зависимости от уровня загрязнения, его количественной характеристики и длительности воздействия, естественно сложившиеся биоценозы претерпевают структурные и физиологические изменения. При этом происходит подавление развития, гибель одних видов и, наоборот, расцвет других. В результате таких изменений происходит распад загрязняющего материала до «простых» соединений и включение их в круговорот веществ в биосфере, т.е. происходит процесс самоочищения (Миронов, 1980).

Целью исследования было получение количественной информации о пространственно-временной изменчивости основных групп гетеротрофного бактериопланктона среднего и северного колена Кольского залива.

Микробиологические наблюдения проводили в период с декабря 2009 г. по октябрь 2010 г. Отбор проб воды осуществляли с борта судна. Пробы обрабатывали не позднее 3-4 ч после их отбора в лаборатории кафедры микробиологии МГТУ.

Учёт численности бактерий в пробах воды проводили как прямым счётом их клеток под микроскопом, так и путём посева проб на жидкие питательные среды.

Окраску бактерий для прямого счёта проводили непосредственно в пробах воды водным раствором акридинового оранжевого. Подсчёт клеток осуществляли с помощью люминесцентного микроскопа не менее чем в 20 полях зрения.

Численность бактерий отдельных физиологических групп: евтрофных (ЕФБ), олиготрофных (ОфБ), и углеводородокисляющих бактерий (УОБ) определяли методом предельных разведений (Практическая гидробиология, 2006). Наиболее вероятное количество бактерий определяли по таблице Мак-Креди (Руководство по методам биологического..., 1980). Все посеы инкубировали при температуре 10⁰С.

Общая численность бактерий (ОЧБ) в изученных нами пробах воды колебалась в пределах одного порядка - от $3,1 \times 10^6$ до $2,1 \times 10^7$ кл/мл. Максимумы этого показателя были обнаружены на всех трёх станциях летом, в августе месяце. На ст.1 они составили $1,18 \times 10^7$ кл/мл, ст. 2 – $1,53 \times 10^7$ кл/мл, ст. 3 – $2,10 \times 10^7$ кл/мл. Минимальные значения ОЧБ наблюдались в январе месяце на ст. 3 – $3,1 \times 10^6$ кл/мл, на ст. 2 они составили $3,99 \times 10^6$ кл/мл, а на ст. 1 – $3,18 \times 10^6$. Таким образом, обнаруженные нами пределы колебаний ОЧБ были сравнительно невелики и составляли не более одного порядка. С сентября по январь значения ОЧБ на станциях медленно снижались, однако в последующие месяцы возрастали и к концу лета увеличивались на порядок по сравнению с минимальными зимними значениями, что отражает общую тенденцию, характерную для всей биоты залива (рис. 1).

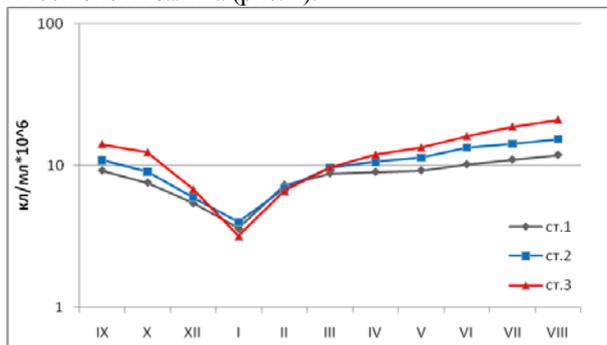


Рис.1. Изменения общей численности бактериопланктона по прямому счёту

Сезонные значения ОЧБ на ст.3 чаще всего превышали таковые на двух других станциях, а минимальные значения этого показателя чаще регистрировали на ст. 1 (рис. 1). Такую ситуацию можно объяснить разной степенью антропогенной нагрузки на исследованные участки залива - в районе 2 и 3 ст. она наиболее высока. Исключение составил период с декабря по март - в эти сроки наблюдений величины ОЧБ на всех станциях были схожи. Исходя из полученных данных можно полагать, что в целом по данным за весь период наблюдений, величины ОЧБ были связаны со степенью антропогенной нагрузки на тот участок залива, для которого они определялись: чем она выше, тем больших значений достигает обилие бактерий по прямому счету. При этом сезонные изменения значений ОЧБ на всех трех станциях оказались схожи и определялись, скорее всего, естественными причинами.

При исследовании численности в заливе бактерий по посеву, обнаружено, что доминирующей группой на всех трех станциях оказались ЕфБ, способные к росту на средах с высоким содержанием органического вещества (рис.2). Временная изменчивость численности ЕфБ на всех трёх станциях оказалась сходной, между этими изменениями обнаружена корреляционная связь ($R=0,73$; $\alpha=0,05$). С октября по декабрь, с наступлением полярной ночи, происходит сезонный спад обилия ЕфБ в заливе, их численность снижается от тысяч и десятков тысяч до нескольких сотен клеток в 1 мл. Наиболее низкие численности ЕфБ в воде (сотни клеток в 1 мл воды) наблюдались в первой половине зимнего периода, в декабре и январе. Постепенное увеличение обилия бактерий этой группы (до тысяч и десятков тысяч) происходило в период с февраля по апрель, после завершения полярной ночи. Это вполне естественно, так как в этот период начинается весеннее цветение фитопланктона и начинается снеготаяние, в результате которого в воду поступает большое количество аллохтонного органического веществ (Кольский залив, 2009). Максимальной численности (десятки и сотни тысяч клеток в 1 мл) ЕфБ достигают в июне-июле. В период с апреля по август численность ЕфБ в заливе сохранялась на высоком уровне - от тысяч до десятков тысяч клеток в 1 мл воды. Следует отметить, что численность ЕфБ постоянно была ниже на ст. 1, тогда как наибольшие значения этого показателя чаще всего имели место на ст. 3.

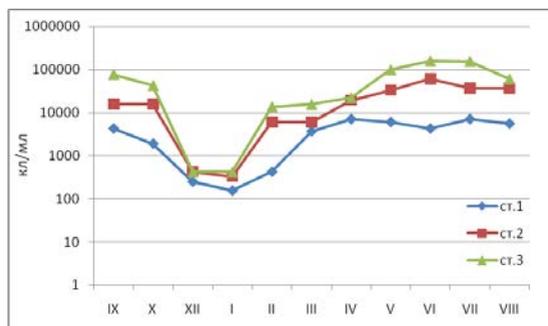


Рис. 2. Динамика численности евтрофного бактериопланктона

Обилие ЕФБ коррелировало с ОЧБ ($R=0,89$, $\alpha=0,01$). Необходимо отметить и схожую пространственную изменчивость обоих этих показателей - их наиболее высокие значения были приурочены к ст. 3, а наиболее низкие – к ст. 1.

Второй по численности группой были ОфБ, обнаруженные в пробах на всех трёх станциях (рис.3). Пределы колебаний их численности составили от $6,0 \times 10^1$ кл/мл в зимний период до $9,5 \times 10^3$ кл/мл в летний период. Отчасти это может быть связано с достаточно высокой органической нагрузкой на все три исследованные станции залива, а в этих условиях преимущество имеют ЕфБ. Временные изменения численности ОфБ на всех трех станциях были сходными, отмечено постепенное снижение их численности с октября по январь. С января по август наблюдается повышение количеств планктонных ОфБ на всех трех обследованных станциях, их численность возрастает примерно на порядок.

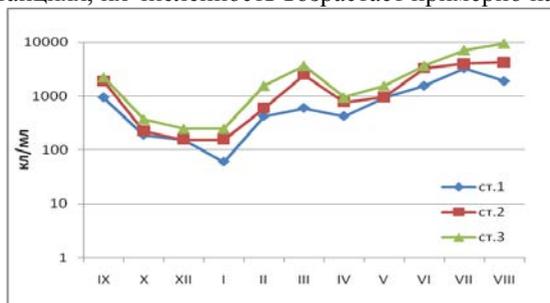


Рис. 3. Динамика численности планктонных олиготрофных бактерий

Пространственное распределения ОфБ между тремя обследованными нами станциями было сходным с таковым для ЕФБ. Между количествами ОфБ и ЕФБ на всех трех станциях обнаружена прямая корреляционная связь ($R=0,73$, $\alpha=0,01$), еще более тесная связь обнаружена

между численностью ОфБ и ОЧБ ($R=0,82$, $\alpha=0,01$). Видимо, на обилие ОфБ в заливе влияние оказывает не только наличие или отсутствие доступного органического вещества, но и другие факторы среды, а среди них, скорее всего - биогенные элементы – азот и фосфор. Кроме того, мы определяли численность факультативно олиготрофных, а не облигатно олиготрофных бактерий, в последнем случае численность олиготрофов могла отличаться от обилия ЕфБ значительно больше.

Присутствие УОБ было обнаружено нами на всех трех исследованных станциях. Их численность варьировала от нескольких десятков до нескольких тысяч клеток в 1 мл. Максимальное количество УОБ (десятки тысяч клеток в мл) чаще всего наблюдалось на ст. 3, сходные или несколько меньшие количества УОБ отмечены на ст. 2, тогда как на ст. 1 этот показатель не превышал нескольких сотен клеток в 1 мл воды (рис. 4).

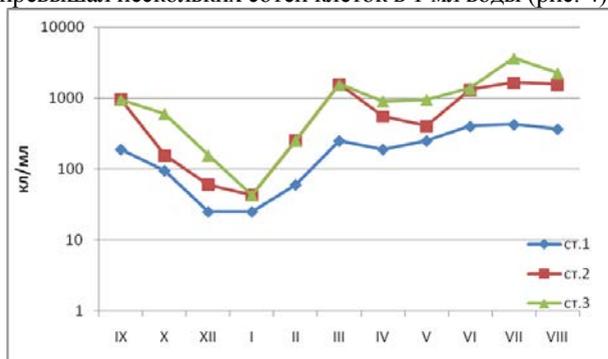


Рис.4 Динамика численности планктонных углеводородокисляющих бактерий

Таким образом, при анализе пространственного распределения численности микроорганизмов всех трёх физиологических групп гетеротрофного бактериопланктона, наблюдается общая тенденция. Между количествами ОфБ и УОБ на всех трех исследованных станциях обнаружена тесная корреляционная связь ($R=0,91$, $\alpha=0,01$). Отмечена также значимая корреляционная связь между количествами ЕфБ и УОБ ($R=0,85$, $\alpha=0,01$). Это указывает на то, что в состав углеводородокисляющих бактерий входят представители как олиготрофов, так и евтрофов, что ранее уже отмечалось в исследованиях других авторов (Кураков, 2006).

Проведённые микробиологические исследования поверхностных вод северного и среднего колена Кольского залива позволяют сделать заключение о высокой степени развития гетеротрофного бактериального сообщества, в частности таких его важных компонентов, как евтрофных, облигатно олиготрофных и углеводородокисляющих бактерий.

Численность всех этих трех групп бактерий подвержена сезонной изменчивости, для которой характерны низкие зимние и более высокие летние значения. Аналогичный ход сезонных изменений обнаружен и для общей численности бактерий.

Литература:

1. Кольский залив: освоение и рациональное природопользование / Под.ред. Г.Г. Матишова. – М.: Наука, 2009. – 381 с.
2. Кураков А.В. Биоиндикация и реабилитация экосистем при нефтяных загрязнениях / А.В. Кураков, В.В.Ильинский, С.В. Котелевцев, А.П. Садчиков. -М.: Графикон, 2006. – 336 с.
3. Миронов О.Г. Биологическая индикация углеводов в море // Самоочищение и индикация природных вод. – М.: Наука, 1980. – С. 129-134
4. Практическая гидробиология. Пресноводные экосистемы / Под.ред. В.Д. Фёдорова, В.И. Капкова. – М.: Изд-во ПИМ, 2006. – 367 с.
5. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений / Под ред. Цыбань А.В. - Л.: Гидрометеоздат, 1980. – 191 с.

АНАЛИЗ ВИДОВОГО СОСТАВА ЦИАНОБАКТЕРИЙ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Луценко Е. С. (*г. Мурманск, ФГОУ ВПО Мурманский государственный технический университет, кафедра микробиологии, e-mail: inerlim@gmail.com*)

In the article there are results of researches of planktonic and periphyton communities of cyanoprokaryotes in the water of southern and middle parts of Kola bay made in the autumn period of 2010 year. 30 samples were analyzed and taxonomy structure of cyanoprokaryotes from the chosen area was determined, 73 species belonging to 29 genus, 14 families and 3 orders are revealed. The flora basis is made by 4 families - Pseudanabaenaceae, Microcystaceae, Merismopediaceae and Phormidiaceae. 80 % (58 species) cyanoprokaryotes from presented species are marine.

Альгологические исследования на территории Восточной Финляндии, которая объединяет территории от Ладожского и Онежского озер до побережья Баренцева моря (Мурманская область, Республика Карелия и частично Ленинградская область) имеют давнюю историю.

Однако практически до 60-х годов XX столетия исследования альгофлоры проводились на основе фрагментарных сборов. Первые сведения о водорослях, найденных в водоемах Кольского полуострова, содержатся в работе Валенберга (С. Wahlenberg). В дальнейшем они были дополнены исследованиями Ниландера и Селана (Е. Nylander, Th. Saelan), Лиллиеборга (W. Lilljeborg), Рихарда (I. Richard), Клеве (P.T. Cleve), Борга (O. Borge), Хирна (K.E. Hirn), Елфинга (F. Elfving) Левандера (Levander) (Комулайнен и др., 2006, Комулайнен, 2007). Большой вклад в изучение альгофлоры водоемов Кольского полуострова внесли участники Кольского альгологического отряда Главного ботанического сада СССР (Я.В. Ролл, Н.Н. Воронихин, Е.К. Косинская), Мончегорской экспедиции Ленинградского областного гидрометеорологического управления (А.Д. Зинова, А.А. Нагель) и Государственного гидрологического института (А.В. Каныгина). Исследования перифитона в реках были начаты С.Ф. Комулайненым в 1972, в дальнейшем работы посвященные анализу таксономического состава, экологии и продукционных характеристик фитоперифитона были продолжены на территории Карелии, Мурманской и Ленинградской областей (Комулайнен, 2008).

Литературные сведения о цианобактериях Баренцева моря скудны. В целом для моря известно 38 видов (Kjellmann, 1877, 1883, Еленкин, 1906, Forti, 1907, Дерюгин, 1925, Флеров, Карсакова, 1925, Гурьянова, Ушаков, 1928, Косинская, 1948, Петров, 1961, Перестенко 1964, 1965, Hansen, Jenneborg, 1996, патова, 2001, Белякова, 2002, Уланова, 2003.) В прибрежье Восточного Мурмана зарегистрировано 25 видов (Еленкин, 1906, Mobius 1907, Зинова, 1912, 1927, 1933, Данилов, 1921, Дерюгин, 1925, Косинская, 1948, Петров, 1961, перестенко, 1964, 1965, Уланова, 2003), что не отражает состава флоры в полном объеме (Белякова, 2005).

Успехи многих разделов современной гидробиологии не означают, что флористика в альгологии исчерпала себя. Особенно актуальны альгологические исследования в водоемах высоких широт, так как роль водорослей в экосистемах при возрастании экстремальности условий природной среды становится неизмеримо высокой. До настоящего времени отсутствуют обобщающие сводки, которые бы отражали разнообразие альгофлоры территорий в отличных по морфометрии и трофности водоемах (Комулайнен, 2008).

Целью работы явилось определение таксономического состава цианопрокариот планктона и перифитона литоральной зоны южного и среднего колен Кольского залива.

Кольский залив — узкий залив-фьорд Баренцева моря на Мурманском берегу Кольского полуострова. Длина 57 км, ширина до

7 км, глубины у входа 200—300 м. Восточный берег скальный обрывистый, западный относительно пологий. Впадают реки Тулома и Кола. Приливы полусуточные величиной до 4 м. На восточном берегу залива незамерзающие порты Мурманск и Североморск, на западном — порт Полярный (Новый энциклопедический словарь, 2001). Современные исследователи за кутовую часть залива принимают точку с координатами 68°53′ с. ш., 33°01′ в.д. Залив условно делят на 3 части – южное, среднее, северное колена (Кольский залив, 1997).

Материалы и методы. Отбор проб проводили с начала сентября по середину декабря 2010 года. Пробы планктона отбирали на западном берегу южного колена Кольского залива на станции 1 с координатами 68°97′ с.ш., 33°05′ в.д., также на восточном берегу среднего колена на станции 2 – координаты 69°07′ с.ш., 33°18′ в.д. Пробы перифитона отбирали со станций 1 и 3, расположенных на западном побережье южного и среднего колена Кольского залива, координаты станции 3 - 69°08′ с.ш., 33°44′ в.д. Отбор проб планктона совершали с помощью стерильного батометра с поверхностного горизонта во время полной воды и помещали в стерильные флаконы. Пробы перифитона собирали с различных субстратов на литорали с помощью стерильных скальпелей и помещали в стерильные биологические пакеты. Обработку проб и приготовление препаратов проводили по общепринятым методикам (Водоросли..., 1989, Садчиков, 2001). Для изучения было отобрано 30 альгологических проб. Изучали как природный материал, так и лабораторный после культивирования в жидких питательных средах Громова № 6 и MN (Определитель бактерий Берджи, 1997). Изучение препаратов проводили методом прямого микроскопирования с применением светового микроскопа. Определение видовой принадлежности цианобактерий проводили в соответствии с определителями Голлербаха М.М., Косинской Е.К., Komárek J., Anagnostidis K.

Результаты. В результате исследований было выявлено 73 вида, относящихся к 29 родам, 14 семействам и 3 порядкам. Виды в родах и роды в семействах расположены по алфавиту. Перифитон станции 1 (1), перифитон станции 2 (2), планктон станции 1 (3), планктон станции 3 (4).

Отдел **CYANOPROKARYOTA**

Пор. **CHROCOCCALES**

Сем. **Synechococcaceae** Kom. et Anagn.

1. *Aphanothece stagnina* (Sprengel) A. Braun; 4
2. *Synechococcus elongatus* (Näg) Näg; 4
3. *Synechococcus gaarderi* Ålvik; 3

Сем. **Merismopediaceae** Elenk.

1. *Aphanocapsa conferta* (W. et G.S. West) Komárková et Cronberg; 4
2. *Aphanocapsa delicatissima* West & G.S. West; 4
3. *Aphanocapsa reinboldii* (P. Richter) Kom. & Anagn.; 1
4. *Coelosphaerium minutissimum* Lemm.; 1
5. *Merismopedia glauca* f. *mediterranea* (Ehrenb.) Näg.; 4
6. *Merismopedia minima* Beck; 3
7. *Merismopedia punctata* Meyen; 3
8. *Merismopedia tenuissima* Lemm.; 4
9. *Synechocystis aquatilis* Sauv.; 1,3
10. *Synechocystis aquatilis* f. *salina* (Wilsouch) Kom.; 1, 3
11. *Synechocystis endobiotica* (Elenk. & Hollerb.) Elenk.; 2
12. *Synechocystis minima* Voronich.; 2

Сем. Microcystaceae Elenk.

1. *Gloeocapsa aeruginosa* Kütz.; 1
2. *Gloeocapsa alpina* (Näg.) Brand; 1
3. *Gloeocapsa cohaerens* (Breb.) Hollerb.; 1, 4
4. *Gloeocapsa limnetica* (Lemm.) Hollerb.; 1
5. *Gloeocapsa minuta* (Kütz.) Hollerb.; 1
6. *Gloeocapsa punctata* Näg.; 1
7. *Gloeocapsa turgida* (Kütz.) Hollerb.; 1, 2, 3
8. *Microcystis aeruginosa* Kutz. emend. Elenk.; 1, 3
9. *Microcystis anodontae* (Hansg.) Elenk; 1
10. *Microcystis Grevillei* (Hass.) Elenk. emend.; 1
11. *Microcystis ovalis* Hollenb.; 3
12. *Microcystis pulvereae* (Wood) Forti emend. Elenk.; 1, 4
13. *Microcystis salina* (Woronich.) Elenk.; 1,3

Сем. Chroococcaceae Näg.

1. *Gloeocapsopsis crepidinum* (Thur.) Geitl. ex Kom.; 2

Сем. Hydrococcaceae Kütz.

1. *Hormathonema sphaericum* Erceg.; 1

Сем. Xenococcaceae Erceg.

1. *Xenococcus Kernerii* Hansg.; 1
2. *Xenococcus pyriformis* Setchell et Gardn. in Gardn.; 1

Сем. Hyellaceae Borzi

1. *Pleurocapsa hansgirgiana* (Erceg.) Kom. & Anagn.; 2
2. *Pleurocapsa minuta* Geitl.; 2

Поп. OSCILLATORIALES

Сем. Borziaceae Borzi

1. *Komvophoron* sp. 4

Сем. Pseudanabaenaceae Anagn. et Kom.

1. *Pseudanabaena catenata* Lauterborn 3,4
 2. *Pseudanabaena frigida* (Fritsch) Anagn.; 1
 3. *Pseudanabaena galeata* Böcher 1,2,4
 4. *Pseudanabaena limnetica* (Lemm.) Kom.; 1
 5. *Pseudanabaena minima* (G.S.An) Anagn.; 3
 6. *Pseudanabaena persicina* (Reinke ex Gom.) Anagn.; 3
 7. *Pseudanabaena raphidioides* (Geitl.) Anagn. et Kom.; 1
 8. *Pseudanabaena westiana*, Anagn.; 2
 9. *Jaaginema gracile* (Bocher) Anagn. et Kom.; 1, 4
 10. *Jaaginema pallidum* (Bocher) Anagn. et Kom.; 1
 11. *Heteroleibleinia epiphytica* (Wille) Kom. in Anagn.; 2
 12. *Heteroleibleinia kuetzingii* (Schmidle) Compere; 1
 13. *Leibleinia meneghiniana* Kütz.; 2
 14. *Leibleinia nordgaardii* (Wille) Anagn. et Kom.; 1, 2
 15. *Leptolyngbya fragilis* (Gom.) Anagn. et Kom.; 1
 16. *Leptolyngbya foveolarum* (Rabenhorst ex Gom.) Anagn. et Kom.; 2, 4
 17. *Leptolyngbya gracilis* (Lindstedt) Anagn. et Kom.; 1
 18. *Leptolyngbya norvegica* (Gom.) Anagn. et Kom.; 3
 19. *Spirulina meneghiniana* Zanardini ex Gom.; 1
 20. *Spirulina tenuissima* Kütz.; 4
- Сем. **Phormidiaceae** Anagn. et Kom.
1. *Arthrospira jenneri* Stizenberger ex Gom.; 1
 2. *Microcoleus chthomoplastes* Thur.; 4
 3. *Microcoleus tenerrimus* Gom.; 2, 4
 4. *Phormidium breve* (Kütz. ex Gom.) Anagn. et Kom.; 4
 5. *Phormidium granulatum* (Gardn.) Anagn.; 3
 6. *Phormidium holdenii* (Forti) Anagn.; 1
 7. *Phormidium laetevirens* (Crouan ex Gom.) Anagn. et Kom.; 2
 8. *Phormidium papyraceum* (C.Agardh) Kütz.; 1
 9. *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anagn. et Kom.; 3
 10. *Porphyrosiphon luteus* (Gom. ex Gom.) Anagn. et Kom.; 1
 11. *Pseudophormidium Battersii* (Gom.) Anagn.; 3
 12. *Pseudophormidium golenkinianum* (Gom.); 1, 3
- Пор. NOSTOCALES
- Сем. **Microchaetaceae** Lemm.
1. *Tolypothrix fasciculata* Gom.; 1
- Сем. **Rivulariaceae** Kütz.
1. *Calothrix aeruginea* (Kütz.) Thur.; 1
 2. *Calothrix confervicola* (Dillwyn) C.Agardh; 1

3. *Calothrix scopulorum* (Weber & Mohr) C. Agardh; 1
Сем. **Nostocaceae** Dumort.

1. *Anabaena contorta* Bachm.; 2

Сем. **Nodulariaceae** Elenk.

• *Nodularia Harveyana* (Thwait.) Thur.; 1

Основу флоры составляют цианобактерии 4 семейств – Pseudanabaenaceae (20 видов), Microcystaceae (13 видов), Merismopediaceae и Phormidiaceae (по 12 видов), включающие 57 видов, что представляет собой 78 % от числа всех видов. Присутствие большого количества представителей семейств Pseudanabaenaceae, Merismopediaceae и Phormidiaceae говорит о наличии континентальных видов. Родовой спектр, так же как и семейственный, указывает на пестроту флоры, связанную с наличием морского и континентального компонентов, преобладанием миграционных процессов и адаптаций видов к обитанию в субарктических условиях (Белякова, 2005). Из представленных видов цианобактерий 80 % (58 видов) являются морскими. В южном колене Кольского залива отношение морских перифитонных цианобактерий к пресноводным равно 73% (29 морских видов из 40), планктонных – 82% (14 морских видов из 17). Среднее колено характеризуется следующим распределением морских и пресноводных форм – в перифитоне соотношение равно 94% (15 морских видов из 16), в планктоне – 87% (13 морских видов из 15). Такое распределение между морскими и пресноводными формами связано, прежде всего, с одной из особенностей Кольского залива - его принадлежностью к областям взаимодействия “река–море”, с постоянным существованием сложных гидрофизических условий, значительно изменяющихся в пространстве и времени (Ишкулова, 2010).

Литература.

1. **Белякова, Р.Н.** Суапіргокагуота Восточного Мурмана (Баренцево море) / Р.Н. Белякова // Новости систематики низших растений. Т.38: Сб. статей / Под ред. М.П. Андреева - СПб.: Изд-во С.-Петербур. унта, 2005. – С. 8 – 21.
2. Водоросли. Справочник / Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. и др.— Киев: Наук. думка, 1989. — 608 с.
3. **Голлербах, М.М.** Определитель пресноводных водорослей СССР / М.М. Голлербах, Е.К. Коссинская, В.И. Полянский - М.: Сов. наука, 1953. - Вып. 2. - 665 с.
4. **Ишкулова, Т.Г.** Органические формы биогенных элементов в начале зимнего гидробиологического периода на акватории южного колена Кольского залива / Т.Г. Ишкулова // «Природа морской Арк-

тики: современные вызовы и роль науки»: Тезисы докладов Международной научной конференции (г. Мурманск, 10-12 марта 2010 г.) Апатиты: изд-во ММБИ КНЦ РАН, 2010 г. – с. 90 – 92.

5. Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты / Коллектив авторов. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. – 265 с.

6. **Комулайнен, С.Ф.** Библиография работ по водорослям Европейского Севера России (Республика Карелия, Мурманская область) / С.Ф. Комулайнен, Г.А. Антипина, И.Г. Висланская и др. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2006. – 66 с.

7. **Комулайнен, С.Ф.** Альгологические исследования в озерно-речных системах Севера Европейской части России / С.Ф. Комулайнен // Альгология. 2007. 17(2). – С. 220–229.

8. **Комулайнен, С.Ф.** История альгологических исследований в Восточной Фенноскандии / С.Ф. Комулайнен, Т.А. Чекрыжева // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Материалы всеросс. конф. (22–27 сентября 2008 г.). Часть 2: Альгология. Микология. Лихенология. Бриология - Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. – С. 49-52.

9. **Косинская, Е.К.** Определитель морских синезеленых водорослей / Е.К. Косинская – Л., М.: изд-во АН СССР, 1948. – 278 с.

10. Новый энциклопедический словарь. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2001. – 1456 с.: ил.

11. Определитель бактерий Берджи в 2-х т., Т. 1 / Ред. Хоулт Дж., Криг Н., Снит П., Стейли Дж., Уильямс С. М – М.: Мир, 1997. – 431 с.

12. **Садчиков, А.П.** Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство / А.П. Садчиков – М.: изд-во «Университет и школа», 2003. – 157 с.

13. **Komárek J., Anagnostidis K.** Cyanokaryota. 1 Teil: Chroococcales. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 19/1. Jena-Stuttgart-Lübeck-Ulm, 1999. 548 s.

14. **Komárek J., Anagnostidis K.** Cyanokaryota. 2 Teil: Oscillatoriales. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 19/2. München, 2005. 759 s.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕТЕРОТРОФНОГО БАКТЕРИОБЕНТОСА И ЕГО ОСНОВНЫХ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП

Макаревич Е. В., Богданова О. Ю., Новикова А. Н., Барышников Н. В. (город Мурманск, Мурманский Государственный Технический Университет, Биологический факультет, кафедра Микробиологии, e-mail: maklen73@yandex.ru)

The results of the research of quantitative indicators of bentic bacteria of the Kola bay ground are put in the basis of the work. The quantitative characteristics of bentic bacteria allows to estimate the ecological situation in the investigated area.

Литораль означает зону приливно-отливных волн, верхней границей, которой является уровень воды во время максимального прилива, а нижней — во время максимального отлива.

С этой пограничной полосой моря связывается формирование биоценозов, которые в историческом плане рассматриваются как предшественники сухопутных сообществ. На картах зона литорали отнесена к суше, но населена она типично морскими организмами. В связи с пограничным положением литорали в ее сообществах прослеживаются черты, свойственные как биоценозам океана, так и сухопутным формациям.

Кольский залив Баренцева моря - интенсивно эксплуатируемый крупнейший водоем на Мурманском побережье. Кольский залив является также одновременно местом разгрузки наземной водной системы, районом интенсивного судоходства, местом расположения целого ряда крупных гражданских и военных портов и небольших стоянок. Он испытывает высокую на акватории Баренцева моря антропогенную нагрузку многие десятилетия.

Микрофлора грунтов, быстро реагирующая на изменения условий окружающей среды, может служить индикатором степени антропогенного воздействия. Действующие в литоральной зоне факторы постоянно меняются, и это отражается на активности ее обитателей.

Целью настоящей работы являлось количественное исследование различных групп гетеротрофных микроорганизмов литорали Кольского залива.

Материалы для исследований отбирали в осенний период на станциях, расположенных в северном и среднем коленах залива: город Полярный, Восточная сторона Нового моста, Металлобаза.

На рисунке 1 представлены данные по распределению численности гетеротрофных групп бактериобентоса на исследуемых станциях.

Рис. 1. Распределение численности бактериобентоса на исследуемых станциях

(ЧОМ – численность олиготрофных микроорганизмов; УВОМ – углеводородоокисляющие микроорганизмы; ЧЕМ – численность евтрофных микроорганизмов)

Минимальная численности евтрофных и олиготрофных микроорганизмов характеризовались станции мост и металлобаза. Маталлобаза так же характеризуется высокой численностью углеводородоокисляющих микроорганизмов, возможно, это обусловлено поступлением органического вещества автохтонной природы с хозяйственно-бытовой зоны предприятия «Северная Металлобаза», в районе которого расположена станция.

Высокая численность изучаемых гетеротрофных групп характеризовались пробы грунта со станции Полярный. Здесь были отмечены максимумы численности евтрофной и олиготрофной групп микроорганизмов и углеводородоокисляющих микроорганизмов ($103,3 \cdot 10^6$ КОЕ/г). Можно предположить что в данном районе происходит процесс естественного самоочищения грунта, где главную роль играют микроорганизмы.

Исследование численности двух эколого-трофических групп бактериобентоса (олиготрофов и эвтрофов) выявило превышение количества эвтрофов. Преобладание численности эвтрофов над олиготрофами в грунтах может свидетельствовать о степени насыщенности легкоусвояемым органическим веществом автохтонного и аллохтонного происхождения.

Высокая численность нефтеокисляющих микроорганизмов свидетельствует о накоплении нефтяных углеводородов в грунтах.

Высокая сорбционная способность основных компонентов нефти, аккумуляция их мелкозернистыми частицами и гидробионтами обу-

словливают накопление нефтепродуктов в донных отложениях, которые служат более надежным, чем вода, индикатором нефтяного загрязнения морских экосистем.

Использование микробов в качестве индикаторов загрязнения позволяет высказать утверждение о том, что увеличение количества органических загрязняющих веществ, происходит, по всей видимости, за счет антропогенной нагрузки.

Для характеристики состояния гетеротрофной части микробного ценоза в определенный период времени представляется целесообразным вычисление коэффициента $K_{И}$, обозначающий отношение обилия гетеротрофных бактерий, способных к росту на питательных средах, к общей численности бактерий по прямому счету. Изменения величины коэффициента $K_{И}$ могут указывать на реально происходящие структурно-функциональные изменения микробного ценоза [1,2].

Рис. 2. Значения коэффициента $K_{И}$ на исследуемых станциях

Высокие значения индекса $K_{И}$ свидетельствует о благоприятных условиях для развития и размножения гетеротрофных микроорганизмов. В районах не подверженных антропогенному прессу $K_{И}$ меньше.

Бентосные гетеротрофные бактерии были представлены в основном двумя формами клеток – палочковидными и кокковыми, с преобладанием палочковидных форм клеток (90 %).

В результате проведенных исследований показано, что в микробоценозах происходит преобладание палочковидных микроорганизмов, которое характерно для активно протекающих начальных стадии деструкции органических веществ. Отмечены низкие темпы минерализации. Данные признаки являются характерными для процессов самоочищения.

Литература:

1. **Давыдова С.Л., Тагасов В.И.** Нефть и нефтепродукты в окружающей среде: Учеб. пособие. - М.: Изд-во РУДН, 2004. - 163 с: ил.
2. **Лесегов В.Т.** Гетеротрофные бактерии прибрежной зоны Баренцева моря //Продукционно деструкционные процессы пелагиали прибрежья Баренцева моря, Апатиты, 1991.С.33-39.
3. **Мишустина И.Е.** Гетеротрофные микроорганизмы в биоценозах открытых районов океана, литорали и суши. Автореф. докт. дисс. М., изд. МГУ, 1981, 200с.
4. **Перетрухина, И. В.** Определение скоростей биодegradации нефтяных углеводородов в воде литорали Кольского залива / И. В. Перетрухина, В. В. Ильинский, М. Ю. Литвинова // Вестник МГТУ. - 2006. - Т. 9, N 5. - С. 830-834.
5. **Широколобова, Т. И.** Бактериопланктонные сообщества эстуарных зон и прибрежных экосистем Баренцева моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Мурманск, 2009. - 24 с.

АРКТИКА: НАДЕЖДЫ И ПРОБЛЕМЫ

Осауленко В. Е, Николаев А. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра географии и экологии, МГТУ, кафедра микробиологии)

Арктика – это единый физико-географический район Земли, прилегающий к Северному полюсу и включающий окраины материков Евразии и Северной Америки, почти весь Северный Ледовитый океан с островами (кроме прибрежных островов Норвегии), а также прилегающие части Атлантического и Тихого океанов. Большая часть поверхности Ледовитого океана на протяжении всего года покрыта льдом, средней толщиной 3 метра. Южная граница Арктики совпадает с южной границей зоны тундры. Площадь около 27 млн кв. км; иногда Арктику ограничивают с юга Северным Полярным кругом (66° 33' с. ш.), в этом случае её площадь составит 21 млн кв. км. Интерес к Арктике становится геополитически значимым. Тем более, что большая часть её территории «приросла» к России. Береговая линия арктических морей России составляет 21000 км. Экономические оценки природно-ресурсного потенциала территории в настоящее время являются довольно неопределёнными в связи с неустойчивостью мировых валют, резкими колебаниями цен на минеральные, энергетические ресурсы... Арктика – это чистая морская вода и лёд, это более 150 видов рыб, в том числе важнейшие для рыбного промысла треска и американская камбала, морские и сухопутные животные, водная растительность и моллю-

ски, строительные материалы: песок, глина, галька. Арктика - это запасы 90 млрд. баррелей нефти, газа – 47,3 трлн. куб. м, газового конденсата – 44 млрд. баррелей. Общие кондиционные прогнозные ресурсы залегающих здесь углей оцениваются как минимум в 780 млрд. т, из них 599 млрд. т – энергетических и более 81 млрд. т – коксующихся. Россия располагает наибольшими среди арктических стран запасами углеводородов: 60,1% всех запасов Арктики (в районах, которыми она уже владеет и на которые претендует). Особую ценность представляют ресурсы нефти Печорского моря, юго-западной части Баренцева, а по газу – месторождения Карского и Баренцева морей. Среди крупных российских месторождений — газовые: Штокмановское, Русановское и Ленинградское. Арктика - это месторождения полиметаллических руд, марганца, хрома, титана, олова, флюорита, серебра и железа в шельфовой зоне, в материковой - олова, золота, вольфрама, кобальта, ртути, меди, цинка, молибдена, платиноидов, агрохимических руд, вермикулита, алмазов, самоцветов.

Борьба за огромные ресурсы Ледовитого региона уже началась. Насколько обоснованы притязания претендентов? Концепция интернационализации Арктики связана с отсутствием исторических договорённостей об отделении территориальных вод от международных (в отличие от Антарктического бассейна). Секторальное деление, сложившееся в 20-е годы XXв. по принципу тяготения их к прибрежным приполярным государствам, не было подтверждено Конвенцией Организации Объединённых Наций по морскому праву 1982г., и в этом случае Россия может потерять суверенные права на 1, 7млн. кв.км своего арктического сектора. Однако ст.234 Конвенции предусматривает, что прибрежные государства имеют право принимать и обеспечивать соблюдение недискриминационных законов и правил по предотвращению, сокращению и сохранению под контролем загрязнения морской среды с судов в открытых льдами районах. Баренцево, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское моря имеют правовой статус прилегающих к побережью России арктических морей.

Парламент Норвегии 8.02.11 ратифицировал Договор 2010года о разграничении морских пространств и сотрудничестве в Баренцевом море и Северном Ледовитом океане. Договор позволит странам беспрепятственно осваивать арктические углеводородные ресурсы на своих частях шельфа. Подписанием документа Москва и Осло завершили почти 40-летний переговорный процесс разграничения исключительных экономических зон и континентального шельфа двух государств. В Совет Баренцева (Евроарктического) региона, помимо высшего органа, входит региональный совет руководителей административных единиц

Архангельской и Мурманской области, республик Коми и Карелия, Ненецкого автономного округа, от Норвегии – губерний Нурланд, Финмарк, Тромс, от Швеции – губерний Норботтен, Вестерботтен, от Финляндии- губернии Лапландия, союзов коммун Кайнуу и Северной Астроботнии. Причём в состав БЕАР входят ещё 9 стран наблюдателей: Польша, Франция, Италия и др. Через полгода после организации БЕАР появился Северный форум под предводительством США, куда вошли страны Скандинавии, но не вступила Дания из-за разногласий с Норвегией относительно отдельных участков Арктики. Организация объявила о своих притязаниях на Северный морской путь. Британия, Исландия, Швеция, Дания, Финляндия, Норвегия, Эстония, Латвия, Литва строят ещё один оборонный союз, куда войдут совместные военные и пограничные силы, разведслужбы, а также система координации действий в Арктике.

Будущее наших внуков не может оставлять нас равнодушными наблюдателями. Арктика – наша малая Родина. Россия должна и может отстаивать свои интересы на севере. Необходимо всестороннее повышение роли военно-морской деятельности при разумном наращивании потенциала флота с целью недопущения силового давления на Россию и её союзников, а также - угроз террористических актов в районах морских коммуникаций и Северного морского пути. Уменьшение российской береговой линии на Чёрном море и Балтике увеличивает нагрузку ВМФ в Баренцевом море и значимость для обеспечения национальной безопасности. Важно учесть, что энергетическая, сырьевая безопасность - давно явная проблема для Европы, поэтому нельзя исключить попытки решения её военным способом.

Проблемы устойчивости геосистем, сохранение экологического равновесия при очевидной необходимости природопользования - технически не неразрешимые сверхзадачи. Необходимо учесть, что при возрастающей роли Северного морского пути увеличится объём балластных вод в портах, риск инвазий чужеродной биотой и гибели птиц. Предполагается создание национального парка «Русская Арктика». Ядром такого национального парка может стать северная часть Кандалакшского заповедника, имеющего выдающийся опыт охраны природы северных территорий.

Развитие Северного морского пути будет определяться мощностью грузооборота, интенсивностью движения судов, надёжностью ледокольного обеспечения и экономичностью перевозок техники и технологического оборудования, энергоносителей, промышленных и продовольственных товаров. Северный морской путь с опорой на колоссальный опыт, героизм и патриотизм в истории государства – это новые горизонты развития экономики и государственности. Арктика –

это уникальная социальная среда, удивительные люди – северяне: оптимисты, труженики. Только арктические регионы РФ перечисляют в федеральный бюджет больше, чем получают в виде трансфертов. В Арктике проживает около 4 миллионов человек. Не смотря на удалённость и неблагоприятные климатические условия, около 30 городов России находится за Полярным кругом. Но нельзя забывать, что численность населения зарубежной Арктики значительно увеличивается. Так, г.Анкоридж на Аляске догнал по численности г.Мурманск, хотя в 1990году был меньше в два раза.

Возможно стратегическое планирование развития и континентальной транспортной инфраструктуры от Северного морского пути. Устойчивое региональное развитие прибрежных территорий – основа укрепления позиций России в Арктике. Развитие приморских регионов, рост доходов государства зависит от имеющих значительный производственный потенциал зоны Кольского и Кандалакшского залива, Двинской губы. Однако только незамерзающий порт Мурманск может оправдать экономические надежды. Конкурентные преимущества его обусловлены также открытым выходом в Атлантику и мировой океан в отличие от портов Балтийского и Чёрного морей. Для конкурентоспособности арктического рынка возможно развитие в Мурманске новых высокотехнологичных отраслей: судостроения, микроэлектроники, приборостроения и др., использующих свою металлургическую базу и топливо – в новом Технопарке на базе Мурманского государственного технического университета, модернизированного морского незамерзающего глубоководного порта с особой экономической зоной западного берега, новых химико-молекулярных предприятий по переработке углеводородов. Требуется, конечно, и изменение таможенных приоритетов, поскольку речь идёт вообще об особой портовой зоне, это также увеличит грузооборот порта в разы. Обеспечение стройматериалами и конструкциями связано с возрождением стройиндустрии. В структуре органов исполнительной власти насчитывается около двух десятков ведомств, причастных к освоению ресурсов Арктики. Многие специалисты высказываются в отношении приоритета ресурсоперерабатывающих производств перед ресурсодобывающими, необходимости прогноза океанических ресурсных циклов, дальнейшего картирования района, актуальности для аквальных бентосных систем базы ПДК. Приоритетным является создание геополитического информационного банка данных при ведущей роли среди всех ведомств - российской научной школы с использованием междисциплинарных исследований, можно использовать вариантный метод с целью предотвращения нежелательных экономических диспропорций. Причём развитие морского турист-

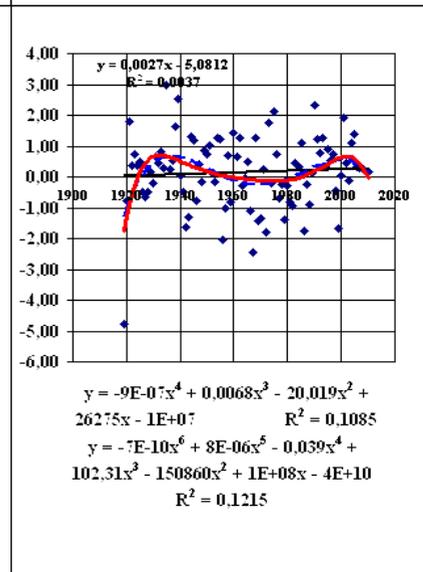
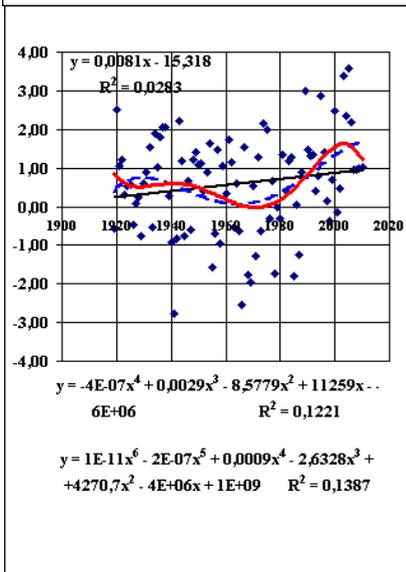
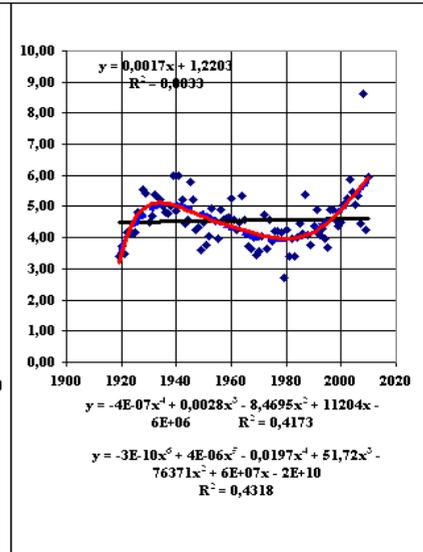
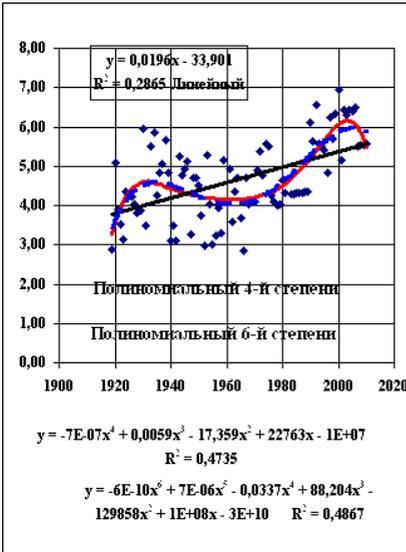
ско-рекреационного бизнеса также может стать важным направлением экономического развития региона (круизы, дайвинг, экскурсии в прибрежной зоне с ознакомлением с культурно-историческими ценностями городов российского Севера, научно-экспедиционный туризм, наблюдения за животными), поскольку представляет альтернативу уже «заезженным» маршрутам. Правительство Мурманской области предлагает создать на архипелаге Шпицберген российско-норвежскую промышленно-экономическую зону, развивать туризм в российских посёлках с преимуществами природного, культурного, научного аспекта перед Лонгиербюеном.

В нашей Арктике около 20% углеводородов расположено на глубинах 10-50м, 40%-до 100м, почти половина – на глубинах 300 и более метров. Трудность в том, что таких платформ в мире ещё никто не строил. Требуется совершенствование технологических решений по освоению и использованию месторождений полезных ископаемых, обеспечивающих высокую степень экологической безопасности, мер по повышению экономической ответственности недропользователей за неэффективное использование минеральных ресурсов, а также – за невыполнение инвестиционных обязательств.

Стратегия развития Арктики и Северного морского пути должна содержать прогноз климатических изменений. Климат Арктики – фактор риска. Восточная часть Баренцева моря и остальные моря замерзают, их акватория всего 2-3 месяца в году свободна ото льда. «Метеорологический мониторинг открытого моря проводится по данным попутных судовых наблюдений, которые всегда распределены случайным образом и отличаются крайней пространственно-временной неравномерностью. В настоящее время поток данных резко сократился, сведений о новых результатах климатической обработки нет. Вместе с тем для выявления и прослеживания аномалий погоды могут быть достаточны данные береговой сети, поскольку изменчивость метеорологических элементов над морем невелика по сравнению с прибрежной зоной...»(Дженюк, 2010). Установлено, что для климата Арктики характерна внутривековая цикличность с периодом 25-30 лет. С начала нынешнего тысячелетия - очередной цикл похолодания в восточном секторе Арктики.

Метеорологические данные представлены в виде графиков масивов среднемесячных значений с января 1919 года по станциям первого синоптического района: Рейкьявик, Тромсе, Мурманск, Архангельск. Для сравнения выбраны станции с однородными временными рядами температуры воздуха, осреднение произведено помесечно. Для обработки данных и их анализа использовался программный пакет MS Excel. Статистическая модель включает корреляционный и спектральный ме-

тоды анализа. Для наиболее адекватной оценки линии тренда были получены различные уравнения регрессии: линейные, полиномиальные 4-го порядка и полиномиальные 6-го порядка. Для уточнения модели и прогнозирования температурного хода использовался метод регрессионного анализа и метод «скользящего окна».



а) Тромсе (69° 40' с.ш., 18° 56' в.д.) б) Рейкьявик (64° 06' с.ш., 21° 54' з.д.) в) Архангельск (64 ° 30' с.ш., 40 ° 43' в.д.) г) Мурманск (68° 58' с.ш., 33° 03' в.д.)

Для вычисления скользящего среднего производилась интерполяция, а затем выборка по десятилетиям. В результате статистической обработки материалов можно сделать вывод, что подтверждается асинхронность климатической изменчивости: в западном секторе Арктики (Рейкьявик) и в восточном секторе (Тромсе, Мурманск, Архангельск). Анализ рядов, как и в предшествовавших исследованиях (Изменения климата..., 2002), показал, что время наступлений похолоданий или потеплений в различных секторах Арктики существенным образом различается.

Тенденции регионального мезоклимата в Арктике, природно-ресурсный потенциал, экологическая ёмкость геосистем, организация особо охраняемых природных территорий (в соответствии с Международными нормами), новых форм производства, решение социальных задач, развитие транспортной инфраструктуры, размещение производства в соответствии с экономико-географическими принципами и другие вопросы – «по плечу» нашим студентам как выпускникам, как современным специалистам.

Литература:

1. **Волошин, В.** Прибалты и скандинавы создают против России мини-НАТО/ В.Волошин //Комсомольская правда.-19.01.-2011.- №6.-С.1.
2. **Дженюк, Л.С.** Принципы и организация экосистемного мониторинга Баренцева и Белого морей /Л.С.Дженюк // Природа морской Арктики; современные вызовы и роль науки: Тез. докл. Междунар. науч. конф. [г.Мурманск, 10-12 марта 2010г.]. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2010. С.60-62.
3. **Жаринов, Н.В.** Военно-экономическое обоснование развития морских сил общего назначения в Арктике./Н.В.Жаринов //Морская стратегия России и экономическая деятельность в Арктике. Тезисы докладов II Всероссийской научно-практической конференции. [Мурманск, 4-5 июня 2008г.] Апатиты: изд. Кольского научного центра, 2008.- С.22-23.
4. Изменения климата Арктики за последние 10000 лет //Изв. РГО.-2002.-Т. 134.- Вып.1.- С.20-27.
5. Парламент Норвегии ратифицировал подписанный с РФ договор по Арктике <http://www.rian.ru/arctic/20110208/331928720.html>

6. Природа морской Арктики; современные вызовы и роль науки: Тез. докл. Междунар. науч. конф. (г. Мурманск, 10-12 марта 2010г.). – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2010.-253с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕТЕРОТРОФНОГО БАКТЕРИОПЛАНКТОНА И ЕГО ОСНОВНЫХ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП

Новикова А. Н., Макаревич Е. В., Богданова О. Ю., Павлова М. А.
(г. Мурманск, МГТУ, Биологический факультет, кафедра Микробиологии, e-mail: maklen73@yandex.ru)

The dependence between the number of heterotrophic bacteria and the Kola bay water temperature and salinity was researched in the work. The groups of oligotrophic and eutrophic bacteria, petrooxidizing bacteria were found. The number of bacterioplankton in the Kola bay water was counted by using the method of fluorescent microscopy.

Известно, что бактериопланктон является наиболее «чувствительным» звеном водных экосистем. Высокие адаптационные способности дают микроорганизмам возможность приспосабливаться к различным средам обитания, что делает их наиболее информативным компонентом экосистемы, способным реагировать на малейшие изменения экологических условий. При поступлении продуктов загрязнения в водоемы постепенно происходят процессы естественного самоочищения, которые обуславливаются физическими, химическими и биологическими факторами, но главенствующая роль в разложении органических веществ принадлежит гетеротрофным микроорганизмам. Они управляют круговоротом, как органических веществ, так и отдельных элементов (азота, серы, фосфора). Исходя из этого, исследование динамики численности бактериопланктона вод Кольского залива и его морфофизиологического спектра клеток представляет интерес для экологического мониторинга среды.

Основной целью данной работы являлось изучение пространственной изменчивости бактериопланктона воды Кольского залива различных эколого-трофических групп в зависимости от гидрологических показателей: солёности и температуры.

В структуре мурманского побережья Кольский залив - один из сложных гидрологических объектов. В соответствии с его морфометрическими частями и данными структурного анализа сообществ микро-

планктона в нем принято выделять три экологически разнородных области: южную, среднюю и северную (Матишов и др., 2000).

Исследования проводились в осенний и зимний периоды на станциях, расположенных в южном и среднем коленах залива (рис.1):

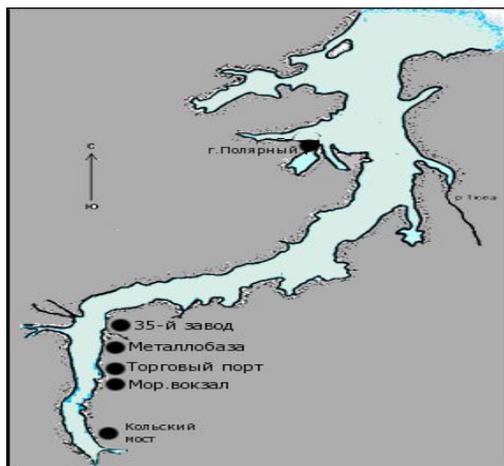


Рис.1. Расположение станций отбора проб воды Кольского залива в осенне-зимний период

Рис.1. Расположение станций отбора проб воды Кольского залива в осенне-зимний период

Отбор проб воды на микробиологический анализ осуществляли стерильной стеклянной емкостью. Для выявления различных экологических групп использовали агаризованные среды. Для подсчета олиготрофных микроорганизмов использовали «голодную среду», приготовленную на агаре Дифко (Олейник, 1997). Копиотрофные микроорганизмы выделяли на среде Зобелла (ZoBell, 1946), углеводородокисляющие – на среде Чапека с дизельным топливом (Ильинский, 2000). С целью создания условий, приближенным к естественным, посеvy культивировали при температуре 8 ± 2 °С в течение 25 – 30 сут. Температура и соленость измерялись стандартными методами с помощью поверхностного термометра и ареометра.

Минимальные показатели температуры были выявлены на станции 1 и составили 0,2 °С, максимальные на станции 2 - 1,3 °С. Данные о распределении солености представлены максимумом на станции 6 - это связано с географическим положением станции, она наиболее близка к выходу в Баренцево море, и минимумом - 10,34 ‰ на станции

1 (точка расположена вблизи впадения рек Кола и Тулома в Кольский залив). Графически данные представлены на рисунке 2.

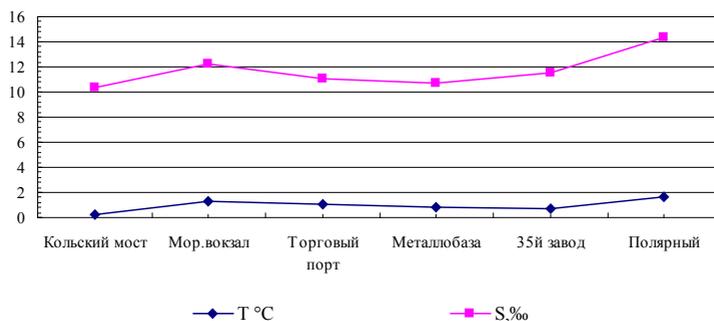


Рис.2. Распределение температуры и солёности на станциях отбора проб воды Кольского залива в период исследований

Результаты количественных измерений бактериопланктона в каждой пробе воды представлены в виде арифметического среднего (рис 3).

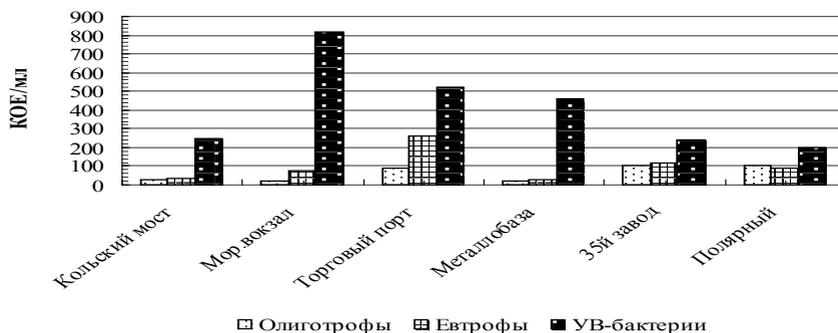
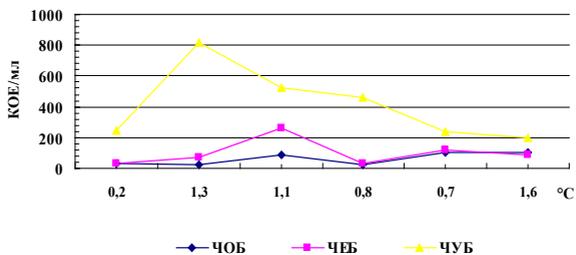


Рис.3. Распределение численности бактериопланктона на исследуемых станциях

Максимальное значение численности евтрофных бактерий наблюдалось на станции Торговый порт и составило 260 КОЕ/мл, минимальное значение численности было на станциях Кольский мост и Металлобаза и составило всего 30 КОЕ/мл. Распределение численности олиготрофного бактериопланктона на станциях изменяется равномерно, максимальные значения – 100 КОЕ/мл наблюдались на станциях г. Полярный, Торговый порт, Роста, а минимальные – 20 КОЕ/мл – на всех остальных.

Численность углеводородокисляющих микроорганизмов в воде Кольского залива составила сотни клеток в миллилитре. Минимум наблюдался на станции Роста – 240 КОЕ/мл, а максимум – 820 КОЕ/мл на станции Морской вокзал. Полученные данные можно объяснить загрязнением эстуарной зоны Кольского залива нефтепродуктами в результате работы промышленных и судовых предприятий.

Достаточно низкие значения численности, видимо, связаны с низкими среднегодовыми температурами и максимальной среднегодовой соленостью, которыми характеризуется период исследования (Мурманское УГМС, 2007). При температурах более 1°C наблюдаются «пики» численности бактерий всех трофических групп. Высокое содержание углеводородокисляющих и евтрофных бактерий на станциях связано, видимо, с загрязнением залива органическими веществами и производными нефти. Также можно предположить, что столь высокие численности данных трофических групп говорят о галофильности выделенных бактерий. По данным Мурманского УГМС соленость в Кольском заливе за зимний период варьирует в среднем от 20 до 25 ‰, во время наших исследований поверхностные воды были достаточно распресненными и поэтому численность бактериопланктона возрастает с повышением солености. Эта зависимость наблюдается на станции 3 для олиготрофов и евтрофов – при солености 11,03 ‰ численности 90 и 260 КОЕ/мл соответственно. Для углеводородокисляющих на станции 2 при солености 12,21‰ численность углеводородокисляющих бактерий составила 820 КОЕ/мл (рис.4).



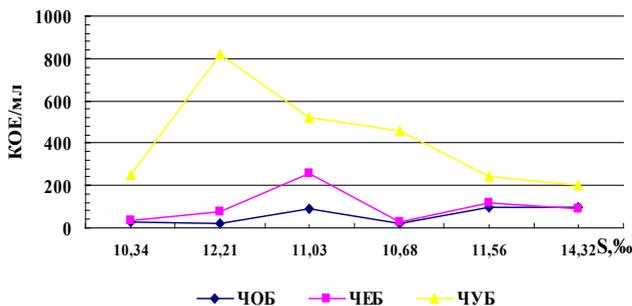


Рис.4. Распределение численности трофических групп бактерий в зависимости от температуры и солености воды

Также учет количества бактериопланктона вели методом прямой микроскопии с окраской мембранных фильтров карболовым эритрозином. Применение метода прямого счета бактерий, предложенного Разумовым, позволило получить подробные сведения о численности и распределении бактериопланктона. Использование этого метода необходимо при определении биомассы и продукции бактериопланктона (Романенко, Кузнецов, 1974).

Использование метода прямого счета бактерий показало, что их численность в водных экосистемах на 2–4 порядка выше той, которая была получена при посевах проб воды на твердые питательные среды (Сорокин, 1983). Данные были представлены в диапазоне от сотен тысяч до миллионов клеток в миллилитре. Минимальное количество фильтрующихся клеток было выявлено на станции Роста, а максимальное - на станции Металлобаза и составило соответственно: 95×10^5 и 460×10^5 (рис.5).

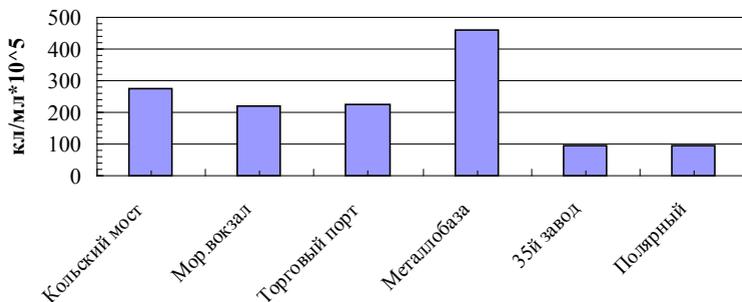


Рис 5. Численность бактериопланктона, выявленная методом прямой микроскопии, в воде Кольского залива на исследуемых станциях

Результаты исследований показали, что численность микроорганизмов различных экологических групп в водах Кольского залива зависит от расположения станций: их отдаленности от источников антропогенного загрязнения, от близости к месту впадения рек в залив. Также на распределение микроорганизмов оказывают влияние определенные факторы окружающей среды (физические, химические, гидрологические, антропогенные и биологические), которые в свою очередь являются результатом конкретных пространственно-временных условий, подверженных постоянным изменениям.

Выводы:

1. В результате работы было выявлено, что воды Кольского залива в осенне-зимний период характеризуются низкими показателями численности бактерий эколого-трофических групп, их численность представлена десятками и сотнями КОЕ/мл.
2. Для объективной оценки общей численности бактериопланктона необходимо использовать метод прямой микроскопии. Данные, полученные этим методом, представлены миллионами клеток в миллилитре.
3. В данной работе показана связь между количественными характеристиками гетеротрофных бактерий и гидрологическими параметрами.

Литература:

1. Ежегодник качества вод Баренцева моря по гидрохимическим показателям за 1988-1996 гг. – Мурманск, – 39 с.
2. Ильинский, В. В. Гетеротрофный бактериопланктон: экология и роль в процессах естественного очищения среды от нефтяных загрязнений: Авт. дис. ... докт. биол. наук. – Москва, 2000. – 53 с.

3. Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты / Под ред. Г. Г. Матишова. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997 – 265 с.
4. Олейник Г.Н. Бактериопланктон и бактериобентос в экотонных экосистемах
5. //Гидробиол. журн., 1997. Т.33, № 1. С. 51-62.
6. Романенко, В. И. Экология микроорганизмов пресных водоемов: Лабораторное руководство /В. И. Романенко, С. И. Кузнецов. – Л: Наука, 1974. – 194 с.
7. Сорокин, Ю. И. Продукция микрофлоры / Ю.И. Сорокин // Биологическая продуктивность океана. – М: Наука, 1977. – Т. 2. – С. 209–233
8. ZoBell, C. E. Marine microbiology / ZoBell, C. E. – Waltham, Mass.: Chron. Bot. Press, 1946. – 240 p.

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОЛОГИИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Перетрухина А. Т., Богданова О. Ю., Макаревич Е. В. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра Микробиологии, peretruchinaat@mail.ru*)

Введение

Одна из главных компонент любой водной экосистемы – микроорганизмы, которые являются конечным пунктом переноса загрязнений любого типа. Особое место среди них принадлежит гетеротрофным микроорганизмам, использующим для получения энергии готовые органические вещества (ОВ). Эти организмы играют главную роль в разрушении последних в морских и наземных экосистемах, управляют круговоротом ОВ, при их непосредственном участии осуществляется процесс естественного очищения экосистем и переноса ОВ в трофических сетях. Учет различных групп микроорганизмов важен для освещения всех аспектов функционирования водной экосистемы и ее мониторинга.

Методы микробиологического мониторинга

При учете бактерий методом прямой микроскопии и подсчете гетеротрофных бактерий методом посева возникают существенные расхождения, которые могут объясняться несколькими причинами, как: возможное снижение активности бактерий в природных местообитаниях; отсутствие способности к росту на определенных субстратах; высокие концентрации субстратов; медленный рост; несоответствие условий

культивирования требованиям популяции; антагонистическое воздействие и пр (Макаревич, 2004). Кроме того, к росту на питательных средах способна относительно небольшая часть микробной популяции, составляющая в незагрязненных морских водах до 10 %, в загрязненных водах эта часть популяции оказывается несколько больше. При этом общее число гетеротрофных бактерий по посеву складывается из численности олиготрофных и евтрофных бактерий, выращенных на соответствующих питательных средах, посеянных в глубину среды (факультативно-анаэробная составляющая) и посеянных на поверхность среды (аэробная составляющая). Общее число гетеротрофных микроорганизмов, выросших при температуре 20-22 °С – это группа микроорганизмов, в числе которых присутствуют как автохтонные, так и аллохтонные представители бактериоценоза. Количество микроорганизмов, выросших при 37 °С – в большей мере аллохтонная микробиота, привнесенная в водоем в результате антропогенного загрязнения, в том числе, фекального.

Указанные методы в отдельности показывают значение олиготрофной и евтрофной составляющей бактериоценоза, каждая из которых отвечает за определенную функцию в сообществе и играет определенную роль в естественном очищении экосистемы. Определения каждой из этих групп показательны для характеристики уровня загрязнения водной среды легкодоступными ОБ и может быть использовано как абсолютный показатель трофности экосистемы.

В плане использования результатов, полученных данными методами, необходимо помнить, что результаты отдельно сами по себе не показательны для полной характеристики экологического состояния водоема, поскольку показывают лишь часть микробного сообщества, не вскрывая особенностей и закономерностей функционирования бактериоценоза в данном водоеме, а следовательно, не дают возможности судить об изменениях, происходящих в экосистеме.

Соотношение различных форм микроорганизмов в водоеме может свидетельствовать о санитарном благополучии водоема, о безопасности воды в нем.

При сравнении двух экосистем большое значение может играть именно соотношение микроорганизмов разных форм. Именно и только по данному показателю порой можно установить различия в экологическом состоянии и в микросообществе двух водных экосистем или двух зон одной и той же экосистемы. Главенствующее положение микроорганизмов прочих форм в бактериоценозе может свидетельствовать о глубокой трансформации бактериоценоза водоема, чей отклик на антропогенное загрязнение выражается в смене «лидера» сообщества и возникновении особой структуры ценоза (Богданова, Петряшева, 2006).

Данный метод весьма показателен и должен быть принят как обязательный в качестве дополнительного исследования при мониторинге водной экосистемы, т.к. с его помощью можно судить не только об экологическом и санитарном благополучии воды, но и уровне процессов очищения водоема.

К группе грамположительных бактерий относятся автохтонные представители микробного населения водоема. В более экологически благополучных районах в сообществе как правило сохраняется превосходство именно грамположительных бактерий. Их главенствующее положение в сообществе говорит о хороших адаптационных способностях к воздействию различных факторов внешней среды, а также может свидетельствовать о высокой активности сапротрофных бактерий, участвующих в процессах очищения водоема и разлагающих растительные и животные останки (Богданова, 2009).

Преобладание грамотрицательных микроорганизмов над грамположительными свидетельствует о фекальном загрязнении водоема (Петрухина, 2002). Можно отметить, что среди грамотрицательных бактерий наибольшее число представлено палочковидными формами. По-видимому, они являются наиболее активными компонентами бактериопланктона в условиях загрязненных морских водных экосистем, наиболее устойчивы к условиям низких температур и к химическому загрязнению. Отклик бактериальных сообществ на поступившее в водоем антропогенное загрязнение выражается в смене обычно доминирующих в воде грамположительных форм бактерий на грамотрицательные формы микроорганизмов (Богданова, 2003).

Данный метод необходимо применять совместно с методом соотношения морфологических групп микроорганизмов. В этом случае можно судить о стадиях процессов самоочищения водоема. Преобладание палочковидных форм над кокковыми, грамотрицательных над грамположительными свидетельствует о начальных стадиях распада органических веществ. При обратимом соотношении можно говорить о завершении процессов самоочищения (Калина, 1969).

Относительное количество спорных форм в природных сообществах бактерий может указывать на состояние данных сообществ, на стадии распада питательного субстрата микроорганизмов, на уровень трофности системы (Мищенко, 2009).

Известно, что начальные стадии распада органических веществ сопровождаются массовым развитием неспороносных форм бактерий, а завершающие, такие как разложение наиболее стойких соединений, осуществляются преимущественно спорными формами. В процессе переработки питательного субстрата сначала увеличивается доля споро-

образующих микроорганизмов в вегетативном состоянии, а затем все большее число клеток переходит в спорую форму, постепенно подготавливаясь к состоянию пониженной активности. В условиях постоянно низких температур (морские водные экосистемы) спорообразование – это важнейшее приспособление, помогающее выживать при воздействии внешней среды.

Данный метод весьма показателен для характеристики экологического и санитарного состояния водной экосистемы, для определения стадий процессов очищения водоема и функционирования бактериоценоза.

Таксономический состав выделенных из проб воды бактерий может показать характер вносимых в водоем загрязнений, поскольку аллохтонные бактерии развиваются при появлении доступного субстрата. Появление в водах условно-патогенных бактерий может представлять потенциальную опасность в эпидемиологическом процессе. Метод наиболее вероятного числа (НВЧ) бактерий позволяет зарегистрировать многих представителей бактериоценоза, что в свою очередь позволяет судить о его структуре и направленности пищевых процессов в водоеме. Метод не требует дорогостоящего оборудования, достаточно достоверный при выделении наиболее хорошо изученных и часто встречающихся в водных экосистемах родов бактерий.

Биоразнообразие показывает число таксонов и степень их обилия, позволяет оценить степень различия между несколькими сообществами (Мэгарран, 1992). Методы оценки биоразнообразия по Шеннону и Серенсену основаны на методе НВЧ. Метод оценки биоразнообразия по Шеннону, характеризующего биоразнообразие бактериального сообщества в данной экосистеме в данное время. Метод оценки биоразнообразия по Серенсену характеризует степень сходства сообществ бактерий разных зон. Более высокий индекс биоразнообразия бактериальных сообществ отмечается в районах, где для развития микроорганизмов имеются более благоприятные условия или загрязнения, связанные с обилием питательных веществ. В отличие от индексов биоразнообразия, рассчитанных для флоры и фауны, более высокий индекс биоразнообразия гетеротрофных бактерий характерен для загрязненных экосистем, тогда как низкий индекс свидетельствует об относительном экологическом благополучии. Метод индекса Шеннона позволяет провести сравнительный анализ биоразнообразия двух водоемов или двух зон одного водоема, изменчивость индекса можно использовать и в качестве индикатора санитарного состояния водной экосистемы.

Олиготрофные микроорганизмы являются естественными обитателями морских водных экосистем, характеризующихся в норме сравнительно небольшими концентрациями органических веществ, в отли-

чие от евтрофных, являющихся приносными микроорганизмами, обитающими в средах с гораздо большим содержанием органики, и, соответственно, подвергавшихся загрязнению. Поэтому был введен некий коэффициент K_t , который представляет собой отношение количества евтрофных бактерий к олиготрофным и довольно точно характеризует состояние данных участков водоема (Богданова, 2009).

Чем меньше коэффициент, тем благополучней система. Если K больше единицы, то система находится под мощным антропогенным прессом, количество аллохтонного вещества (а, соответственно, и евтрофных микроорганизмов) настолько велико, что жизнедеятельность естественного олиготрофного микробного сообщества сильно подавляется.

Для оценки степени трофности пресноводных экосистем было предложено использовать соотношение между общей численностью микроорганизмов (по данным прямого счета) и численностью сапрофитных бактерий (по данным посева), его принято называть индексом трофности (R) (Разумов, 1962). Позже этот коэффициент был видоизменен на коэффициент K_i – доля гетеротрофных бактерий, способных к росту на питательных средах от общей численности бактерий по прямому счету, выраженная в процентах.

Чем более благоприятны эти условия для развития гетеротрофных бактерий в целом, тем большая их часть способна к росту на питательных средах и выше величина R и наоборот (Ильинский, 2000). Показано, что большая величина R , начинающаяся от 1% и доходящая до 10%, свидетельствует о загрязнении воды, а снижение этой величины до 1% и ниже указывает на чистые воды.

Доля споровых форм микроорганизмов в составе сообществ сапрофитных бактерий является индикатором стадии разложения питательных веществ в среде (Разумов, 1962). Был разработан коэффициент K_s , который показывает соотношение споровых форм аэробных и факультативно-анаэробных бактерий, давших рост на средах после прогревания, к общему числу колоний бактерий, выросших на богатых и бедных средах.

Сближение или расхождение в численности микроорганизмов, выросших при посеве пробы воды при 20-22⁰С, и микроорганизмов, выросших при 37⁰С указывает на степень трофности экосистемы и на характер ее загрязнения (Разумов, 1962; Корш, 1978). Отношение числа микроорганизмов, выросших на РПА при 20-22⁰С в течение 72±2ч к микроорганизмам, выросшим при 37⁰С в течение 24±2ч позволяет судить об интенсивности процесса самоочищения. Можно использовать и обратное соотношение - коэффициент K_t .

Вместе с другими показателями уровень сапрофитной микробиоты дополняет и уточняет экологическую и санитарную характеристику

водоемов, используемых в качестве источников водоснабжения, для рекреационных целей и т.п. В процессе самоочищения в водоеме происходит последовательная смена зон сапробности и соответственно смена населяющих их организмов, в том числе и бактерий. Кроме того, наблюдается изменение соотношения между различными физиологическими группами микроорганизмов (Корш, 1978). Отклик бактериоценоза на смену условий может выражаться в смене доминирования одной группы на другую. Регистрировать такие сукцессии зачастую можно только с помощью косвенных методов.

Заключение

Таким образом, в качестве индикаторов экологического и санитарного состояния водных экосистем, оценки их трофности и функционирования микробного сообщества водных экосистем Кольского Заполярья, при выполнении мониторинга рекомендовано определять следующие микробиологические показатели:

- количество бактерий по прямому счету с использованием люминесцентной микроскопии;
- общее число бактерий растущих на питательных средах при трех температурных режимах (4°C, 22 °C и 37 °C);
- учет пространственно-временной изменчивости морфологических групп (палочки/кокки/другие формы и грамположительные/грамотрицательные) гетеротрофных микроорганизмов;
- учет пространственно-временной изменчивости олиготрофных и евтрофных микроорганизмов;
- соотношения учетных групп и вычисление коэффициентов $K_{и}$, $K_{т}$, K_{f} ;
- учет грамотрицательных аэробных условно-патогенных микроорганизмов родов *Pseudomonas*, *Enterococcus*, *Bacillus*, сульфит-редуцирующих кластридий;
- вычисление для разных экосистем индексы видового биоразнообразия гетеротрофных микробных сообществ.

Литература:

1. **Богданова, О.Ю.** Пространственно-временная изменчивость гетеротрофных бактериальных сообществ воды литорали Кольского залива: Автореф. дис. . . . канд. биол. наук. – Москва, 2003. – 24 с.
2. **Богданова, О.Ю.** К вопросу о функционировании гетеротрофного бактериопланктона в воде литорали Кольского залива: Материалы Международной научно-технической конференции «Наука и об-

разование-2006»/ О.Ю. Богданова, А.С. Петряшева. – Мурманск: Издательство МГТУ, 2006. – 5 с.

3. **Богданова, О.Ю.** Пространственно-временная изменчивость количества олиготрофных и эвтрофных микроорганизмов в воде литорали Кольского залива: Материалы XV Международной экологической конференции молодежи «Эко-2009». /О.Ю. Богданова, А.В.Анциферова, Е.В. Макаревич, Е.С.Коршунова, Е.С. Мищенко. - Москва, 2009. – 5 с.

4. **Ильинский, В.В.** Гетеротрофный бактериопланктон: экология и роль в процессах естественного очищения среды от нефтяных загрязнений: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / В.В. Ильинский ; М., 2000. – 53 с.

5. **Калина, Г.П.** Санитарная микробиология / Г.П. Калина, Г.Н. Чистович. – М.: Медицина, 1969. – 383 с.

6. **Корш, Л.Е.** Ускоренные методы санитарно-бактериологического исследования воды / Л.Е. Корш, Т.З. Артемова. – М.: Медицина, 1978. – 271 с.

7. **Макаревич, Е.В.** Бактериобентос литорали среднего и южного колен Кольского залива: Дис.....канд. биол. наук. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2004. – 163 с.

8. **Мищенко, Е.С.** Исследование сезонной изменчивости общей численности микроорганизмов водных масс литорали Кольского залива /Е.С. Мищенко, О.Ю. Богданова, Е.В. Макаревич, А.Н. Новикова/ Материалы Всерос. НТК «Современные проблемы экологии». – М.; Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2009. – 5 стр.

9. **Мэгарран, Э.** Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран // Перевод с англ. Н.В. Матвеевой. – М.: Мир, 1992. – 181 с.

10. **Перетрухина, А.Т.** Микробиологический мониторинг водных экосистем Кольского Заполярья: Дис. докт. биол. наук. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2002. – 245 с.

11. **Разумов, А.С.** Микробиальный планктон воды / А.С. Разумов // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. – М., 1962, Т. 12. – С. 60–190.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МИКРОБИОТЫ ПОЧВ ПО СЕЗОНАМ ГОДА Г. МУРМАНСКА

Гераськин В. С., Перетрухина А. Т. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии)

Условно-патогенные микроорганизмы широко распространены в окружающей среде. Они способны развиваться и длительно храниться при низких температурах. В почвенных экосистемах эти бактерии могут

сохраняться длительное время, используя эту экологическую нишу как фактор передачи заразного начала.

Имеющиеся к началу наших исследований данные литературы позволили предположить, что условно-патогенные микроорганизмы можно использовать в качестве индикаторов для мониторинга почвенных экосистем.

Почва - важнейший компонент в круговороте веществ. Большое количество веществ подвергаются минерализации, часть из них ассимилируется в ней. Антропогенное воздействие окружающей среды оказывает огромное влияние на микробиологический состав. Коренные изменения его повлекут за собой необратимые реакции.

Почва является благоприятной средой для развития любой микрофлоры, в том числе и патогенной. Основной целью санитарно-микробиологических исследований почвы является гигиеническая оценка с точки зрения инфекционной опасности для человека. Современный методический уровень позволяет успешно выявлять возбудителей инфекционных заболеваний в почве.

Санитарно-микробиологические исследования почв - это контроль за состоянием почвенной микрофлоры, но его нужно сочетать в комплексе с биохимическими, физическими и др. показателями. Только зная степень воздействия человеческого фактора на почвенные экосистемы, можно предотвратить необратимые последствия.

Нами проведены исследования качественного и количественного состава микроорганизмов почвы города Мурманска, взятых из точек г. Мурманска по сезонам года с октября 2007 по май 2010 года.

Для санитарно-микробиологических исследований почв г. Мурманска были взяты три участка в трех районах города:

- в Ленинском - детский сад №34 - станция 1;
- в Октябрьском - парк вокруг памятника «Жертвам интервенции» - станция 2;
- в Первомайском - прогимназия №24 - станция 3.

Результаты исследований отражены в таблице.

Таблица.

Сравнительная таблица оценки количественного состава микробиоты исследуемых образцов почвы по сезонам года

Период	№ станции	ОМЧ, КОЕ/г	Индекс БГКП	Индекс энтерококков	Патогенные бактерии	Титр <i>Cl. perfringens</i>
Весна	1	$7,8 \cdot 10^5$	10000	10	0	0

	2	$1,6 \cdot 10^6$	10000	10000	0	0
	3	$2,2 \cdot 10^6$	10000	1000	0	0
Осень	1	$4,5 \cdot 10^4$	1000	100	0	100
	2	$7,1 \cdot 10^5$	1000	100	0	100
	3	$9,9 \cdot 10^4$	1000	100	0	100
Зима	1	$3,8 \cdot 10^4$	1000	100	0	0
	2	$2,6 \cdot 10^4$	1000	10	0	0
	3	$1,9 \cdot 10^4$	1000	100	0	0

Оценено санитарное состояние исследуемой почвы по основным санитарно-бактериологическим показателям. Обнаружена кишечная палочка (*E. coli*), что свидетельствует о свежем фекальном загрязнении на всех исследуемых участках. Нахождение микроорганизмов рода *Enterobacter* говорит о несвежем фекальном загрязнении.

Коли-индекс для всех участков в весенний, осенний, зимний периоды варьировал от 1000 до 10 000. Этот показатель не соответствует норме, указанной в СанПиН 2.1.7.1287-03.

Определен численный состав микроорганизмов почв выбранных станций. Общая численность микроорганизмов в почве составила от нескольких десятков тысяч клеток до миллиона клеток в 1 г почвы.

Были выявлены доминирующие микроорганизмы исследуемых территорий. К ним относятся микроорганизмы следующих родов *Enterococcus*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Providencia*, *Cl. perfringens*.

С эпидемиологической и гигиенической точки зрения, исследуемые территории (детский сад №34, парк вокруг памятника «Жертвам интервенции», прогимназия №24) можно оценить как неблагоприятные. То есть почвы на выбранных станциях можно отнести по категории загрязнённости к опасным.

Проанализировав сезонную динамику численности микроорганизмов на исследуемых участках можно сказать, что весной количество их значительно возрастает, а зимой резко уменьшается.

Литература:

1. **Мишустин Е. Г.** Микрофлора северных почв / Е.Г. Мишустин, В.А. Мирзоева // Проблемы Севера. – 1964. – Вып.8. – с. 170-199.

2. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: методические указания. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. – 38 с.
3. МУ 2.1.7.7.730-99. Методы по санитарно-микробиологическому анализу почв. – М., 1999. – 45 с.
4. СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. – М.: Минздрав России, 2003. – 23 с.

ХИМИЧЕСКИЙ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОЗЕРНЫХ ЭКОСИСТЕМ Г. МУРМАНСКА

Перетрухина А. Т., Луценко Е. С., Блинова Е. И. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии, e-mail: peretruchinaat@mail.ru*)

Формирование оптимальных условий жизни населения Кольского Заполярья включает как важную составляющую гигиенический аспект оценки влияния антропогенного загрязнения на окружающую среду, и, прежде всего, контроль качества воды пресных водоемов. В методологическом плане, для ответа на многие вопросы, связанные с охраной окружающей среды, необходимо проведение комплексного мониторинга состояния водных экосистем с целью определения наиболее информативных микробиологических критериев, объективно отражающих состояние пресных водоемов. Основная цель работы – провести комплексный микробиологический мониторинг пресных водных экосистем Кольского Севера с учетом изменяющихся абиотических характеристик водной среды.

Для оценки качества воды пресных водоемов пробы отбирали из следующих озер г. Мурманска: Ледовое, Семеновское, Портянка, Капелька, Глубокое, Среднее, Окуневое, Питьевое малое, Питьевое большое.

Отбор проб воды для микробиологических исследований осуществляли в соответствии с МУК – 4.2.1018-01. В воде поверхностных водоемов исследовали число сапрофитных микроорганизмов, грамотрицательных аэробных и факультативно-анаэробных палочек, грамотрицательных условно-патогенных микроорганизмов, бактерий родов *Salmonella* и *Shigella*, грамотрицательных аэробных и микроаэрофильных палочек и кокков, энтерококков и стафилококков, клостридий (МУК 4.2.1018-01, СанПиН 2.1.5.980-00, МУК 4.2.1884-04, ГОСТ Р 52816 – 2007, ГОСТ Р 52814 – 2007 (ИСО 6579:2002), ГОСТ Р 52815 - 2007, ГОСТ 30726 – 2001, МР № 1, 2001, МР № 2, 2001).

Результаты некоторых химических анализов водных экосистем использованы из Государственного доклада «О санитарной эпидемиологической обстановке Российской Федерации в 1999 году» за 5 лет (2000) и докладов Государственного комитета по охране окружающей среды Мурманской области с 1995 по 2000 годы. Определение химических показателей питьевой воды проводили согласно ГОСТ 2874–92. При анализе и обработке экспериментальных данных использовали критерий Стьюдента. Статистическое распределение микроорганизмов в пробе оценивали по доверительному интервалу согласно ГОСТ Р 51446–99.

Регулярные ежемесячные экспедиционные наблюдения проводились на оз. Семеновском – водоеме, расположенном в черте города в зоне отдыха горожан. Оз. Семеновское по коэффициенту комплексности загрязненности вод (13 %) относится к I категории, воды загрязнены по единичным ингредиентам и показателям качества (Доклад Госкомитета по охране..., 1995–2000). Нами были проведены гидрохимические исследования качества воды озер Мурманской области (табл. 1).

Таблица 1

Химические исследования поверхностных водоемов

Показатели качества воды	Озеро Ледовое	Озеро Семеновское	Озеро Питьевое	ПДК, мг/л
pH	7,36	7,36	7,18	6-9
Растворенный кислород, мг О/л	7,48	9,17	10,31	> 4
Общая щелочность, мг-экв/л	0,3	0,26	0,21	
Аммоний, мг/л NH ⁺ ₄	0,417±0,033	0,383±0,033	0,833±0,033	0,5
Нитриты, мг/л NO ⁻²	0,065±0,004	0,003	0,007±0,001	0,08
Нитраты, мг/л NO ⁻³	1,23±0,073	0,117±0,033	0,383±0,017	40,0
Фосфаты, мг/л PO ₄ ³⁻	0,049±0,001	0,073±0,007	1,24±0,006	0,05 - олиготрофные; 0,15 - мезотрофные; 0,2 - эвтрофные

Сульфаты, мг/л SO ₄ ³⁻	33,3±0,6 53	10,67±0, 653	40,67±0,6 5	100,0
Общая жест- кость, ммоль/л	4,5±1,18	4,0±0,58	3,41±1,5	7,0 ммоль/л
Карбонатная жесткость, мг/л Ca ²⁺	87,49±0, 73	28,07±0, 35	39,5±0,4 1	-
Кремний мг Si/л	2,66±0,0 4	0,857±0, 003	3,46±0,0 07	10,0
Кремний мг SiO32-/л	7,13	2,314	9,34	-
Железо, мг/л Fe ³⁺	0,307±0, 013	0,068±0, 003	0,082±0, 003	0,1; 0,05 (для морских вод)

Величина рН во всех пробах соответствовала природным показателям.

Концентрация кислорода в воде всех проанализированных объектов соответствовала существующим нормативным требованиям. Данные по содержанию растворенного кислорода отражают более низкие абсолютные величины его концентрации в пробах воды из Ледового озера (7,48 мгО/л).

Отклонение концентрации растворенного кислорода от равновесной может быть обусловлено процессами биологической трансформации веществ и энергии, например, в ходе аэробного биохимического окисления органических веществ, концентрация растворенного кислорода снижается. В большинстве отобранных проб воды отмечено повышенное содержание железа, за исключением озер Семеновского и Питьевого. Повышенное содержание железа может быть связано со сбросом промышленных сточных вод. Концентрация железа в воде тесно взаимосвязана с содержанием в ней углекислоты: в кислой среде растворимость соединений железа увеличивается, в щелочной – уменьшается. Отмечено превышение ПДК по аммонийному азоту (озеро Питьевое – 1,7 ПДК), по фосфатам (озеро Питьевое – 24,8 ПДК). Содержание нитритов во всех точках озера г. Мурманска не превышает предельно допустимого уровня, но наибольшими концентрациями по сравнению с другими водоемами характеризуются озеро Ледовое.

Пробы воды анализировали на следующие микробиологические показатели: МАФАНМ методом определения НВЧ при двух температурах 22 и 37°С (табл. 2), наличие колиформ, патогенной кишечной флоры – родов *Salmonella*, *Schigella*; сульфитредуцирующих клостридий, микроорганизмов родов *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*. Идентификацию выделенных культур проводили постановкой биохимиче-

ских тестов и серологических реакций. Для сравнения были проведен прямой счет бактерий методом Разумова с использованием эритрозина.

Таблица 2

Общая численность микроорганизмов в воде поверхностных водоемов

Наименование водоема	№ по вт	Общее количество бактерий (кл/мл)	Ср. значение	Дов. интервал	Метод серийных разведений, Т 22°C, КОЕ/мл	Метод серийных разведений, Т 37°C, КОЕ/мл
Озеро Портянка	1	1,65·10 ⁸	1,65·10 ⁸	(1,65 ± 0,04) · 10 ⁸	7,4·10 ⁵ ±0,15·10 ⁵	6,2·10 ⁵ ±0,15·10 ⁵
	2	1,61·10 ⁸				
	3	1,69·10 ⁸				
Озеро Большое	1	4,82·10 ⁷	4,84·10 ⁷	(4,84 ± 0,01) · 10 ⁷	1,6·10 ⁶ ±0,1·10 ⁶	4,3·10 ⁵ ±0,15·10 ⁵
	2	4,74·10 ⁷				
	3	4,98·10 ⁷				
Озеро Питьево	1	3,26·10 ⁸	3,27·10 ⁸	(3,27 ± 0,02) · 10 ⁸	4,3·10 ⁷ ±0,1·10 ⁷	2,9·10 ⁷ ±0,1·10 ⁷
	2	3,26·10 ⁸				
	3	3,30·10 ⁸				
Озеро Капелька	1	1,87·10 ⁸	1,84·10 ⁸	(1,84 ± 0,01) · 10 ⁸	2,3·10 ⁹ ±0,2·10 ⁹	7,3·10 ⁸ ±0,2·10 ⁸
	2	1,71·10 ⁸				
	3	1,93·10 ⁸				
Озеро Среднее	1	4,01·10 ⁸	4,00·10 ⁸	(4,00 ± 0,07) · 10 ⁸	4,5·10 ⁹ ±0,2·10 ⁹	2,9·10 ⁹ ±0,2·10 ⁹
	2	3,94·10 ⁸				

	3	$4,06 \cdot 10^8$				
Озеро Семеновское	1	$1,51 \cdot 10^8$	$1,51 \cdot 10^8$	$(1,51 \pm 0,07) \cdot 10^8$	$2,9 \cdot 10^8 \pm 2 \cdot 10^8$	$4,6 \cdot 10^7 \pm 1 \cdot 10^7$
	2	$1,57 \cdot 10^8$				
	3	$1,44 \cdot 10^8$				

Прямой метод подсчета общего количества микроорганизмов в воде показал сходные результаты с методом НВЧ. Анализ результатов исследований методом прямого счета и методом НВЧ показал, что наиболее загрязненными объектами являются озера Среднее и Питьевое. В пробах воды оз. Ледового и Среднего видна явная взаимосвязь между концентрациями загрязняющих веществ и общим количеством КОЕ/мл воды. Наиболее чистыми являются озера Окуневое и Семеновское. Общее количество микроорганизмов в КОЕ/мл не превышало $1,1 \cdot 10^3$, что соответствует санитарным показателям для поверхностных водоемов. В озерах Большое и Портянка количество микроорганизмов в КОЕ/мл находилось в пределах от $1,5 \cdot 10^5$ до $1,3 \cdot 10^6$. Вода этих озер не может быть использована в питьевых целях. Исследование качественного состава микрофлоры поверхностных водоемов г. Мурманска показало разнообразие родов и видов микроорганизмов. В результате микробиологического анализа были обнаружены бактерии родов *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Clostridium*. Патогенной микрофлоры в пробах воды поверхностных водоемов г. Мурманска не обнаружено.

Прямой метод подсчета общего количества микроорганизмов в воде поверхностных водоемов показал сходные результаты с методом наиболее вероятного числа микроорганизмов при культивировании при температуре 22° С. В связи с этим, нами рекомендовано для проведения достоверного микробиологического мониторинга при комплексном исследовании воды поверхностных водоемов использовать следующие показатели: общее микробное число общее число бактерий при двух температурных режимах (22°С и 37°С); количество общих и фекальных колиформных бактерий; количество бактерий рода *Enterococcus*; количество спор сульфитредуцирующих клостридий.

Литература:

1. Доклад Государственного комитета по охране окружающей среды Мурманской области. – Мурманск, 1995 - 2000. – 760 с.

2. Доклад Центра Госсанэпиднадзора Мурманской области за 5 лет «Гигиена населенных мест. Санитарное состояние атмосферного воздуха и здоровья населения». – Мурманск, 1999. – 73 с.
3. ГОСТ Р 52816 - 2007. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). – М.: Изд-во Стандартиформ, 2008. – 16 с.
4. ГОСТ Р 52814 – 2007 (ИСО 6579:2002). Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2008. – 20 с.
5. ГОСТ Р 52815 - 2007. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2009. – 24 с.
6. ГОСТ 30726 - 2001. Методы выявления и определения количества бактерий вида *Escherichia coli*. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 11 с.
7. Методические указания (МУК 4.2.1884-04) Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов. – М.: Минздрав России, 2005. – 58 с.
8. Обнаружение и количественный учет грамтрицательных микроорганизмов в водных объектах и гидробионтах в условиях Кольского Заполярья / Методические рекомендации. МР № 1. //Под ред. А.Т. Перетрухиной. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2001. – 57 с.
9. Обнаружение и количественный учет грамположительных микроорганизмов в водных объектах и гидробионтах в условиях Кольского Заполярья / Методические рекомендации. МР № 2. //Под ред. А.Т. Перетрухиной. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2001. – 78 с.
10. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. – М.: Минздрав России, 2000. – 22 с.
11. МУК 4.2.1018-01. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды. – М.: Минздрав России, 2001. – 41 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МИКРООРГАНИЗМОВ ВОДЫ И РЫБЫ

Перетрухина А. Т., Блинова Е. И. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиология, e-mail: peretruchinaat@mail.ru).

Качественный состав микроорганизмов поверхности рыбы зависит от окружающей среды. В первую очередь она зависит от воды, в которой обитает и выловлена рыба. На рыбе, обитающей в теплых регионах, обнаружены мезофильные микроорганизмы, в холодных – психрофильные бактерии. Количественный состав бактерий также зависит

от среды обитания и колеблется от 10^2 до 10^7 КОЕ/1 см² поверхности рыбы.

Микрофлора воды может существенно изменяться в зависимости от времени года, температуры и размножения планктона, который губительно действует на бактерии, обладая способностью выделять антибиотические вещества. Сброс сточных вод в прибрежную морскую среду может привести к размножению в ней болезнетворных бактерий родов *Salmonella*, *Shigella*, *Enterococcus*, *Escherichia*, *Staphilococcus* и др. В иле и на морском дне обнаруживают патогенные клостридии (*Cl. botulinum*, *Cl. perfringens*).

Нами изучена взаимосвязь между качественным составом микрофлоры морской воды и рыбы. Воду и рыбу отбирали в районах лова в юго-западном районе Баренцева моря в разное время года. Определяли МА-ФАНМ и качественный состав микрофлоры воды и рыбы. Общее микробное число в 1 мл воды не превышало $5,3 \cdot 10^3$ КОЕ/мл, на рыбе – $1,4 \cdot 10^3$ КОЕ/мл. Качественный состав микроорганизмов отмечен на рис. 1.

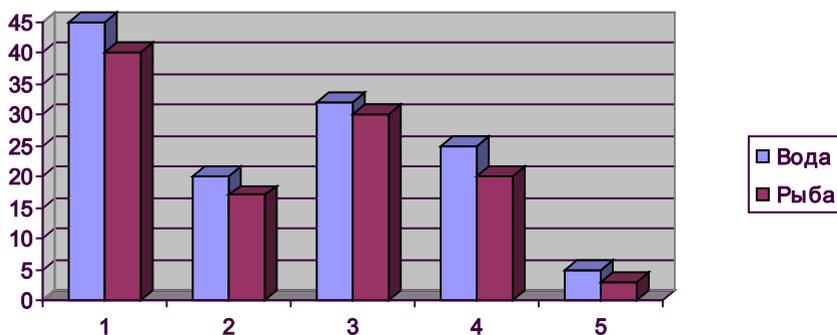


Рис. 1. Взаимосвязь между качественным составом микроорганизмов морской воды и рыбы, (N – доля каждой группы в % от ОМЧ): 1 – грамположительные кокки (рода *Micrococcus*, *Enterococcus*); 2 – грамположительные палочки спорообразующие и неспорообразующие (родов *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*); 3 – грамотрицательные аэробные палочки (рода *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*); 4 – факультативно-анаэробные грамотрицательные палочки (родов *Chromobacterium*, *Proteus*, *Vibrio*); 5 – прочие бактерии.

В результате проведенных исследований отмечено, что в составе микроорганизмов встречаются представители родов *Micrococcus*, *Ente-*

rococcus (в воде – 40–45 %, на рыбе – 38–40 %), *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium* (в воде – 15–20 %, на рыбе – 15–17 %), *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes* (в воде – 30–32 %, на рыбе – 25–30 %), *Chromobacterium*, *Proteus*, *Vibrio* (в воде – 20–25 %, на рыбе – 20–22 %), а также дрожжи и плесневые грибы (в воде 2–5 %, на рыбе – 1–3 %).

Исследована взаимосвязь микрофлоры воды и поверхности здоровой и снулой рыбы. В результате установлено, что качественный состав микрофлоры поверхности здоровой рыбы находится в тесной связи с микрофлорой воды, где она выловлена. Количество грамположительных палочек и кокков, образующих и не образующих эндоспоры, составило 50 % и преобладает над грамотрицательной микрофлорой (45 %) в весенне-летний период. Количество грамотрицательной микрофлоры поверхности снулой рыбы (80 %) преобладает в этом же периоде над грамположительной (15 %) (табл. 1).

Таблица 1

Таксономический состав микроорганизмов на поверхности здоровой и снулой рыбы в зависимости от микробного числа воды в разное время года, количество бактерий каждой группы в % от общего числа выделенных бактерий

Выделенная микрофлора (рода микроорганизмов)	Здоровая рыба	Снулая рыба	Вода	Здоровая рыба	Снулая рыба	Вода
	Весенне-летний период			Осенне-зимний период		
Факультативно-анаэробные грамотрицательные палочки (<i>Proteus</i> , <i>Citrobacter</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Escherichia</i> и др.)	15	30	20	10	25	12
Аэробные грамотрицательные палочки (<i>Pseudomonas</i> , <i>Flavobacterium</i> , <i>Alcaligenes</i> и др.)	30	50	41	30	40	23

Грамположительные кокки (<i>Enterococcus</i> , <i>Micrococcus</i> и др.)	30	10	32	45	23	43
Грамположительные палочки, образующие эндоспоры (<i>Bacillus</i> , <i>Clostridium</i>)	20	5	4	10	7	14
Дрожжи и плесневые грибы (<i>Mucor</i> , <i>Fusarium</i>)	5	5	3	5	5	8

Вероятно, это можно объяснить влиянием биологического состояния рыбы и снижением естественной резистентности. В воде и рыбе доминируют бактерии родов *Pseudomonas*, *Proteus*, которые могут явиться причиной болезни и снулости рыб.

Облигатно-патогенных кишечных микроорганизмов родов *Shigella*, *Salmonella*, в воде и на поверхности в исследуемых образцах рыб обнаружено не было. На этих объектах преобладали условно-патогенные микроорганизмы родов *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*. При поражениях рыб наиболее часто выявляли бактерии родов *Proteus* (*Pr. vulgaris*) и *Pseudomonas* (*Ps. aeruginosa*).

На поверхности рыб обнаружены УПБ родов *Morganella*, *Serratia*, *Edwardsiella*, *Hafnia*, *Moraxella*, *Providencia*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Yersinia*, *Aeromonas*. Наши данные согласуются с результатами исследований ряда авторов, изучавших болезни рыб, вызываемые УПБ.

Нами были проведены исследования аутомикрофлоры живой и снулой рыбы в аквариуме магазина по продаже живой рыбы. Мазки-отпечатки для подсчета МАФАНМ брали с кожи рыбы на агаровые пластинки, а анализ на БГКП, энтерококки и стафилококки проводили методом смыва.

Оценку аутомикрофлоры живой, снулой и больной рыбы осуществляли по четырем уровням подсчета общего количества бактерий на пластинках. Первый уровень – нормальный – от 0 до 20 колоний; второй уровень – повышенный – от 20 до 100 колоний; третий уровень – высокий – более 100 колоний; четвертый уровень – очень высокий – сплош-

ной рост микроорганизмов на пластинках. Первый уровень от общего числа обследованных живых рыб составил 50 %. Количество МАФАНМ ($M \pm m$) – $2 \cdot 10^2$ КОЕ/г, колиформ не выделено, энтерококков – 1,2 %, стафилококков не выявлено. Второй уровень от общего числа обследованных рыб составил 20 %. Количество МАФАНМ – $4 \cdot 10^2$ КОЕ/г, колиформ – 2 %, энтерококка – 6 %, стафилококка – 0,2 %. Третий уровень от общего числа обследованных рыб – 20 %, количество МАФАНМ составило $1,2 \cdot 10^3$ КОЕ/г, колиформ – 8 %, энтерококки – 8 %, стафилококки – 4 %. Четвертый уровень от общего числа обследованных рыб – 10 %, рыба снулая. Количество МАФАНМ было более $1,1 \cdot 10^4$ КОЕ/г, колиформы – 30 %, УПБ – 30 %, энтерококки – 30 %, стафилококки – 5 %, оставшиеся 5 % составили бактерии родов *Bacillus*. Из грамотригативных бактерий на больной и снулой рыбе доминировали бактерии родов *Proteus* (*Pr. vulgaris*) и *Pseudomonas* (*Ps. aeruginosa*).

Вода в аквариуме не соответствовала санитарным нормам. Количество МАФАНМ составило более $1,6 \cdot 10^9$ – $1,2 \cdot 10^{10}$ КОЕ/мл. По нашему мнению, причиной снулости рыбы могло послужить несоответствие воды в аквариуме санитарным нормам и наличие в воде и на поверхности рыб значительного количества УПБ родов *Proteus*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Enterococcus*.

Нами изучен также качественный состав микроорганизмов на поверхности рыбы разных видов, выловленных в пресных водоемах Мурманска и области. Результаты отражены в табл. 2.

Таблица 2

Относительное количество бактерий разных групп на поверхности тела исследованных рыб пресных водоемов Мурманска и области по сезонам года, количество бактерий каждой группы в % от общего числа выделенных бактерий

Группы микроорганизмов	Семга	Горбуша	Кумжа	Голец	Сиг	Язь	Щука	Окунь	Плотва	Налим	Ерш	Лещ	Корюшка
Осень-зима													
Грамположительные кокки	3 7	3 8	3 7	3 6	3 8	3 8	3 6	3 1	3 1	3 0	3 1	3 3	3 8
Грамположительные палочки	2 0	2 0	2 1	2 0	1 8	2 0	2 0	2 3	2 1	2 0	2 2	1 7	2 0

спорообразующие													
Грамотрицательные аэробные палочки	18	16	22	24	24	22	24	27	28	30	27	26	22
Грамотрицательные факультативно-аэробные палочки	20	20	13	17	16	15	15	16	17	15	15	20	16
Прочие микроорганизмы	5	5	3	3	4	5	5	4	3	5	5	4	4
Весна-лето													
Грамположительные кокки	23	23	25	26	23	28	23	24	26	25	26	24	24
Грамположительные палочки спорообразующие	15	13	13	10	13	20	13	13	10	13	10	12	14
Грамотрицательные аэробные палочки	32	34	32	34	34	32	34	33	34	32	34	34	32
Грамотрицательные факультативно-аэробные палочки	24	24	26	26	25	25	25	25	26	24	24	25	25
Прочие микроорганизмы	6	6	4	4	5	5	5	5	4	6	6	5	5

Изучен также таксономический состав бактерий на поверхности различных видов морских рыб. Результаты представлены в табл. 3. Выявлены следующие группы бактерий: грамотрицательные аэробные

палочки родов *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Chromobacterium*, факультативно-анаэробные грамотрицательные палочки родов *Aeromonas*, *Proteus*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, грамположительные палочки и кокки, образующие эндоспоры родов *Bacillus*, *Clostridium*, грамположительные кокки родов *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*.

Таблица 3

Видовой состав бактерий на поверхности разных видов рыб, %

Группы бактерий	Виды исследованных рыб								
	Сельдь	Путассу	Треска	Скумбрия	Окунь	Ледяная	Хек	Мойва	Ставрида
Грамотрицательные аэробные палочки (роды <i>Alcaligenes</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Flavobacterium</i>)	10	10	5	15	20	15	10	25	10
Факультативно-анаэробные грамотрицательные палочки (<i>Aeromonas</i> семейства <i>Vibrionaceae</i> , <i>Proteus</i> , <i>Morganella</i> , <i>Yersinia</i> , <i>Citrobacter</i> , <i>Enterobacter</i> семейства <i>Enterobacteriaceae</i>)	30	40	18	20	25	30	20	20	20
Грамположительные палочки и кокки, образующие эндоспоры (роды <i>Bacillus</i> , <i>Clostridium</i>)	10	10	5	20	25	10	10	25	10
Грамположительные кокки (роды <i>Enterococcus</i> , <i>Streptococcus</i> , <i>Staphylococcus</i>)	40	30	60	40	20	45	55	20	50
Прочие (дрожжевые и плесневые грибы)	10	10	12	5	10	5	5	10	10

В составе прочих микроорганизмов обнаружили споры дрожжевых и плесневых грибов, устойчивых к воздействию низких температур.

В настоящее время в НТД по контролю качества рыбного сырья внесены следующие показатели: МАФАНМ не должно превышать $5 \cdot 10^4$ КОЕ/г (колонии, образующие единицы). В массе продукта (в г) не допускаются бактерии группы кишечной палочки (БГКП): колиформы в 0,01 г, золотистый стафилококк в 0,01 г, патогенная микрофлора, в том числе сальмонеллы, в 25 г продукта. Количество паразитических вибрионов в сырье не должно превышать 10 КОЕ/г; при направлении сырья на изготовление продуктов с термической обработкой, на замораживание или крепкий посол допускается присутствие вибрионов до 500 КОЕ/г.

Дополнительным тестом на выявление гнилостной порчи рыбы является определение в 0,01 г бактерий рода *Proteus* по методу Шукевича. Следует отметить, что существует тесная взаимосвязь между физическими, химическими и микробиологическими показателями.

Непригодная для пищевых целей рыба тонет в воде, поддерживаемая только у центра, она сгибается дугой, брюшко вздутое, серо-грязно-розового или красного цвета. При проколе брюшка выделяется газ с резким запахом. Мясо рыбы мягкое, легко отделяется от ребер и позвоночника, при сдавливании выделяется жидкость. Кровь жидкая, грязно-красного цвета, не свертывается. Реакция среды щелочная, на аммиак и сероводород выражена отчетливо. В мазках, окрашенных по Граму, под микроскопом наблюдается 50 и более микробных клеток, причем преобладают грамотрицательные бактерии.

Поскольку бактерии родов *Proteus* (*P. vulgaris*) и *Pseudomonas* (*Ps. aeruginosa*) обладают протеолитической активностью, играют основную роль при гнилостной порче рыбы, являются психрофильной и естественной микрофлорой водных объектов в условиях Кольского Заполярья, их необходимо включать в нормативную документацию по контролю сырья.

Полученные данные исследования микроорганизмов поверхности рыб свидетельствуют о том, что количественное содержание бактерий на коже свежельвленной рыбы находится в тесной взаимосвязи с микробной обсемененностью воды, при ослаблении неспецифической антиинфекционной резистентности под влиянием эндогенных и экзогенных факторов, число микроорганизмов на коже рыб увеличивается.

На поверхности снулой и больной рыбы в аквариуме установлено преобладание грамотрицательных над грампозитивными микроорганизмами. Это можно объяснить влиянием биологического состояния рыбы и снижением естественной резистентности. По нашему мнению, причиной

болезни и снулости рыбы могло послужить несоответствие воды санитарным нормам и наличие в воде и на поверхности рыб значительного количества УПБ родов *Proteus*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Enterococcus*.

Литература:

1. **Перетрухина А. Т.** Микробиологический мониторинг водных экосистем Кольского Заполярья. Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. – Мурманск, 2002. – 245 с.
2. **Перетрухина А. Т., Богданова О. Ю., Третьякова С. Ю.** Исследование взаимосвязи между качественным составом микрофлоры морской воды и рыбы. Докл. на 10-й науч.-техн. конф. проф.-препод. состава МГТУ 20–30 апреля 1999 г., г. Мурманск. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 1999. – С. 399 – 400.
3. **Дутова Е. Н., Гофгарш М. М, Призренова И. И., Сазонова А. С.** Техническая микробиология рыбных продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1975. – 300 с.
4. **Craig J. M., Hayes S., Pilcher K. S.** Vorkommen von Clostridium botulinum Typ E in Seelachs und anderen Fischen des Nordwest-Pazifik. Appl. Microbiol 16 (1968) S. 553 bis 557.
5. **Shewan J. M.** Bakteriologie des in Seewasser gekuhlten Fisches. Fish handling and preservation, Proceed, at Meet. on Fish TechnoL Scheveningen — Sept. 1964—Paris OECD (1965) S. 95 bis 109 und 111 bis 115.
6. **Shewan J. M., Hobbs G., Hodgkiss W.** Die Pseudomonas und Achromobactergruppen beim Verderb mariner Weififische. J. appi Bacteriol. 23 (1960) S. 463 bis 466.
7. **Vandamme P., Gillis M., Vancanneyt M., Hoste B., Kersters K., Falsen E.** 1993. Moraxella lincolni, spp. Nov., isolated from human respiratory tract, and reevaluation of taxonomic position of Moraxella osloensis. Int.J.Syst. Bacteriol. 43: 474-481.

УСТОЙЧИВОСТЬ ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ К АНТИБИОТИКАМ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ

Блинова Е. И., Кошелева Л. П. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра микробиологии).

The article provides a detailed classification of antibiotics are described in detail the basic mechanisms of resistance of microorganisms to antibiotics, and ways to overcome this problem.

Антибиотики – специфические продукты жизнедеятельности или их модификации, обладающие высокой физиологической активностью по отношению к определенным группам микроорганизмов (бактериям, актиномицетам, грибам, водорослям, простейшим) или к злокачественным опухолям, избирательно задерживая их рост или полностью подавляя развитие.

В основу классификации антибиотиков положены разные принципы.

1) По способу получения:

- природные
- синтетические
- полусинтетические (на начальном этапе препарат получают естественным путем, но на каком-то этапе дальнейший синтез продукта ведут искусственно)

2) По направленности действия:

- антибактериальные (пенициллины, цефалоспорины, тетрациклины)
- противогрибковые (нистатин, гризеофульвин, амфотерицин В)
- противоопухолевые (митомидин С, реумидин, оливомидин)
- противотуберкулезные (стрептомицин, канамицин, циклосерин)
- противопротозойные (фумагиллин)

3) По антимикробному спектру:

- антибиотики широкого спектра действия (цефалоспорины, макролиды)
- антибиотики узкого спектра действия (циклосерин, линкомицин)

4) По механизму биологического действия:

- ингибиторы синтеза компонентов клеточной стенки (пенициллины, цефалоспорины, прочие β -лактамы антибиотики, бацитрацины, ванкомицин, циклосерин)
- препараты, нарушающие функции цитоплазматической мембраны микроорганизмов (полимиксины, полиеновые антибиотики, грамицидины)
- ингибиторы синтеза белка (аминогликозиды, тетрациклины, левомицетин (хлорамфеникол), макролиды, азалиды, линкозамиды)
- ингибиторы транскрипции и синтеза нуклеиновых кислот (хинолоны, производные нитроимидазола, рифампицины)

– Ингибиторы синтеза нуклеотидов (сульфаниламиды, диаминопиримидины)

5) По химическому строению:

– антибиотики ациклического строения (аллицин, биформин, нистатин, аскозин, фумагиллин, трихомицин)

– антибиотики алициклического строения (саркомицин, актидион, туевая кислота)

– тетрациклины

– ароматические (галловая кислота, хлорамфеникол)

– антибиотики – хиноны (плюмбагин, эндокроцин, рапанон)

– гетероциклические (гризеофульвин, пеницилловая кислота, новобиоцин, пуромицин)

– макролиды (метимицин, эритромицин, магнамицин)

– полипептиды (граммицидин, бацитрацин, полимиксин, низин)

– депсипептиды (валиномицин, амидомицин)

Антибактериальные препараты относятся к наиболее широко назначаемым препаратам в терапии. С открытием антибиотиков, обладающих избирательным действием на микробы в организме, могло показаться, что наступила эпоха окончательной победы человека над инфекционными болезнями. Но, необходимо помнить, что антибиотики представляют уникальный класс препаратов, активность которых по отношению к микроорганизмам снижается со временем. Было обнаружено явление резистентности (устойчивости) отдельных штаммов болезнетворных микробов к губительному действию антибиотиков. По мере увеличения сроков и масштабов практического применения антибиотиков нарастало и число устойчивых штаммов микроорганизмов.

Существует много противоречивых теорий, которые пытаются объяснить происхождение устойчивости к лекарственным веществам. В основном они касаются вопросов о роли мутаций и адаптации в приобретении устойчивости.

Во-первых, в любой совокупности микроорганизмов, сосуществующих на каком-то определенном участке субстрата, встречаются естественно устойчивые к антибиотикам варианты (примерно одна особь на миллион). При воздействии антибиотика на популяцию основная масса клеток гибнет (если антибиотик обладает бактерицидным действием) или прекращает развитие (если антибиотик обладает бактериостатическим действием). В то же самое время устойчивые к антибиотику единичные клетки продолжают беспрепятственно размножаться. Устойчивость к антибиотику этими клетками передается по наследству, давая начало новой устойчивой к антибиотику популяции. В данном

случае происходит селекция (отбор) устойчивых вариантов с помощью антибиотика.

Во-вторых, у чувствительных к антибиотику микроорганизмов может идти процесс адаптации (приспособления) к вредному воздействию антибиотического вещества. В этом случае может наблюдаться, с одной стороны, замена одних звеньев обмена веществ микроорганизма, естественный ход которых нарушается антибиотиком, другими звеньями, не подверженными действию препарата. При этом микроорганизм также не будет подавляться антибиотиком. С другой стороны — микроорганизмы могут начать усиленно вырабатывать вещества, разрушающие молекулу антибиотика, тем самым нейтрализуя его действие.

На сегодня имеются следующие пути решения проблемы антибиотикорезистентности.

1. Проводить терапию с применением антибактериальных препаратов в максимальных дозах до полного преодоления болезни (особенно в тяжелых случаях); предпочтительный способ введения препаратов — парентеральный (с учетом локализации процесса).

2. Периодически заменять широко применяемые препараты недавно созданными или редко назначаемыми (резервными).

3. Теоретически оправданно комбинированное использование ряда препаратов.

4. Препараты, к которым у микроорганизмов развивается устойчивость стрептомицинового типа, не следует назначать в виде моно-терапии.

5. Не заменять один антибактериальный препарат на другой, к которому существует перекрестная устойчивость.

6. К антибактериальным препаратам, назначаемым профилактически или наружно (особенно в аэрозольной форме), быстрее вырабатывается устойчивость, чем при их парентеральном введении или приеме внутрь. Местное применение антибактериальных препаратов должно быть сведено к минимуму. При этом используются, как правило, агенты, не применяемые для системного лечения и с низким риском быстрого развития устойчивости к ним.

7. Проводить оценку вида антибактериального препарата (примерно один раз в год), который чаще всего применялся для лечебных целей, и анализ результатов лечения. Следует различать антибактериальные препараты, применяемые наиболее часто и в тяжелых случаях, резервные и глубокого резерва.

8. Систематизировать заболевания в зависимости от локализации очага воспаления и тяжести состояния больного; выделить антибактериальные препараты для применения в соответствующей области

(органе или ткани) и для использования в исключительно тяжелых случаях, причем на их применение обязательно разрешение компетентных лиц, специально занимающихся антибактериальной терапией.

9. Оценивать периодически вид возбудителя и устойчивость штаммов микроорганизмов, циркулирующих в больничной среде, намечать меры борьбы для предупреждения внутрибольничной инфекции.

10. При бесконтрольном применении антибактериальных средств усиливается вирулентность возбудителей инфекции и возникает формы, устойчивые к лекарственным средствам.

11. Ограничить применение в пищевой промышленности и ветеринарии тех препаратов, которые используются для лечения людей.

12. В качестве способа снижения резистентности микроорганизмов рекомендуется применение препаратов с узким спектром действия.

Литература:

1. Антибиотики: Методические указания для выполнения лабораторных работ / Перетрухина А.Т., Блинова Е.И. – Мурманск: ИПЦ ФГОУ ВПО «МГТУ», - 2010.

2. Антибактериальная терапия: Практическое руководство / Под ред. Л.С. Страчунского, Ю.Б. Белоусова, С.Н. Козлова. — М.: РЦ «Фармединфо», 2000.

3. **Белоусов Ю.Б., Моисеев В.С., Лепяхин В.К.** Клиническая фармакология и фармакотерапия: Руководство для врачей. — М., 1997.

4. **Березняков И.Г.** Резистентность микробов к антибиотикам // Клиническая антибиотикотерапия. — 1999. — № 1 (1).

Биохимия и медицина

ВИРТУАЛЬНЫЙ СКРИНИНГ ЭФФЕКТИВНЫХ ИНГИБИТОРОВ 5-ЛИПОКСИГЕНАЗЫ

Хайруллина В.Р., Таипов А.И., Хома В.К., Валитов А.Г., Герчиков А.Я., Зарудий Ф.С. (г. Уфа, БашГУ, кафедра физической химии и химической экологии; e-mail: Veronika1979@yandex.ru)

«Structure - activity» relationships at the row of 5-lipoxygenase inhibitors are investigated. Structural descriptors, that are for effective natural and syntetic inhibitors of 5-lipoxygenases characteristic, have been described.

5-липоксигеназа (5-ЛОГ) – ключевой фермент биосинтеза лейкотриенов, которые являются основными медиаторами ряда заболеваний, включая астму, артриты, псориаз и ишемическую болезнь сердца [1-2]. В этой связи поиск биологически активных соединений, способных подавить активность 5-ЛОГ, представляет собой перспективное направление в области фармакологии и биохимии для предотвращения и лечения названных патологических состояний.

Известно, что естественными ингибиторами биосинтеза лейкотриенов являются их синтетические аналоги, а также простагландины, образующиеся по циклооксигеназному пути окисления арахидоновой кислоты. Сообщается, что выраженный ингибирующий эффект по отношению к 5-ЛОГ проявляют флавоноиды и другие фенольные соединения, способные образовывать устойчивые хелатные комплексы с ионом железа Fe^{2+} , который входит в активный центр 5-ЛОГ [3-4]. Незначительное ингибирующее действие на процесс окисления ПНЖК под действием 5-ЛОГ обнаруживают нестероидные противовоспалительные лекарственные средства (НПВС) и экстракты растительного происхождения [4]. Таким образом, к настоящему времени в отечественной и зарубежной литературе накоплен значительный объем информации по данной проблеме, однако систематический анализ взаимосвязи между строением и активностью разных классов ингибиторов 5-ЛОГ не проводился и все результаты поиска эффективных ингибиторов биосинтеза лейкотриенов, катализируемого 5-ЛОГ, носят разрозненный характер.

Целью настоящей работы было изучение взаимосвязи «структура – активность» в ряду природных и синтетических ингибиторов 5-ЛОГ. Наличие объективной взаимосвязи между строением и биологической активностью позволяет использовать для достижения поставленной цели методы теории распознавания образов.

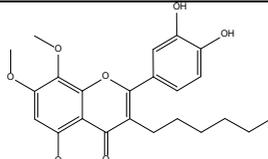
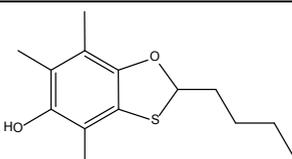
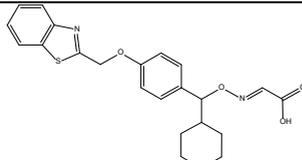
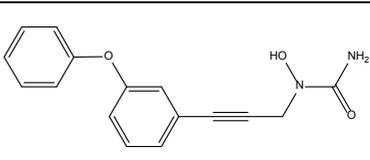
Методика эксперимента

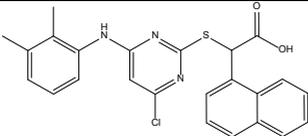
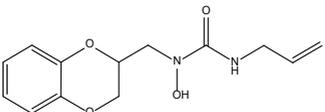
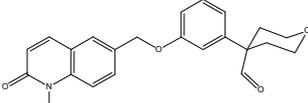
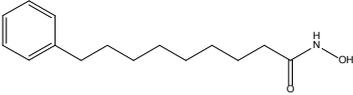
Исследования взаимосвязи «структура – свойство» выполнены основных процедур компьютерной системы SARD-21 [5] и включали в себя несколько этапов:

1. Формирование обучающей выборки. Обучающий массив формировали на основе литературных данных о строении и ингибирующей активности 175 природных и синтетических азот-, кислород- и серосодержащих биологически активных соединений по отношению к 5-ЛОГ. В него вошли 93 соединения с выраженной ингибирующей активностью (значения IC_{50} (4 мкмоль определены на клетках крови человека методом связывания, класс А) и 82 соединения, обладающих данным свойством в весьма незначительной степени ($IC_{50} > 5$ мкмоль, класс В) [4]. Типичные структуры ингибиторов 5-ЛОГ, вошедшие в обучающую выборку, приведены в табл. 1.

2. Представление структур соединений на принятом языке описания, включающее в себя дезагрегирование исходных структур, и образование сложных субструктур и их логических сочетаний (конъюнкций, дизъюнкций, строгих дизъюнкций). Структуры исследуемых химических соединений представляли на языке фрагментарных дескрипторов (ФД). Полное дескрипторное описание включало три вида ФД: 1) исходные фрагменты, в том числе элементы циклических систем и сами циклические системы; 2) субструктуры из нескольких химически связанных исходных фрагментов; 3) логические функции (конъюнкции, дизъюнкции, строгие дизъюнкции) на основе дескрипторов первого и второго типов. В дальнейшем с использованием экспериментально подобранных эвристических критериев 3/3 (т.е. признак должен встречаться в трех структурах своего ряда и одна структура для распознавания должна содержать минимум три признака) проведено сокращение его размерности до оптимального уровня и определены наиболее значимые факторы – решающий набор признаков (РНП) [5].

Таблица 1. Структуры соединений обучающего массива
Класс высоко и среднеэффективных ингибиторов 5-ЛОГ

Класс низкоэффективных ингибиторов 5-ЛОГ	
	
	

Модели распознавания и прогноза для исследуемого типа активности формировали в результате сочетания правил классификации и решающего набора структурных параметров в виде логических уравнений типа $C=F(S)$, где C – свойство (активность), F – правила распознавания (алгоритм распознавания образов, по которому производится классификация исследуемых соединений, - геометрический или метод «голосования»), S -набор распознающих структурных параметров (РНП). Эффективность моделей исследуемых типов активности определяли по результатам тестирования соединений экзаменационной выборки и структур исходного ряда. Распознавание структур и прогноз целевых свойств проводили с использованием двух методов теории распознавания образов: а) геометрического подхода б) метода голосования.

3. Анализ влияния структурных признаков на наличие исследуемой активности. В качестве величины, характеризующей эффективность действия, используется коэффициент корреляции качественных признаков Юла (r). В рамках используемой модели, чем выше положительное значение r , тем больше вероятность проявления рассматриваемым соединением ингибирующего действия по отношению к 5-ЛОГ [5].

Тестирование сформированного РНП на экзаменационной выборке, состоящей из 29 соединений, не вошедших в обучающую выборку, показало 79% уровень достоверного распознавания по обоим методам, что свидетельствует о применимости созданной математической модели для дальнейших исследований.

В результате проведенной работы были сформированы РНП и математическая модель прогноза и распознавания эффективных ингибиторов активности 5-ЛОГ (табл.2). В РНП при автоматическом отборе в рамках используемого алгоритма, вошли фрагментарные признаки и их логические сочетания, потенциально ответственные за проявление исследуемых типов активности. Для проверки достоверности установ-

ленных зависимостей проведено тестирование РНП на соединениях обучающего массива и экзаменационной выборки.

Признаки с положительным коэффициентом информативности в табл. 2 характерны для среднеэффективных ингибиторов 5-ЛОГ, а с отрицательным – для соединений, у которых ингибирующий эффект каталитической активности 5-ЛОГ выражен в незначительной степени.

Таблица 2. Решающий набор признаков

№ признака	Содержимое признака	r
1	{{(-OH) - (>C=C<)} ! {(>N-) - (-OH)} ! {{>C=C<} - (1,3,6 тризам. нафталин)}	0.579
2	(-OH) ! (4 зам. морфолин) ! (1,2,4 тризам. бензол)	0.524
3	{{>C=C<} - (-O-) - (>C=C<)}	0.484
4	(2,3,4,5,6,7 гексазам. 4Н хромен) ! (1,2,3,5 тетразам. бензол) ! (2,3,4,5,7,8 гексазам. 4Н хромен)	0.478
5	(1,2,3,5 тетразам. бензол) ! (1,2,4 тризам. бензол) ! (-NH ₂)	0.413
6	{{(-OH) - (>C=C<) - (>C=C<)}	0.408
7	(-H _{het}) ! (4 зам. морфолин) ! (1,2,4 тризам. бензол)	0.393
8	(>CH-) ! (-S-) ! (>N-)	-0.266
9	(-CH ₂ het-) ! (>CH-) ! (-CH ₃)	-0.300
10	{{(-CH ₃) - (>C<)}	-0.313
11	(-NH-) ! (2 зам. 1,3 тиазол) ! (1,3,5 тризам. 1Н тиазол)	-0.344
12	(-CH ₂ -) ! (>SO ₂) ! (>CH-)	-0.419
13	(>SO ₂) ! (2,6 дизам. пиперидин) ! (2 зам. 1,3 тиазол)	-0.423
14	(3,3,5,7 тетразам. 2,3 дигидро 1 бензофуран) ! (-CH ₂ -) ! (>SO ₂)	-0.485
15	(>C<) ! (-CH ₂ -) ! (>SO ₂)	-0.530
16	{{(-CH ₂ het-) - (>C<)} ! {{(-NH-) - (>C=O)} ! {{(-O-) - (1,3 дизам. бензол)}	-0.566

I – условное обозначение дизъюнкции

& - условное обозначение конъюнкции

В результате анализа структурных признаков модели выявлены циклические и ациклические признаки, характерные для эффективных ингибиторов каталитической активности 5-ЛОГ.

Установлено, что степень и характер влияния признака на проявление агонистической активности зависит как от природы, так и от способа сочетания с соседними признаками. Так последовательное сочетание трех этиленовых групп, а также сочетание двух этиленовых групп с гидроксильным фрагментом характерно для высоко- и среднеэффективных ингибиторов 5-ЛОГ, в то время как сочетание этих же групп с четвертичным атомом углерода негативно влияет на проявление ингибирующего действия.

Полученные результаты могут быть применены для скрининга широкого круга соединений на наличие у них ингибирующей активности по отношению к 5-ЛОГ, модификации уже известных соединений, с целью усиления их активности, а также поиска новых структур с заданным типом активности.

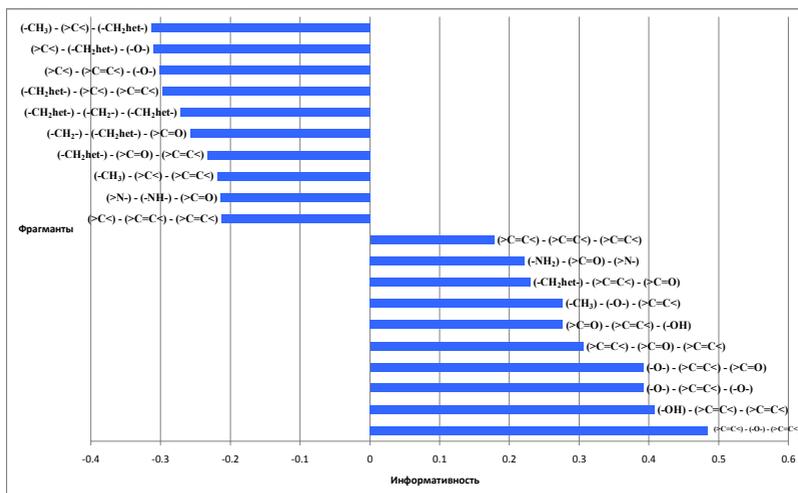


Рис.1. Влияние ациклических фрагментов на эффективность ингибирующего действия по отношению к 5 – ЛОГ.

Литература:

1. Denisov E.T., Afanasev I.B. Oxidation and antioxidants in organic chemistry and biology CRC Press, 2005, 1024 P.
2. Pontiki, E.; Hadjipavlou-Litina, D. Lipoxygenases (LOs): a heterogenous family of lipid peroxidizing enzymes implicated in cell differentiation, inflammation, asthma, carcinogenesis, atherogenesis-an interesting

target for the development of promising drugs // *Curr. Enzyme Inhib.* 2005. 1. P. 309-327.

3. **Brash A. R.** Lipoxygenases: occurrence, functions, catalysis, and acquisition of substrate // *J. Biol. Chem.* 1999. 274. P.23679-23682.

5. **Werz O.** Inhibition of 5-lipoxygenase product synthesis by natural compounds of plant origin // *Planta Med.* 2007. 73. P. 1331-1357.

6. **Тюрина Л.А., Тюрина О.В., Колбин А.М.** Методы и результаты дизайна и прогноза биологически активных веществ Уфа: Гилем: 2007. 336 с.

ВЫЯВЛЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПРИЗНАКОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ПРОТОКОВОЙ ИНВАЗИВНОЙ КАРЦИНОМЫ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ СЕРИИ MCF-7

Дубинина Е. В., Хайруллина В. Р., Герчиков А.Я., Зарудий Ф. С. (г. Уфа, БашГУ, кафедра физической химии и химической экологии; e-mail: Veronika1979@yandex.ru)

«Structure - activity» relationships at the row of anticancer compounds are investigated. Structural descriptors, that are for effective natural and synthetic inhibitors of the growth of human breast cancer cells line MCF-7, have been described.

Карцинома молочной железы (рак молочной железы) – самое распространенное злокачественное заболевание у женщин [1-2]. В связи с этим весьма актуальна проблема поиска лекарственных средств для лечения этого заболевания. Современными исследователями накоплен значительный материал по эффективности ингибирования роста злокачественных клеток эпителиальных тканей молочных желез разными классами соединений, которые в свою очередь по механизму действия подразделяются на алкилирующие средства, антиметаболиты, антибиотики и таксаны [3]. Широкий объем исследований в этом направлении обусловлен тем, что химиотерапия весьма эффективна для системного лечения у пациенток с гормонально-негативными формами рака, в то время как у пациенток с гормонально-позитивными формами рака она не приводит к значимым результатам [4]. Однако эти сведения носят разрозненный характер. Кроме того, в литературе нет данных об изучении взаимосвязи химического строения и эффективности ингибирования процесса развития злокачественных изменений тканей разными веществами. Вместе с тем, наличие объективной взаимосвязи между химическим строением и фармакологическими свойствами доказано для многих биологически активных веществ (БАВ).

В связи с этим целью настоящей работы было изучение взаимосвязи «структура – свойство» в ряду природных и синтетических БАВ, обладающих выраженной противоопухолевой активностью в отношении инвазивной карциномы молочных желез.

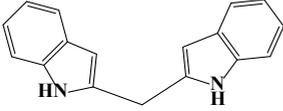
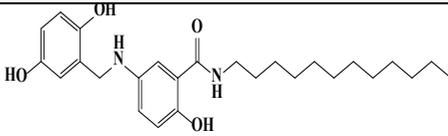
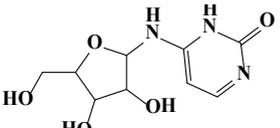
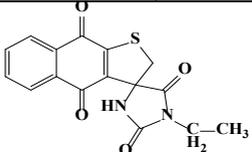
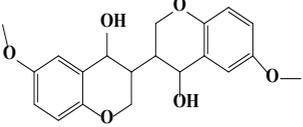
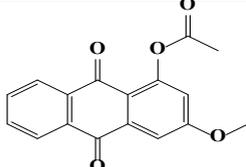
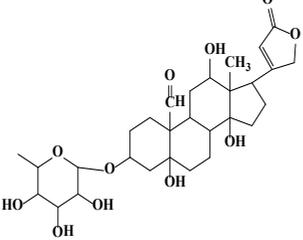
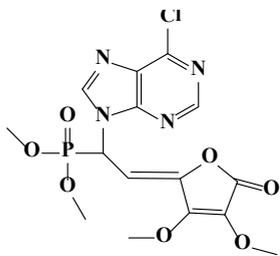
Методика эксперимента

Исследования взаимосвязи «структура – свойство» выполнены с помощью основных процедур компьютерной системы SARD-21 [5] и включали в себя несколько этапов:

1. Формирование обучающей выборки. Обучающий массив формировали на основе литературных данных о строении и противоопухолевой активности 82 природных и синтетических гетероциклических азот-, кислород- и серосодержащих биологически активных соединений по отношению к злокачественным клеткам инвазивной карциномы протоков молочной железы (аденокарциномы) MCF-7. В него вошли 43 соединения с высоко- и среднеэффективной противоопухолевой активностью ($IC_{50} < 11$ мкмоль/л для вышеназванного типа злокачественных клеток) [1-4] и 39 соединений, обладающих низкой противоопухолевой активностью ($IC_{50} > 16$ мкмоль/л для вышеназванного типа злокачественных клеток) [6-8]. Типичные структуры противоопухолевых соединений, вошедшие в обучающую выборку, приведены в табл. 1.

2. Представление структур соединений на принятом языке описания, включающее в себя дезагрегирование исходных структур, и образование сложных субструктур и их логических сочетаний (конъюнкций, дизъюнкций, строгих дизъюнкций). Структуры исследуемых химических соединений представляли на языке фрагментарных дескрипторов (ФД). Полное дескрипторное описание включало три вида ФД: 1) исходные фрагменты, в том числе элементы циклических систем и сами циклические системы; 2) субструктуры из нескольких химически связанных исходных фрагментов; 3) логические функции (конъюнкции, дизъюнкции, строгие дизъюнкции) на основе дескрипторов первого и второго типов. В дальнейшем с использованием экспериментально подобранных эвристических критериев $3\exists$ (т.е. признак должен встречаться в трех структурах своего ряда и одна структура для распознавания должна содержать минимум три признака) проведено сокращение его размерности до оптимального уровня и определены наиболее значимые факторы – решающий набор признаков (РНИ) [5].

Таблица 1. Структуры соединений обучающего массива

Класс активных соединений (высоко- и среднеэффективных противоопухолевых соединений)	
 <p>$IC_{50} = 0.94 \mu M$</p>	 <p>$IC_{50} = 1 \pm 0.3 \mu M$</p>
 <p>$IC_{50} = 1.03 \pm 0.34 \mu M$</p>	 <p>$IC_{50} = 0.116 \pm 0.020 \mu M$</p>
Класс неактивных соединений (низкоэффективные противоопухолевые соединения)	
 <p>$IC_{50} = >100 \mu M$</p>	 <p>$IC_{50} = 81.8 \mu M$</p>
 <p>$IC_{50} = 437 \cdot 10^3 \mu M$</p>	 <p>$IC_{50} = 90.11 \pm 3.78 \mu M$</p>

Модели распознавания и прогноза для исследуемого типа активности формировали в результате сочетания правил классификации и решающего набора структурных параметров в виде логических уравнений типа $C=F(S)$, где C – свойство (активность), F – правила распознавания (алгоритм распознавания образов, по которому производится классификация исследуемых соединений, - геометрический или метод

«голосования»), S-набор распознающих структурных параметров (РНП). Эффективность моделей исследуемых типов активности определяли по результатам тестирования соединений экзаменационной выборки и структур исходного ряда. Распознавание структур и прогноз целевых свойств проводили с использованием двух методов теории распознавания образов: а) геометрического подхода б) метода голосования.

3. Анализ влияния структурных признаков на наличие исследуемой активности. В качестве величины, характеризующей эффективность действия, используется коэффициент корреляции качественных признаков Юла (r). В рамках используемой модели, чем выше положительное значение r , тем больше вероятность проявления рассматриваемым соединением ингибирующего действия по отношению к злокачественным клеткам инвазивной карциномы протоков молочной железы MCF-7 [5].

Тестирование сформированного РНП на экзаменационной выборке, состоящей из 20 структур, не вошедших в обучающую выборку, показало 70% уровень достоверного распознавания по обоим методам, что свидетельствует о применимости созданной математической модели для дальнейших исследований.

В результате проведенной работы были сформированы РНП и математическая модель прогноза и распознавания эффективных противоопухолевых соединений (табл.2). В РНП при автоматическом отборе в рамках используемого алгоритма, вошли фрагментарные признаки и их логические сочетания, потенциально ответственные за проявление исследуемого типа активности. Для проверки достоверности установленных зависимостей проведено тестирование РНП на соединениях обучающего массива и экзаменационной выборки.

Признаки с положительным коэффициентом информативности в табл. 2 характерны для высоко- и среднеэффективных противоопухолевых соединений, а с отрицательным – для соединений с низкой противоопухолевой активностью.

Таблица 2. Решающий набор признаков (РНП)

№ при знака	Содержимое признака	r
1	(-NH-) ! 8,12-дизамещенный-8H-бензо[b]пиридо[4,3,2-де]-1,7-фенантролин ! 1,2,3,5-тетразамещенный циклогексан	0.83 6
2	{{(-NH-)-(>C=C<)} ! {(>N-) - (>C=O)} ! {(>CH-)-1,2,3,5-тетразамещенный циклогексан}	0.71 2

3	{(-NH-)-(>C=O)} ! {(-NH-)-(>C=C<)} ! {(>CH-)-1,2,3,5-тетразамещенный циклогексан}	0.69 2
4	2,5-дигидро-2,3,4,5-тетразамещенный фуран # (>C=O) # -(CH ₂) ₂ -	0.58 6
5	(>C=O) # -(CH ₂) ₂ - # Cl	0.53 7
6	тетрагидро-2,3,4,5,6-пентазам 2Н-пиран # 6,9-дизам-9Н-пурин # (>C=O)	0.49 3
7	{(-CH ₂ het-)-(-O-)} # {(-CH ₃)-(-O-)} # {(-CH ₂ het-)-(>C=O)}	- 0.68 5
8	(-O-) # 1,2,3,5-тетразамещенный циклогексан	- 0.67 4
9	{(-CH ₂ het-)-{(>C=C<)}} # {(>C<)-(-O-)} # {(-CH ₂ het-)-1,2,4-тризам. бензол}	- 0.65 8
10	(>N-) # (F) # (>C<)	- 0.63 4
11	1,2,4-тризам. бензол # монозам. бензол # (-OH)	- 0.59 1

! – знак дизъюнкций (логическое «или»)

- знак строгих дизъюнкций (логическое «или не»)

В результате анализа структурных признаков модели выявлены циклические и ациклические признаки, характерные для эффективных противоопухолевых соединений в отношении злокачественных клеток аденокарциномы.

Установлено, что степень и характер влияния признака на проявление противоопухолевой активности зависит как от природы, так и от способов сочетания с соседними признаками. Так, последовательное сочетание гидроксильной группы с нитрогруппой и 1,2-дизамещенным бензолом характерно для высоко- и среднеэффективных соединений, в то время как сочетание этих же функциональных групп с 1,4-дизамещенным бензолом преимущественно встречается в классе соединений с низкой противоопухолевой активностью.

Полученные результаты могут быть применены для скрининга широкого круга соединений на наличие у них противоопухолевой активно-

сти, модификации уже известных соединений, с целью усиления их активности, а также поиска новых структур с заданным типом активности.

Литература:

1. **Chao W.-R., Yean D., Amin Kh., Green C., and Jong L.** Computer-Aided Rational Drug Design: A novel agent (SR13668) designed to mimic the unique anticancer mechanisms of dietary indole-3-carbinol to block akt signaling. *J.Med.Chem.*, 2007. Vol.50. P. 3412 – 3415.
2. **Piacente S., Masullo M., De Ne`ve N., Dewelle J., Hamed A., Kiss R. and Mijatovic T.** Cardenolides from *Pergularia tomentosa* display cytotoxic activity resulting from their potent inhibition of Na⁺/K⁺-ATPase. *J.Nat.Prod.*, 2009. Vol.72. P. 1087 – 1091.
3. **Tardibono L. P., Miller Jr. and Marvin J.** Synthesis and anticancer activity of new hydroxamic acid containing 1,4-benzodiazepines. *Organic Letters*, 2009. Vol.11. No.7. P. 1575 – 1578.
4. **Gomez-Monterrey I., Santelli G., Campiglia P., Califano D., Falasconi F., Pisano C., Vesci L., Lama T., Grieco P. and Novellino E.** Synthesis and cytotoxic evaluation of novel spirohydantoin derivatives of the dihydrothienof[2,3-*b*]naphtho-4,9-dione system. *J.Med.Chem.*, 2005. Vol.48. P. 1152 – 1157.
5. **Тюрина Л.А., Тюрина О.В., Колбин А.М.** Методы и результаты дизайна и прогноза биологически активных веществ Уфа: Гилем: 2007. 336 с.
6. **Meegan M. J., Hughes R. B., Lloyd D. G., Williams D. C., and Zisterer D. M.** Flexible estrogen receptor modulators: design, synthesis, and antagonistic effects in human MCF-7 breast cancer cells. *J.Med.Chem.*, 2001. Vol.44. P. 1072 – 1084.
7. **Hakimelahi Gh. H., Mei N.-W., Moosavi-Movahedi A. A, Davari H., Hakimelahi Sh., King K.-Y., Hwu J. R., and Wen Y.-Sh.** Synthesis and biological evaluation of purine-containing butenolides. *J.Med.Chem.*, 2001. Vol.44. P. 1749 – 1757.
8. **Son J. K., Jung S. J., Jung J. H., Fang Zh., Lee Ch. S., Seo Ch. S., Moon D. Ch., Min B. S., Kim M. R., and. Woo M. H.** Anticancer constituents from the roots of *Rubia cordifolia* L. *Chem.Pharm.Bull.*, 2008. Vol.56. No.2. P. 213 – 216.

ЭВТЕКТИЧЕСКИЕ ДИСПЕРСИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ КАК ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕДИКАМЕНТОВ

¹Ткаченко М. Л., ¹Жнякина Л. Е., ¹Маркова А. Н., Мошенский ¹ г. Самара, Самарский государственный медицинский университет, кафедра химии фармацевтического факультета, e-mail: si5w1245@yandex.ru; ²Самарский государственный технический университет, кафедра аналитической и физической химии)

Results of researches of modeling medicinal mixes eutectic type are presented. It is shown that the given mixes are characterized by the greatest indicators of solubility of medicinal components, the best safety in the conditions of artificial «aging», and also the improved characteristics on compactability tablets.

Эвтектика – особый сплав, компоненты которого ограниченно смешиваются в твёрдом и в жидком состояниях и самопроизвольно образуют при соответствующих температурах термодинамически равновесную лиофильную дисперсную систему, которая характеризуется значительным межфазным взаимодействием и седиментационной устойчивостью.

Являясь объектом супрамолекулярной химии, эвтектика характеризуется образованием эвтектических ансамблей, что обычно сопровождается возникновением различных дефектов, нанокompозитных структур, неаддитивностью свойств, морфологическими изменениями при росте кристаллов. Именно этим могут быть объяснены некоторые феноменологические результаты, полученные при исследовании эвтектических сплавов [1].

Приведенные определения и характеристики сформулированы в отношении металлических, оксидных и солевых неорганических систем, однако во многом это применимо также и для эвтектик органических веществ.

Как показали наши исследования [2-5], модельные эвтектические смеси лекарственных органических веществ характеризуются значительными изменениями в растворимостях компонентов по сравнению с аналогичными свойствами исходных составляющих. Пропорционально абсолютной растворимости компонентов изменяются также кинетические параметры их растворения. Для малорастворимых веществ гидрофильные составляющие эвтектик значительно увеличивали их растворимость, а модельные эвтектические составы умеренно растворимых веществ в эвтектическом соотношении с практически нерастворимыми веществами характеризовались более высокими значениями растворимостей последних и понижением растворимости первых (от 1,5 до 4 и более раз с обеих сторон). Указанное обстоятельство открывает возможности использования лекарственных эвтектик в качестве формообразующих материалов для создания лекарств с управляемой биодоступностью.

Отмеченные выше зависимости наблюдали как для образцов дисперсий, полученных методом плавления (при температуре плавления эвтектики с последующим быстрым охлаждением расплава), так и приёмами обычной механической гомогенизации компонентов, взятых в эвтектическом соотношении, или путём совместной кристаллизации в процессе испарения растворителя из предварительно приготовленного раствора эвтектики в подходящем растворителе. Последнее обстоятельство нам представляется интересным в практической плоскости как возможность получения эвтектических дисперсий, исключаящую стадию воздействия относительно высоких температур, что важно для веществ с относительной термической лабильностью.

Данный факт имеет также самостоятельное научное значение в связи с тем, что таким образом подтверждается возможность образования термодинамически устойчивых эвтектических нанокомпозитов не только в момент формирования их в ходе совместной кристаллизации расплава эвтектики, но и в других условиях. Для молекулярных кристаллов органических веществ в силу их неплотной упаковки и в целом довольно рыхлой структуры, очевидно, это становится возможным и в результате механической деструкции кристаллов (например, при совместном растирании в ступке) исходных составляющих, если они находятся в эвтектическом соотношении.

Определённый интерес представляют данные, полученные нами при исследовании модельных эвтектических лекарственных составов в условиях «ускоренного старения» [6]. Предметом изучения были степень изменения количественного содержания, растворимости и кинетики перехода в раствор активных компонентов в модельных эвтектических системах «кофеин – мочеви́на», «парацетамол – мочеви́на», «кофеин – парацетамол», «кофеин – парацетамол – мочеви́на» в течение 80 дней выдерживания проб в термостате при 90⁰ С.

Как показали результаты, количественная сохранность кофеина и парацетамола в условиях искусственного старения изменяется в зависимости от физико-химических свойств исходных веществ системы. В частности одно из них в процессе старения деградирует в большей степени по сравнению с соответствующей чистой субстанцией, а другое – в меньшей. Как правило, в роли своеобразного ингибитора выступает более легкоплавкий компонент. Растворимость изучаемых веществ в составе эвтектик вследствие старения несколько уменьшается, но, тем не менее, остаётся более высокой, чем таковая для исходных веществ.

При изучении кинетики высвобождения лекарственных веществ из различных составов относительно эвтектического из соответствующих таблеток нами было обращено внимание на тот факт, что эвтекти-

ческие модельные смеси отличались от смесей других соотношений той же серии улучшенными характеристиками по пресуемости. Полученные из них таблетки методом прямого прессования отличались от таблеток других соотношений повышенной механической прочностью по тесту на истираемость и устойчивостью в условиях испытания прочности на сжатие с одновременно улучшенной высвобождаемостью активного вещества. Как известно, лишь к небольшому количеству лекарственных веществ и их смесей может быть применена технология прямого прессования, несмотря на ее очевидные преимущества перед повсеместно используемой технологией влажного гранулирования.

Таким образом, эвтектике лекарственных составляющих присущи уникальные природные свойства, среди которых – выраженная микрокристалличность дисперсии, вплоть до образования термодинамически устойчивых эвтектических нанокомпозитов. Такая степень дисперсности лекарственных композиций, образующихся как бы самопроизвольно, без приложения дополнительной энергии только за счёт точно подобранного соотношения компонентов (эвтектического) обеспечивает ей устойчивость к расслоению в течение длительного времени, что обычно не характерно для смесей лекарств, полученных механическим перемешиванием и измельчением.

Приведенные наблюдения указывают на то, что лекарственные эвтектики могут представлять определённый интерес для фармацевтического производства в качестве перспективной формообразующей основы для целей получения лекарственных форм (в границах используемых терапевтических доз составляющих компонентов) с прогнозируемыми и управляемыми биофармацевтическими характеристиками.

Литература:

1. **Первов В.С., Михейкин И.Д., Махонина Е.В., Буцкий В.Д.** // успехи химии. – 2003. – т. 72. – № 9.
2. Жнякина л.е., ткаченко м.л., космынин а.с., мощенский ю.в. // хим.-фармац. Журн.– 2001. – т. 35. – № 12. – с. 32-33.
3. **Ткаченко М.Л., Жнякина Л.Е., Космынин А.С.** // хим.-фармац. Журн. – 2003. – т.37. – № 8. – с.34-36.
4. **Ткаченко М.Л., Жнякина Л.Е., Космынин А.С.** // фармация. – 2003. – № 1. – с. 23-25.
5. **Ткаченко М.Л.** // вопросы медич., биолог. И фармац. Химии. – 2003. – № 4. – с. 52-55.
6. **Ткаченко М.Л.** // хим.-фармац. Журн. – 2002. – т. 36. – № 12. – с. 21 – 23.

ЭКСПЕРТИЗА МЁДА

Михнюк О. В., Тимофеева В. М. (г. Мурманск, *МГТУ, Биологический факультет*).

Натуральный мёд является не только ценным продуктом питания, но и обладает ярко выраженными лечебно-диетическими и профилактическими свойствами. Высокие цены на натуральный мёд делают его весьма заманчивым объектом фальсификации. Таким образом, актуальной становится проблема товароведной экспертизы и потребительской оценки мёда. Для этого необходимы достоверные и надёжные методы контроля качества мёда.

Способы фальсификации мёда многочисленны и разнообразны. При фальсификации обычно подвергается подделке одна или несколько характеристик товара. В зависимости от средств фальсификации, схожести свойств заменителя и фальсифицирующего продукта различают следующие способы фальсификации: частичная замена продукта водой; добавление в продукт низкоценного заменителя, имитирующего натуральный продукт; замена натурального продукта имитатором.

Все заменители, применяемые при видовой фальсификации, подразделяют на две группы: пищевые и не пищевые. Пищевые заменители – более дешёвые продукты питания, отличающиеся пониженной пищевой ценностью и сходством с натуральным продуктом по одному или нескольким признакам. При качественной фальсификации подделка товара производится с помощью пищевых и не пищевых добавок для улучшения органолептических свойств, при сохранении или утрате других потребительских свойств, или замене товара высшей градации низшей.

Наиболее распространёнными фальсификатами являются сахарный мёд, искусственный инвертный сахар и мёд с примесью сахарозы. Производство сахарного мёда считается фальсификацией, и продажа его под видом пчелиного запрещается.

Для анализа были выбраны следующие виды меда: цветочный, липовый, гречишный и шалфейный. В ходе работы были определены органолептические и физико-химические показатели меда, обнаружены признаки фальсификации одного из мёдов.

Определили органолептические показатели (цвет, вкус, аромат, консистенцию) цветочного, липового, гречишного и шалфейного мёдов. Все показатели соответствуют ГОСТ 19792-2001 «Мед натуральный. Технические условия».

Определили физико-химические показатели четырех видов меда.

Массовая доля воды определяется по индексу рефракции. Метод основан на зависимости показателя преломления меда от содержания массовой доли воды.

Содержание воды в мёде характеризует его зрелость и определяет пригодность для длительного хранения. Зрелый мёд имеет влажность не более 20 %, кристаллизуется в однородную массу, может длительное время храниться без потери природных достоинств. Мед с повышенной влажностью является незрелым.

В ходе анализа определили массовую долю воды в четырех видах меда. Для цветочного меда данный показатель составляет 17,8 %, для гречишного – 16,6 %, для липового – 18 % и для шалфейного – 17,2 %. Полученные значения у всех видов меда соответствуют ГОСТ 19792-2001 «Мед натуральный. Технические условия».

Определение активности амилазы (диастазы) основано на способности этого фермента расщеплять крахмал, что определяют йодной реакцией. Данный показатель выражают амилазным (диастазным) числом (ед. Готе). Диастазное число характеризует активность амилаз ферментов меда.

Амилазная активность составляет: для цветочного меда – 17,9 ед. Готе, для гречишного – 23,8 ед. Готе, для липового – 29,4 ед. Готе и для шалфейного – 25 ед. Готе. Самая высокая диастазная активность у липового меда, самая низкая – у цветочного.

Кислотность меда обуславливается наличием органических кислот (винная, глюконовая, лимонная, щавелевая, уксусная и др).

Величина активной кислотности имеет значение для ферментативных процессов, протекающих в меде. От нее зависят вкус меда и его бактерицидные свойства.

Определили общую кислотность меда: ее значение для цветочного меда – 2,8 см³, для гречишного – 2,2 см³, для липового – 1,7 см³, для шалфейного - 3,1 см³. Самая высокая кислотность у шалфейного меда, что позволяет предположить, что начались процессы старения меда, он изменился вследствие ферментации.

В ходе анализа определили, что в цветочном, липовом, гречишном и шалфейном медах механические примеси отсутствуют, что соответствует требованиям ГОСТ 19792-2001 «Мед натуральный. Технические условия».

Были проведены качественные реакции (спиртовая реакция, реакция с ацетатом свинца) на наличие в цветочном, липовом, гречишном и шалфейном медах примеси падевого меда. У всех четырех видов меда качественная реакция на падевый мед отрицательная. По сравнению с цветочным, падевый мед содержит значительно больше декстринов,

азотистых и минеральных веществ, поэтому он рассматривается как мед пониженного качества.

Провели качественную реакцию на наличие в цветочном, липовом, гречишном и шалфейном медах примеси свекловичной (сахарной) патоки, крахмальной патоки у всех видов меда реакция отрицательная, что соответствует требованиям ГОСТ 19792-2001 «Мед натуральный. Технические условия».

Содержание оксиметилфурфуrolа характеризует натуральность мёда и степень сохранности его природных качеств. Проведена качественная реакция на оксиметилфурфуrol: у цветочного, липового и гречишного меда – реакция отрицательная, что соответствует ГОСТ 19792-2001 «Мед натуральный. Технические условия». У шалфейного меда слабopоложительная реакция на оксиметилфурфуrol указывает на то, что мед подвергался нагреванию.

В данной работе представлены основные товароведные характеристики мёда, оказаны методы оценки качества мёда, возможные способы фальсификации и методы их выявления.

АНАЛИЗ МАКРОЭРГИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ

Тимакова Л. И., Овчинникова С. И. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии*).

Проведены систематизированные многолетние исследования биоэнергетического состояния тканей промысловых северных рыб в процессе хранения при низких температурах $-18 - -20$ °C. Объектами исследований являлись рыбы семейства Тресковые (треска, пикша, сайка, сайда, путассу), семейства Корюшковые (мойва, корюшка), семейства песчанковые (песчанка), семейства Камбаловые (камбала морская, палтус синекорый (черный), камбала-ерш), семейства Сельдевые (атлантическая сельдь), семейства Скумбриевые (скумбрия атлантическая), семейства Лососевые (лосось атлантический, форель) и другие.

Проанализирована динамика содержания макроэргических соединений в мышечной ткани ряда рыб Северного бассейна, замороженных до наступления посмертного ооченения, в процессе хранения при температуре $-18 - -20$ °C.

Установлено, что в процессе хранения в течение 6 месяцев содержание макроэргических соединений уменьшается. В процессе распада АТФ в результате образования фосфорной кислоты рН мяса сдвигается в кислую область.

Например, исходное содержание АТФ для мышечной ткани трески 16,7 мг фосфора на 100 г мяса, для времени хранения 6 месяцев – 5,8 мг фосфора на 100 г мяса, для форели радужной начальное содержание макроэргов – 17,1 мг фосфора на 100 г мяса, для 6 месяцев хранения – 4,9 мг фосфора на 100 г мяса.

Проанализирована также динамика содержания АТФ в тканях рыб для разных стадий жизненного цикла и для разных районов вылова. В данном случае АТФ является характерным молекулярным биомаркером, позволяющим оценить степень антропогенного воздействия на состояние рыб. Результаты исследований показывают, что по мере возрастания степени антропогенной нагрузки количество аденозинтрифосфорной кислоты в тканях гидробионтов (рыб Северного бассейна) уменьшается, по мере удаления от источника загрязнения – соответственно увеличивается. Содержание АТФ является составной частью расчетной формулы для аденилатного энергетического заряда (АЭЗ). АЭЗ представляет собой соотношение масс различных форм адениловых нуклеотидов ($АЭЗ = \frac{АТФ + 1/2 АДФ}{АТФ + АДФ + АМФ}$). Если АЭЗ

меньше 0,7, для клеточного метаболизма характерны нарушения, повышение АЭЗ до 0,95–0,97 характеризует нормальный уровень параметров аденилатной системы рыб. Увеличение содержания АТФ в рыбе вызывает однозначное повышение АЭЗ, понижение содержания АТФ характеризует уменьшение АЭЗ, что свидетельствует о нарушении метаболических процессов в условиях антропогенного стресса.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ МОЙВЫ

Овчинникова С. И., Панова Н. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра «Биохимия», biochemistry@mail.ru)

На кафедре биохимии проведены систематизированные биохимические исследования тканей рыб семейства Корюшковые (*Osmeridae*) для каждого этапа жизненного цикла. В работе представлены данные по динамике химического состава и биохимических свойств мойвы (*Mallotus villosus villosus*, род *Mallotus*, семейство Корюшковые) для разных стадий годового цикла. Установлено, что химический состав мышечной ткани мойвы зависит от сезона вылова. Изучена динамика влагосодержания в мышечной ткани мойвы в зависимости от этапа жизненного цикла. В период зимовки содержание влаги в мышечной ткани мойвы составляло $(72,4 \pm 0,6) \%$, в преднерестовый период (февраль-март) – возросло до

80,6–81,4 %, среднее значение ($81,0 \pm 0,5$) %, в посленерестовый период (май-июнь) – 82,4–84 %, среднее значение ($83,0 \pm 0,5$) %. Минимальные величины отмечены в 1999 г., максимальные – в 2002 г. Установлено, что массовая доля воды в мышечной ткани составляет для посленерестового периода (весна, май) 83,0–84,0 %, наименьшее содержание влаги наблюдается в конце периода нагула (осенний период, октябрь), во время зимовки и находится в диапазоне 67,5–75,4 %, составляя в среднем ($71,5 \pm 4,0$) %. Количественное содержание влаги в мышечной ткани мойвы в преднерестовый, нерестовый периоды и период зимовки имеет близкие значения. Среднегодовое содержание влаги составило 76,9 %. Проведен также анализ сезонной динамики содержания общего, белкового и небелкового азота в мышечной ткани мойвы. Наименьшее содержание белка отмечено в посленерестовый период (май-июнь) – в среднем ($13,8 \pm 0,6$) %, наиболее высокое содержание белка характерно для зимнего периода (декабрь) – ($16,2 \pm 0,1$) %. Среднегодовое содержание белка в мышечной ткани мойвы составило 14,96 %. Установлено, что динамика содержания белка мышечной ткани носит сезонный характер. В результате определения водорастворимого белка в мышечной ткани мойвы установлено, что содержание водорастворимой белковой фракции возрастает перед нерестом до 1,8–2,0 % и уменьшается в осенний период до 1,55–1,75 %. Проанализирована сезонная динамика суммарного содержания липидов. Интенсивность питания мойвы самая высокая в летние месяцы, в октябре откорм заканчивается, в ноябре-январе рыба практически не питается. В конце периода нагула (осень) наблюдается наиболее высокое содержание липидов – 13,9–14,2 %, составляя в среднем ($14,0 \pm 0,1$) %; к периоду зимовки (декабрь) содержание липидов снижается и составляет в среднем ($12,8 \pm 0,1$) %. В преднерестовый период (февраль) содержание жира в мышечной ткани резко снижается до 4,8–5,3 %, составляя в среднем ($5,1 \pm 0,2$) %, что обусловлено расходом жировых запасов в процессе гаметогенеза. Самое низкое содержание липидов, в среднем ($1,62 \pm 0,05$) %, характерно для нерестового и посленерестового периода (май-июнь). Среднегодовое содержание липидов составило 8,34 %. Установлено, что наблюдается незначительное увеличение среднегодового содержания жира, при этом отмечено повышение доли липидной фракции в преднерестовый период (в среднем на 1,6 %) и уменьшение в период нагула и посленерестовый период (на 1,2 %). Это может свидетельствовать о том, что в исследованный период мобилизация жировых запасов была выше. В зависимости от года вылова наблюдаются изменения жирности мойвы, что объясняется отличающимися условиями нагула. Полученные нами данные подтверждают, что жирность самок выше, чем жирность самцов. По данным литературы груп-

повой состав липидов чрезвычайно лабилен и представлен в основном триглицеридами, на долю которых может приходиться от 51,0 до 87,5 %. Содержание фосфолипидов составляет 22,4–36,0 %, холестерина – 1,2–4,2 % от массы всех липидов. Жирнокислотный состав липидов мойвы представлен 24 жирными кислотами с числом углеродных атомов от 12 до 22. Наибольшее число двойных связей равно 6. Большую часть (до 44,8 %) составляют мононенасыщенные жирные кислоты, на втором месте находятся полиненасыщенные (до 41,5 %), на третьем – насыщенные (до 22,6 %). В результате анализа динамики содержания минеральных веществ в мышечной ткани мойвы нами установлено, что содержание золы колеблется в диапазоне 1,00–1,65 % (в среднем 1,19 %); зависимости от стадии жизненного цикла не наблюдается. Показателем, отражающим состояние организма рыбы, является относительное содержание влаги в теле рыбы. В то же время у многих рыб степень обводненности тканей тесно связана с относительным содержанием белка и жира – основными энергетическими характеристиками организма. У баренцево-морской мойвы между содержанием жира и влаги существует четкая обратная связь, что позволяет рассматривать влажность как интегрирующий (зависящий от содержания жира и белка) показатель, характеризующий энергетическое состояние мойвы. Анализ наших экспериментальных данных показывает, что зависимость содержания липидов от этапа годового цикла прямо противоположна характеру зависимости содержания влаги. Если пик максимальной влажности приходится на посленерестовый период, а минимальная влажность наблюдается в период нагула и возрастает к нересту, то максимальное содержание липидов наблюдается осенью в период нагула, уменьшается к нересту, а минимальное значение определяется в посленерестовый период. Увеличение отношения СО/В связано либо с накоплением жира и белка, либо с уменьшением обводненности тканей, что служит признаком благополучного состояния рыбы. Нами проведен расчет СО/В для разных периодов жизненного цикла мойвы; анализ показывает уменьшение СО/В от осеннего к весеннему периоду, увеличение – в период нагула. Белок мяса мойвы полноценный, содержит все незаменимые аминокислоты, лимитирующих аминокислот нет. По количественному содержанию преобладают глутаминовая кислота, лизин и лейцин. Накопление свободных аминокислот в мышечной ткани подвержено значительным колебаниям, зависит от сезона, пола, возраста и, возможно, от экологических факторов. Диапазон их содержания колеблется от 56,1 до 212,9 мг%. Проанализирована динамика содержания аминного азота в мышечной ткани мойвы в зависимости от периода годового цикла. Содержание исходного аминного азота возрастает в осенний период, что объясняется высокой активностью тканевых протеолитиче-

ских ферментов. Для преднерестового периода и нереста характерно наиболее низкое содержание – 35–40 мг%, для периода нагула – наиболее высокое (50–51 мг%). По содержанию аминного азота можно судить об интенсивности гидролиза белков и активности тканевых протеолитических ферментов (катепсинов). Проанализирована относительная активность тканевых протеолитических ферментов в мышечной ткани мойвы (методом формольного титрования) для времени гидролиза 30 мин и 1 ч. С увеличением времени гидролиза относительная активность тканевых протеолитических ферментов возрастает. Была произведена оценка ферментативного гидролиза в мышечной ткани мойвы методом формольного титрования по нарастанию аминного азота для времени гидролиза 30 и 1 ч. Чем больше время гидролиза, тем выше содержание аминного азота. Так, для весны для 30-минутного гидролиза аминный азот составляет 120 мг%, для 1 ч – 607 мг%, исходный аминный азот – 37 мг%. Установлено, что активность тканевых протеолитических ферментов в осенний период выше, чем в весенний 650 мг% против 600 мг%. Наиболее высокая активность ферментов отмечена весной и осенью, наиболее низкая – осенью. Проанализирована динамика содержания макроэргических соединений (аденозинтрифосфорная кислота) в мышечной ткани мойвы в зависимости от этапов жизненного цикла. Наиболее высокое содержание макроэргических соединений характерно для преднерестового периода и периода нереста. Наименьшее содержание макроэргов наблюдается в посленерестовый период (истощенное состояние рыбы); в период нагула имеет место увеличение количества аденозинтрифосфорной кислоты по сравнению с посленерестовым промежутком времени.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТКАНЕЙ ПИКШИ ПРИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОМ ХРАНЕНИИ

Овчинникова С. И., Панова Н. А. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра «Биохимия», biochemistry@mail.ru*)

Были проведены биохимические исследования мышечной ткани пикши при низкотемпературном хранении в течение шести месяцев. Образцы пикши были выловлены в период нереста.

Пикша является морской boreальной рыбой; нерестится с марта по июнь в Северном море у берегов Исландии и Норвегии в придонных слоях воды. Питается беспозвоночными и мелкой рыбой. Обладает высокой пищевой ценностью, белки мышечной ткани являются биологически полноценными белками. Преобладают аминокислоты лизин, лей-

цин, глутаминовая кислота, аспарагиновая кислота; лимитирующие аминокислоты отсутствуют.

В мышечной ткани пикши при хранении наблюдаются следующие закономерности: уменьшение содержания воды от 81,5 до 79 %, снижение содержания белка от 16,9 до 15,7 % и водорастворимой белковой фракции от 4,7 до 3 %, что объясняется автолитическими тканевыми процессами.

В результате автолиза тканевых белков возрастает содержание НБАЭВ от 0,10 до 3,20 % и аминного азота от 58 до 400 мг%. Отмечено увеличение содержания жира от 0,21 до 0,27 % и минеральных веществ от 1,36 до 1,40 % в результате снижения массовой доли воды. Имеет место возрастание величины кислотного числа от 2,7 до 13 мг КОН/1 г жира и пероксидного числа от 0,003 до 0,260 % I_2 , что объясняется процессами гидролиза и окисления тканевых жиров. Содержание аскорбиновой кислоты уменьшилось от 3,0 до 0,4 мг/100 г. При этом наблюдалось скачкообразное изменение содержания витамина С в указанном диапазоне, что объясняется образованием аскорбатных белковых комплексов и их распадом. Возрастание величины кислотного числа от 2,8 до 13,2 мг КОН/1 г жира и пероксидного числа от 0,004 до 0,280 % I_2 объясняется процессами гидролиза и окислением тканевых жиров. Кроме того, была исследована динамика химического состава пикши, выловленной перед нерестом. Сохраняются общие закономерности изменения показателей химического состава, но данные образцы отличаются пониженным содержанием влаги и повышенной массовой долей жира по сравнению с вышеисследованными образцами, что свидетельствует о зависимости биохимических свойств от стадии жизненного цикла.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАРОТИНОИДОВ КУМЖИ

Игумнов Р. О., Овчинникова С. И. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра «Биохимия», biochemistry@mail.ru)

На кафедре биохимии проведены биохимические исследования каротиноидов кумжи. Рассмотрена динамика содержания каротиноидов в мышечной ткани кумжи в зависимости от стадии жизненного цикла (рис. 1). Как видно из представленных данных, количество каротиноидов в мышечной ткани зависит от этапа годового цикла. Для посленерестового периода наблюдается наименьшее содержание каротиноидов (0,06 мг/100 г ткани) в результате расхода каротиноидов в период не-

реста. В период нагула возрастает количество каротиноидов (0,12 мг/100 г ткани), что объясняется интенсивным питанием рыбы. Для преднерестового периода характерно максимальное содержание каротиноидов (0,15 мг/100 г ткани), что также объясняется особенностями питания кумжи.

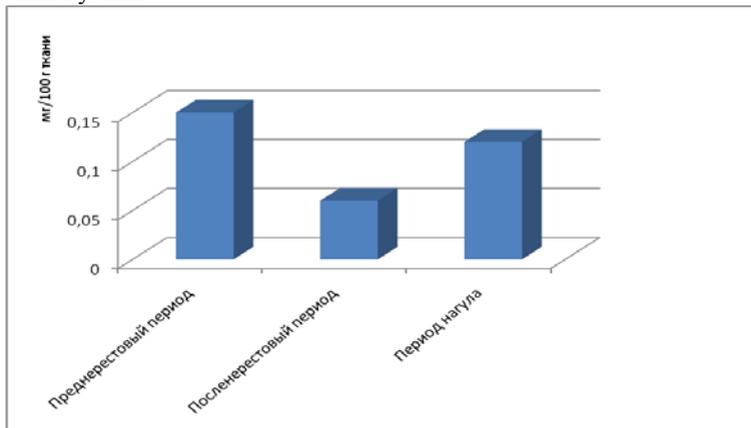


Рис. 1. Динамика содержания каротиноидов в мышечной ткани кумжи в зависимости от стадии жизненного цикла.

Содержание каротиноидов мышечной ткани в процессе хранения при низких температурах также определяли спектрофотометрическим методом с использованием спектрофотометра СФ-2000. В процессе хранения при низких температурах наблюдается снижение количества каротиноидов в мышечной ткани (рис. 2). Чем больше срок хранения, тем ниже содержание каротиноидов. Для свежей мышечной ткани исходное содержание каротиноидов составляет $0,142 \pm 0,008$, мг/100 г ткани, для 1 месяца хранения - $0,128 \pm 0,013$, мг/100 г для 2 месяцев - $0,096 \pm 0,005$, мг/100 г для 3 месяцев - $0,072 \pm 0,008$, мг/100 г для 4 месяцев - $0,056 \pm 0,005$, мг/100 г для 5 месяцев - $0,049 \pm 0,005$, мг/100 г для 6 месяцев - $0,042 \pm 0,003$, мг/100 г.

Был проведен расчет процента распада каротиноидов для каждого срока хранения. Как видно из представленных данных (рис. 3.) в процессе хранения наблюдается следующее возрастание процента распада каротиноидов: для 1 месяца хранения - 9,86%, для 2 месяцев - 32,39%, для 3 месяцев - 49,30%, для 4 месяцев - 60,56%, для 5 месяцев - 65,50%. К последнему сроку хранения (6 месяцев) количество каротиноидов уменьшилось на 70,42% по сравнению с исходным содержанием.

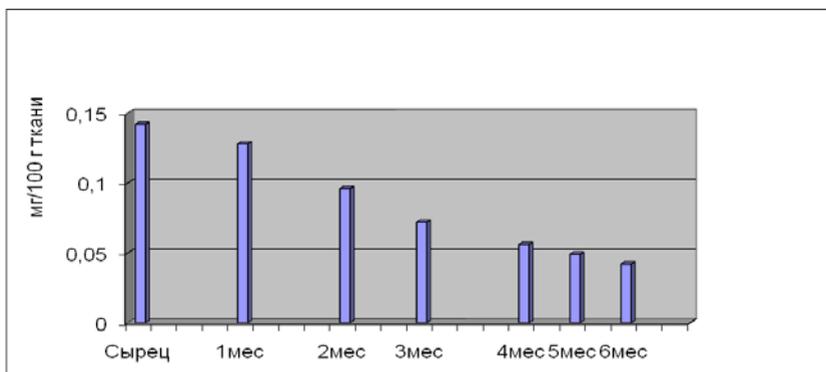


Рис. 2. Динамика содержания каротиноидов в мышечной ткани кумжи в процессе хранения при низких температурах

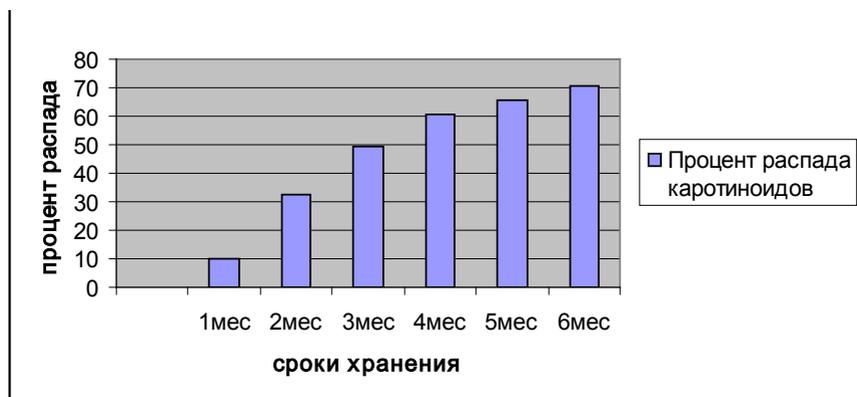


Рис. 3. Изменение процента распада каротиноидов в мышечной ткани кумжи в процессе хранения при низких температурах.

Наблюдаемое снижение количества каротиноидов в процессе хранения при низких температурах происходит, по всей видимости, за счет разрушения данных пигментных веществ мышечной ткани под действием окислительных ферментов, которые выделяют микроорганизмы, адаптировавшиеся к отрицательным температурам.

Проводились исследования по анализу влияния высоких температур и времени температурной обработки на устойчивость каротиноидов мышечной ткани кумжи (рис.4). При температуре 25°C, 40°C, 50°C. Варьировалось время температурной обработки – 15 минут и 30 минут. Определялось изменение содержания каротиноидов при повышенных температурах по сравнению с комнатной температурой (25°C). Анали-

зировали при каждой температуре по пять проб фарша (по 100 граммов), проводилась статистическая обработка. При повышении температуры наблюдается снижение содержания каротиноидов в мышечной ткани кумжи по сравнению с количеством каротиноидов при комнатной температуре. Чем выше температура, тем интенсивнее идёт распад каротиноидов. Например, для времени нагрева 15 минут при температуре 25 °С содержание каротиноидов составило 15 мг/100 г ткани, при температуре 40 °С – 0,13 мг/100 г ткани (процент распада -13,3 %), при температуре 50 °С – 0,10 мг/100 г ткани (процент распада -33,3 %).

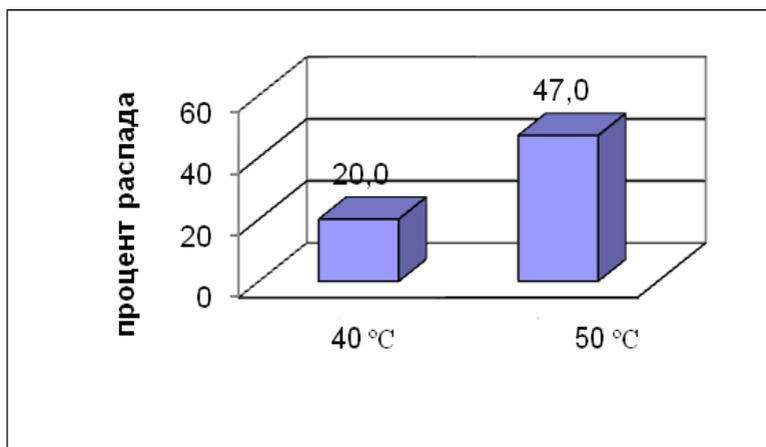


Рис. 4. Зависимость процента распада каротиноидов в мышечной ткани кумжи от температуры, время нагрева - 30 минут.

Установлено, что увеличение времени температурной обработки влияет на содержание каротиноидов в мышечной ткани кумжи. Чем больше период высокотемпературной обработки, тем ниже количество каротиноидов в мышцах для каждой взятой температуры. Например, при температуре 40 °С, для времени нагрева 15 минут содержание каротиноидов составляет 0,13 мг/100 г ткани (процент распада данных соединений - 13,3 %), для времени нагрева 30 минут. - 0,12 мг/100 г ткани, процент распада - 20,0 %.

ЗДОРОВЬЕ И ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ

Ключко Е. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии)

Здоровье – одна из важнейших жизненных ценностей. Неслучайно в последние годы в нашей стране большое внимание уделяется во-

просам сохранения и укрепления здоровья и формированию здорового образа жизни.

Основы здорового образа жизни с использованием физических нагрузок, умеренного питания, бани, закаливания были заложены русским народом, учеными, врачами, интеллигенцией еще в прошлые столетия. Многие великие россияне доказали, что соблюдение основных принципов здорового образа жизни способствует долгожительству, хорошему самочувствию, высокой работоспособности. В последующие годы этому было дано научное обоснование отечественными учеными.

Здоровье людей зависит не только от медицины и здравоохранения, а от всего комплекса природных и социально-экономических условий жизни.

На человека постоянно воздействуют три потока информации: сенсорная, воспринимаемая органами чувств через первую сигнальную систему, вербальная (устное и письменное слово), через вторую сигнальную систему, и структурная (компоненты пищи и вдыхаемого воздуха), поступающая через желудочно-кишечный тракт и органы дыхания.

Оказалось, что наибольший прогресс в сфере сохранения здоровья достигается не путем прямого медицинского воздействия, а благодаря улучшению условий жизни и труда.

Здоровье следует рассматривать как непрерывный процесс адаптации к социальной и внешней среде.

Исследования показывают, что для адаптации и сохранения здоровья психические факторы более важны, чем природно-климатические.

Для того, чтобы понять все градации физического и психического состояния человека важно иметь ясное представление о норме. Это понятие может быть, неодинаково у разных людей.

Здоровье – это состояние полного физического, душевного, сексуального и социального благополучия и способность приспосабливаться к постоянно меняющимся условиям внешней и внутренней среды и естественному процессу старения, а также отсутствие болезней и физических дефектов.

Определяющий фактор здоровья - образ жизни человека. Формирование установки на здоровый образ жизни лежит в основе любой профилактической деятельности, многочисленных программ, направленных на повышение здоровья общества и является важнейшей задачей государства.

Здоровый образ жизни - это деятельность, направленная на сохранение, улучшение и укрепление здоровья людей. Это все положительные стороны деятельности человека: активная жизненная позиция и социальный оптимизм, высокая физическая и медицинская активность, отсутствие вред-

ных привычек и удовлетворенность трудом, устроенность в быту, т.е. все то в образе жизни, что благотворно влияет на здоровье.

Целью здорового образа жизни является утверждение более разумных форм личного и коллективного поведения по сохранению и укреплению здоровья.

Формированием здорового образа жизни занимаются органы здравоохранения, социальной защиты, образования. На формирование здорового образа жизни направлены рекомендации ВОЗ:

- питание с малым содержанием жиров животного происхождения;
- сокращение количества потребляемой соли;
- сокращение потребления алкогольных напитков;
- поддержание нормальной массы тела;
- регулярные физические упражнения;
- снижение уровня стрессов.

Согласно заключению экспертов Всемирной организации здравоохранения состояние здоровья населения лишь на 10% определяется уровнем развития медицины как науки и состояния медицинской помощи, на 20% - наследственными факторами, на 20% - состоянием окружающей среды и на 50% - образом жизни.

Пропаганда здорового образа жизни является важнейшей функцией и задачей всех органов здравоохранения, центров санитарного просвещения, учреждений образования, органов социальной защиты.

Но, необходимо понимать, что здоровье населения обеспечивается не только ответственностью государства и общества, но и ответственностью каждого из нас за свое здоровье. Значительное место отведено роли семьи в укреплении и сохранении здоровья человека; вопросам обеспечения здорового образа жизни населения.

Здоровый образ жизни базируется на научно-обоснованных санитарно-гигиенических нормативах, направленных на укрепление здоровья: рациональное питание; физическая активность; закаливание; отсутствие вредных привычек; умение выходить из стрессовых состояний; высокая медицинская активность; умение оказать первую помощь при внезапных заболеваниях, травмах.

Социальные, технические и экономические перемены, произошедшие в конце XX и начале XXI веков не решили ни морально-этические, ни культурные, ни семейные, ни личностные проблемы человека. Научно-технический прогресс превратил человека в робота и лишь обострил проблему одиночества человека в среде. Это привело к

отчуждению человека от самого себя, усилило чувство изоляции и одиночества, увеличило число разводов.

Негативные факторы научно-технического прогресса привели к стремительному уменьшению физической активности. Сегодня точно установлено, что именно гиподинамия – один из факторов риска развития заболеваний сердечнососудистой системы, ожирения, опорно-двигательного аппарата и других «болезней цивилизации». При недостатке движений наблюдается ослабление физиологических функций, понижается тонус и жизнедеятельность организма. Возросли требования к интеллектуальным и физическим возможностям человека в связи с кризисом цивилизации и глубоким несоответствием между реальным миром и адаптационными способностями человека к нему. Изменился характер питания человека. Человек все больше питается рафинированными, высококалорийными продуктами, бедными или лишенными биологической информации.

Часто встречающийся психоэмоциональный стресс у современного человека оказывает всестороннее разрушительное влияние на жизнедеятельность организма, подрывает здоровье людей.

Современный человек испытывает постоянный дефицит сна. Это является важной причиной нарушения его здоровья.

Одной из самых серьезных проблем в сегодняшней России являются злоупотребление алкоголем и табаком, наркомания.

Единственный путь, ведущий к здоровью каждого человека, нации, человечества – это изменение отношения человека к своему здоровью. Для этого нужно знать свой организм, желать быть здоровым и прикладывать к этому усилия. Человек сам должен сделать выбор: быть здоровым или болеть, он должен иметь мотивацию на здоровье, т.к. только здоровый человек может добиться самореализации.

Хочется донести до каждого, что наш организм заслуживает особого внимания, что быть здоровым легко. Нужно только понять и захотеть познать самого себя.

Литература:

1. **Дубровский, В. И.** Валеология. Здоровый образ жизни. – М. : RETORIKA – А: ФЛИНТА, 1999. – 560 с.
2. **Колбанов, В. В.** Валеология: Основные понятия, термины и определения. – СПб. : ДЕАН, 1998. – 232 с.
3. **Билич, Г. Л., Назарова, Л. В.** Основы валеологии. – СПб. : ВОДОЛЕЙ, 1998. – 560 с.

ПАНКРЕАТИТ. ПРИЧИНЫ, КЛИНИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ. ПРИНЦИПЫ ЛЕЧЕНИЯ, ПРОФИЛАКТИКА

Кривенко О. Г. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии*)

Если вы любите вкусно поесть, особенно «уважаете» жирные и острые блюда вкупе со всякими крепкими напитками, не удивляйтесь, что в один «прекрасный» день у вас появятся боли и тяжесть в животе, тошнота и расстройство пищеварения. Это будет означать, что поджелудочная железа «взбунтовалась» и заявила: «Хватит!», обозначив недовольство первыми признаками острого или хронического панкреатита. Поджелудочная железа является одним из наиболее важных органов, участвующих в процессе пищеварения, изучению которого посвящены многие фундаментальные исследования и который не перестает удивлять своих исследователей все новыми свойствами и функциями. В античные времена роль поджелудочной железы в жизнедеятельности человеческого организма рассматривалась совершенно неверно. Ее назвали *pancreas* (лат.), что означает «вся из мяса». Считалось, что она нужна только для того, чтобы защищать и поддерживать сосуды. И только в 16-17 века была доказана пищеварительная функция железы. Позже, в 19-20 века, исследования показали, что поджелудочная железа участвует и в других жизненно важных процессах: регуляция жирового, белкового, и углеводного обмена. Вырабатываемые ею гормоны (инсулин, глюкагон) влияют на уровень глюкозы в крови. Поджелудочная железа - вытянутый орган длиной примерно 15-25 см., шириной 3-9 см. и толщиной 2-3 см. Масса поджелудочной железы около 70-80 граммов.

Одной из важных функций поджелудочной железы является выделение панкреатического сока в двенадцатиперстную кишку. В соке содержится большое количество ферментов, которые помогают переваривать пищу. Изначально ферменты неактивны, они поступают по панкреатическому протоку и общему желчному протоку в двенадцатиперстную кишку, где и активизируются под воздействием желчи.

Панкреатит - это воспалительное заболевание поджелудочной железы. Различают острый и хронический панкреатиты. Причины развития, симптомы, лечение отдельных форм панкреатита различные.

В последние годы количество больных увеличилось в 2-3 раза. Это связано с ростом потребления населением алкоголя, что является одной из основных причин развития панкреатита. В большинстве стран на острый панкреатит алкогольной природы приходится 40% больных. Второй по частоте причиной возникновения острого панкреатита являются болезни желчного пузыря (желчнокаменная болезнь). 20% состав-

ляют другие причины: травмы живота, прием вредных для поджелудочной железы лекарств, эндокринные заболевания. Средний возраст больных, при котором происходит диагностика заболевания, составляет 35–55 лет.

В начале 80-х годов около 20% больных острым панкреатитом умирало, к концу 90-х — до 10%.

Причины возникновения панкреатита: Острый панкреатит в большинстве случаев, развивается на фоне заболеваний желчного пузыря таких как: острый и хронический холециститы, печеночная колика, механическая желтуха, спазм сфинктера Одди и желчных протоков, закупорка их камнем. Особую роль играет желчнокаменная болезнь, она является причиной панкреатитов в 60-75% случаев. Желчнокаменная болезнь чаще является причиной острого панкреатита и в значительно меньшей степени (4-8%) хронического панкреатита. Наличие в желчном пузыре камня диаметром менее 5 мм увеличивает риск возникновения панкреатита в 4 раза. Язвенная болезнь желудка, гастрит, дискинезия двенадцатиперстной кишки (рефлюкс желчи или дуоденального содержимого в протоки поджелудочной железы - это два механизма, которые приводят к ее аутолизу), заболевания двенадцатиперстной кишки (дуоденит, язвенная болезнь).

Употребление алкоголя, избыточное питание и жирная пища (стимулирующая панкреатическую секрецию и желчевыделение), употребление продуктов, обработанных пестицидами.

Курение способствует развитию фиброза в артериях поджелудочной железы и в дальнейшем развитию хронического панкреатита.

Инфекции и токсины, прием некоторых лекарств (фуросемид, эстрогены, антибиотики, сульфаниламиды и т.д.); а так же передозировка лекарственных средств (стероидная терапия).

Операции на желудке и желчевыводящих путях.

Травмы, ранения живота.

Эндоскопическая ретроградная холангиопанкреатография (ЭРХПГ).

Инфекции (эпидемический паротит (свинка), вирусные гепатиты В, С, и др).

Паразитические инвазии (аскаридоз).

Анатомические аномалии протока поджелудочной железы (сужение, опухоли и т.д.).

Нарушение обмена веществ.

Изменение гормонального фона.

Сосудистые заболевания.

Беременность, ранний послеродовой период.

Изменения железы, связанные с возрастом.

Заболевания, возникающие по причине образования патологических антител.

Нарушения обмена веществ, связанные со снижением функции паращитовидных желез, с повышением содержания жиров в крови, образование псевдокисты, заполненной мертвыми клетками и панкреатическим соком.

Асцит (патологическое накопление свободной жидкости в брюшной полости).

Примерно у 30% больных не удается установить причину острого панкреатита. В норме в поджелудочной железе вырабатываются неактивные предшественники ферментов — их переход в активную форму происходит непосредственно в 12-перстной кишке, куда они поступают по протоку поджелудочной железы и общему желчному протоку. В протоке поджелудочной железы давление должно быть выше, чем в общем желчном протоке, чтобы содержимое кишки и желчь в него не попадали. Под действием различных факторов (например, камень закупоривающий желчный проток) повышается давление в протоке поджелудочной железы, нарушается отток ее секрета, и происходит преждевременная активация ферментов.

В результате вместо того, чтобы переваривать пищу, ферменты начинают переваривать саму поджелудочную железу, начинается «самопереваривание». Развивается острое воспаление железы - панкреатит.

При хроническом панкреатите нормальная ткань поджелудочной железы постепенно замещается рубцовой, развивается недостаточность экзокринной (выработка ферментов) и эндокринной (выработка гормонов, в том числе, инсулина) функций железы.

Острый панкреатит – воспаление ткани железы, которое может привести к ее некрозу, атрофии, фиброзу или кальцинированию. Различают несколько форм острого панкреатита: гнойный панкреатит (с очагами гноя), острый холецистопанкреатит (панкреатит сочетается с холециститом – воспалением желчного пузыря), геморрагический панкреатит (с кровоизлияниями в ткань железы) и другие. Воспалиться может часть органа или вся поджелудочная железа целиком.

Основной симптом острого панкреатита — сильнейшие боли в верхней части живота (подложечная область, правое или левое подреберье), как правило, опоясывающего характера. При сильном воспалении боль может отдавать в спину, в левую лопатку, за грудину. Она обычно усиливается, если лечь на спину, и слабеет, если сесть и наклониться вперед. Боль может продолжаться в течение многих часов или

даже нескольких дней; ее интенсивность зависит от степени выраженности воспалительного процесса. Практически никогда боль не бывает перемежающейся (коликообразной). Боли не снимаются спазмолитиками (но-шпа) и анальгетиками. Кроме боли у человека появляются сухость во рту, тошнота, икота, отрыжка, частая, не приносящая облегчения рвота, понос, головокружение. Больной теряет аппетит и быстро худеет. В тяжелых случаях общее состояние быстро ухудшается: температура повышается, учащается пульс, появляется одышка, артериальное давление понижается. В таком состоянии без врачебной помощи не обойтись, поэтому больного надо срочно госпитализировать.

Реактивный панкреатит - это острый панкреатит на фоне обострения заболеваний двенадцатиперстной кишки, печени, желудка или желчного пузыря. Для него характерны те же симптомы.

Хронический панкреатит - медленно текущее воспаление. Для него характерны периоды обострения и периоды ремиссии. Атаки панкреатита повторяются и приводят к прогрессирующему анатомическому и функциональному повреждению. Принципиальным отличием хронического панкреатита является деструкция паренхимы, атрофия ткани железы и разрастание соединительной ткани (фиброз). Воспалительный процесс ткани поджелудочной железы носит постоянный характер, характеризуется необратимыми гистологическими изменениями органа, и со временем приводит к эндокринной и экзокринной недостаточности поджелудочной железы.

Для хронического панкреатита также характерны различные формы.

При хроническом панкреатите больного, в первую очередь, беспокоят боли. Боли возникают или усиливаются через 40-60 минут после еды (особенно после обильной, жирной, жареной, острой пищи). Они локализуются в «подложечной» области, нередко распространяясь в левое и правое подреберье и отдавая в спину. Часто боль бывает опоясывающей. «Отголоски» боли могут дойти до области сердца, имитируя стенокардию.

Осложнения. Довольно часто к панкреатиту присоединяется холецистит (воспаление желчного пузыря), и, напротив, холецистит может спровоцировать развитие панкреатита. Нередко при остром панкреатите присоединяется инфекция (гнойные осложнения). Развивается флегмона или абсцесс поджелудочной железы. В некоторых случаях развивается внутрибрюшное кровотечение.

Грозным осложнением панкреатита является разрушение поджелудочной железы (панкреонекроз) и развитие смертельно опасного перитонита.

К осложнениям панкреатита так же относят ложную кисту поджелудочной железы, панкреатогенный асцит, легочные осложнения. При хроническом панкреатите недостаточность эндокринной функции поджелудочной железы может приводить к развитию сахарного диабета.

Лечение панкреатита проводится в стационаре и сводится либо к операционному вмешательству, либо к терапии. Основными терапевтическими направлениями лечения панкреатита являются: уменьшение болевого синдрома и коррекция панкреатической недостаточности железы, направленной на снижение активности ферментов поджелудочной железы, ослабление их переваривающего действия. Для этого больному назначают голодание на несколько дней. Срок голодания зависит от степени выраженности и тяжести процесса. Важным этапом в лечении острого панкреатита является антиферментная терапия. Для внутривенного введения используют контрикал, гордокс и другие препараты. После приема указанных средств уменьшаются явления интоксикации, снижается уровень диастазы, сахара в крови и моче. Предотвратить возникновение некроза поджелудочной железы позволяет активная инфузионная терапия. У 75% больных возникает инфекция, вызываемая различными возбудителями (кишечная палочка, стафилококки, стрептококки). Поэтому при лечении больных с некрозом поджелудочной железы, сопровождающимся органной недостаточностью рекомендуется применять антибиотики. Наиболее высока степень проникновения в ткань поджелудочной железы офлоксацина, ципрофлоксацина. После периода голодания больной должен постоянно соблюдать соответствующую диету. Переедание может вызвать очередной приступ заболевания.

Профилактика панкреатита заключается в уменьшении количества обострений. Для этого следует соблюдать ряд рекомендаций: придерживаться диеты с ограниченным содержанием жиров и углеводов. Пища не должна быть слишком горячей или холодной. Есть рекомендуется часто и понемногу. Следует ограничить потребление алкоголя, принимать препараты, улучшающие пищеварение, своевременно лечить желчекаменную болезнь.

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОЛОДИ АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ

Мишанина Л. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии, biochemistry@mail.ru)

Проведенные биохимические исследования показали, что спектр аминокислот у молоди из рек Печа, Пак, Западная Лица, Йоканьга, Поной близок к эталонному белку, у молоди из рек Кола и Умба содержание трех аминокислот (валин, треонин, изолейцин) значительно ниже. Мышечная ткань молоди рек Кола и Умба отличается пониженным содержанием таких незаменимых для рыб аминокислот, как гистидин, изолейцин, валин и треонин. У молоди из остальных рек названных аминокислот значительно больше. Это связано, на наш взгляд, с малым содержанием зоопланктона в реках Кола и Умба. Вероятно, сеголетки из двух этих рек были выпущены с рыбоводных заводов, так как их аминокислотный состав имеет существенно сходство с таковым заводской молоди. В мышечной ткани сеголеток из всех рек преобладают низкомолекулярные белки (до 50,3 %), что объясняется ролью данных белков в усилении гликолиза и синтеза АТФ. У трехлеток из рек Западная Лица, Печа, Пак, Йоканьга и Поной количество низкомолекулярных белков превышает долю высокомолекулярных (51,3 и 33,2 % соответственно), у молоди из рек Кола и Умба содержание высокомолекулярных белков выше количества низкомолекулярных (46,4 и 38,7 %). Это объясняется биологическими функциями низкомолекулярных белков в результате большего расхода воды в первых пяти реках.

По количественному содержанию аминокислот мышечные белки молоди с ТРЗ, КЭЛЗ и УРЗ практически не различаются, что по всей вероятности, свидетельствует о длительном кормлении молоди одним и тем же кормом. Содержание валина, треонина и изолейцина оказалось незначительным по сравнению с эталонным белком. У молоди с трех рыбоводных заводов наблюдается невысокое содержание низкомолекулярных белков, что объясняется уменьшением естественной подвижности в искусственных бассейнах.

В мышечной ткани и печени молоди из рек Западная Лица, Печа, Пак, Йоканьга и Поной содержание фосфолипидов (до 70,0 %) превалирует над массовой долей триацилглицеринов (до 44,7 %) по сравнению с молодью из рек Кола и Умба (до 63,6 и до 41,9 % соответственно), что, возможно, связано с повышением энергетического обмена у молоди из первых пяти рек. Триацилглицерины накапливаются в печени у молоди из рек Кола и Умба (до 26,7 %), что, вероятно, свидетельствует о жировом перерождении печени (Сидоров, 1983). Более высокий уровень полиеновых кислот характерен для мышечной ткани молоди из рек Западная Лица, Печа, Пак, Йоканьга и Поной, чем для мышечной ткани молоди из рек Кола и Умба. Это приводит к повышению жидкостности биомембран мышечных клеток у сеголеток из первых пяти рек по сравнению с объектами из последних двух рек. Для молоди из рек Западная Лица, Печа, Пак, Йоканьга и Поной характерно уменьшение concentra-

ции фосфатидилхолина, холестерина и насыщенных жирных кислот, что свидетельствует о снижении вязкости липидного бислоя и повышении метаболизма.

Содержание триацилглицеринов (до 42,9 %) в мышечной ткани у заводских сеголеток превалирует над количеством фосфолипидов (до 18,5 %), что может быть вызвано замедлением энергообмена в связи с неактивным образом жизни в искусственных условиях и несбалансированным составом корма. Содержание триацилглицеринов в печени молоди с трех рыбоводных заводов повышается с возрастом (от 24,8 до 26,7 %), что может свидетельствовать о жировом перерождении печени (Сидоров, 1983). Для заводской молоди характерно высокое содержание моноеновых кислот по сравнению с полиеновыми, что может свидетельствовать о пониженном обмене веществ.

По исследуемым биохимическим показателям можно утверждать, что молодь из рек Кола и Умба была выпущена с рыбоводных заводов. Следует отметить, что с возрастом у получаемой в искусственных условиях молоди биохимический состав заметно ухудшается. При выпуске в реки ее выживаемость, вероятно, будет ниже, чем у дикой молоди.

Принимая во внимание результаты наших исследований, предлагается следующая корректировка условий содержания и кормления молоди атлантического лосося:

- ввести в рацион питания корма с пониженным содержанием жира, обогащенные протеином со сбалансированным аминокислотным составом;
- своевременно осуществлять контроль качества кормов по липидным показателям;
- четко соблюдать биотехнику выращивания рыб.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ ИЗ ОБЪЕКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ МАССОВОГО ЛОВА ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Рысакова К. С. (*Мурманск, ПИНРО, лаборатория биохимии и технологии; МГТУ, кафедра биохимии*). E-mail: rysakova@pinro.ru

This article is devoted to studying the possibility of using hyaluronic acid (HA) from a commercial aquatic organisms in the Barents Sea. During the study developed a new method for obtaining hyaluronic acid from various tissues (eyes, skin, spines) of the three fish species: Greenland halibut, Atlantic cod and flounder. It was shown that a significant yield of HA was observed in the processing of raw

material with alkali, and then the enzyme preparation. Also found that the highest content of HA was observed in tions isolated from cartilage tissue spines.

Гиалуриновая кислота (ГК) является основным компонентом внеклеточного матрикса, входит в состав многих биологических тканей и жидкостей (кожа, хрящи, синовиальная жидкость, стекловидное тело глаза). Данный полисахарид имеет широкое распространение при лечении заболеваний опорно-двигательного аппарата, кожных покровов, органов зрения, входит в состав многих косметических препаратов.

В связи с возрастающим интересом к данному полимеру, представляется интересным проведение исследований по содержанию ГК в различных органах и тканях гидробионтов.

В работе использовались различные ткани (глаза, шкуры, хребты) 3 видов рыб: черного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*), атлантической трески (*Gadus morhua*) и камбалы (*Pleuronectes platessa*).

Исходную ткань сначала обрабатывали 0,2 моль/л раствором NaOH, для разрушения белков и полисахаридов, а после нейтрализации 0,1 моль/л уксусной кислотой, проводили ферментативный гидролиз белков. Ферментный препарат был получен из гепатопанкреаса камчатского краба *Paralithodes camchaticus*. Действие фермента останавливали кипячением.

Из полученного гидролизата высокомолекулярные полисахариды осаждали двойным объемом этилового спирта и затем сушили на воздухе.

Содержание ГК в полученных препаратах проводилось методом ВЭЖХ (по выходу глюкозамина) и спектрофотометрическим методом количественного определения гексуриновых кислот (метод Дише) (Dische, 1946; Jo, 2004).

Наибольшее содержание ГК наблюдалось в препаратах, выделенных из хрящевой ткани хребтов, в которых, как известно, значительную роль играют комплексы полисахарида с белками (Португалова, 1986, Ковалев, 1999).

Предпринята попытка разработки нового метода получения гиалуриновой кислоты из отходов рыбного промысла. Нами показано, что наибольший выход ГК наблюдался при обработке сырья щелочью, а затем ферментным препаратом. Ранее существовали 2 варианта получения ГК: 3-кратная экстракция гиалуриновой кислоты из измельченных петушинных гребней водно-хлороформным раствором, и 2-кратная экстракция сырья водным раствором *n*-пропилового или трет-бутилового спирта с дальнейшим добавлением хлорид натрия до расслоения системы и осаждением из данной системы гиалуриновой кислоты (патент RU 2017751).

В ходе наших исследований было показано, что источниками выделения ГК могут служить отходы переработки рыб. Определено количественное содержание ГК в различных органах и тканях некоторых видов гидробионтов. Предложен новый метод выделения гиалуриновой кислоты.

Литература:

1. **Ковалев Н. Н., Чепкасова А. И.** Гиалуриновая кислота некоторых видов рыб и беспозвоночных // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра. - 1999.- Т. 125.- С. 56-59
2. Патент RU 2017751 Способ получения гиалуриновой кислоты // Ряшенцев В. Ю., Никольский С. Ф., Вайнерман Е. С., Поляков В. И. и др. Оpubл. 1994 .08.15.
3. **Португалова В. В. Ерзинкян К. Л.** Гиалуриновая кислота и ее роль в жизнедеятельности организмов // Успехи современной биологии. – 1986.- Т. 101, вып. 3. – С. 344-357.
4. Dishe Z. A new specific color reaction of hexuronic acids // The Journal of Biological Chemistry. – 1947. – Vol. 167, No. 1. – P. 189-198.
5. **Jo J.-H., Park D.-C., Do J.-R., Kim D.-S., Park Y.-K., Lee T.-K., Cho S.-M.** Optimization of skate (*Raja flavirostris*) cartilage hydrolysis for the preparation of chondroitin sulfate // Food Science and Biotechnology. – 2004.- Vol. 13, No. 5. – P. 622-626.

ИНТРОДУКЦИЯ РАСТЕНИЙ

Железкина Е. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии, biochemistry@mail.ru)

Введение.

Интродукция растений является приоритетной задачей многих ботанических учреждений. Как правило, северные районы бедны декоративными красивоцветущими древесными растениями. Именно поэтому интродукторы издавна переселяют растения из различных областей Земного шара в северные районы. Адаптациям растений при переселении их на Север также при этом посвящено немало литературы. Однако не так часто северные растения перевозят в среднюю полосу или далее на юг. Достаточно редко встречаются данные и по реинтродукции растений. Поэтому тема по адаптациям растений при переселении их с севера на юг достаточно актуальна.

Воздушная среда.

Воздушная среда может быть наружной, внутренней производственной и внутренней жилой. Самый нижний и наиболее плотный слой атмосферы содержит до 80% всей ее массы и простирается в полярных и средних широтах. Наружный воздух у поверхности земли содержит по объему: 78,08% азота; 20,95% кислорода; 0,94% инертных газов и 0,03% углекислого газа. Часто воздух у поверхности земли имеет различные примеси, особенно в городах: там он содержит более 40 ингредиентов, чуждых природной воздушной среде. Атмосфера обладает мощной способностью к самоочищению от загрязняющих веществ. Движение воздуха приводит к рассеиванию примесей. Пылевые частицы выпадают из воздуха на земную поверхность под действием силы тяжести дождевых потоков. Многие газы растворяются во влаге облаков и с дождями также достигают почвы. Под воздействием солнечного света в атмосфере погибают болезнетворные микроорганизмы. Но в настоящее время объем ежегодно выбрасываемых в атмосферу вредных веществ резко возрос, составляет многие миллионы тонн и превышает пределы способности атмосферы к самоочищению.

О роли в этом круговороте зеленых насаждений говорят следующие данные: 1 га зеленых насаждений в среднем за 1 час очищает воздух от 8 кг углекислого газа (выделяемого за это время при дыхании 200 человек). Взрослое дерево за сутки выделяет 180 литров кислорода, а за пять месяцев (с мая по сентябрь) оно поглощает около 44 кг углекислого газа. Количество выделяемого кислорода и поглощаемого углекислого газа зависит от возраста зеленых насаждений, видового состава, плотности посадки и других факторов.

Водная среда.

Существуют многолетние растения-дендроинтродуценты, необходимое условие жизни которых - пребывание в пресной и соленой воде. Количество пресной воды составляет всего лишь 2,7% общего объема воды на Земле, причем очень малая ее доля (всего 0,36%) имеется в легкодоступных для добычи местах. Большая часть пресной воды содержится в снегах и пресноводных айсбергах. Но кроме этой проблемы существует еще одна, более важная. Это загрязнение пресных вод. Сброс неочищенных сточных вод в водные источники приводит к микробиологическим загрязнениям воды. Для того чтобы растение продолжало свой рост и развитие ему нужна чистая, пресная вода.

Экологические факторы.

Экологические факторы во многом определяют развитие растительного мира и его плодородие. Характерной особенностью России

является то, что большая часть ее территории имеет значительно более холодный климат, чем в других странах.

Выделяют три основные группы факторов, вызывающих стресс у растений-дендроинтродуцентов:

физические - недостаточная или избыточная влажность, освещенность, температура, радиоактивное излучение, механические воздействия;

химические - соли, газы (гербициды, инсектициды, ксенобиотики, фунгициды, промышленные отходы и др.);

биологические - поражение возбудителями болезней или вредителями, конкуренция с другими растениями, влияние животных, цветение, созревание плодов.

Различные виды растений обеспечивают устойчивость и выживание в неблагоприятных условиях тремя основными способами: с помощью механизмов, которые позволяют им избежать неблагоприятных воздействий (состояние покоя, эфемеры и др.); посредством специальных структурных приспособлений; благодаря физиологическим свойствам, позволяющим им преодолеть пагубное влияние окружающей среды.

Защита от неблагоприятных факторов среды у растений-дендроинтродуцентов обеспечивается структурными приспособлениями, особенностями анатомического строения (кутикула, корка, механические ткани и т.д.), специальными органами защиты (жгучие волоски, колючки), двигательными и физиологическими реакциями, выработкой защитных веществ (смол, фитонцидов, токсинов, защитных белков).

К структурным приспособлениям относятся мелколистность и даже отсутствие листьев, воскообразная кутикула на поверхности листьев, их густое опушение и погруженность устьиц, наличие сочных листьев и стеблей, сохраняющих резервы воды и др. Растения-дендроинтродуценты располагают различными физиологическими механизмами, позволяющими приспособляться к неблагоприятным условиям среды.

Адаптация.

Адаптация - это развитие любого признака, который способствует выживанию вида и его размножению.

Растения-дендроинтродуценты не обладают сформировавшейся в ходе эволюции системой адаптации к вредным газам. Газы и взвеси достаточно легко проникают в ткани, органы растений через устьица, приобретая возможность влиять на обмен веществ клеток, вступая в химические взаимодействия на уровне клеточных мембран и клеточных стенок. Пыль, оседая на поверхности растения, закупоривает устьица,

что ведет к ухудшению газообмена, нарушению водного режима, а также затрудняет поглощение света.

Засоление приводит к изменениям устьичного аппарата. При этом уменьшаются размеры устьиц, а их количество на единицу площади увеличивается. Приспособление растений-дендроинтродуцентов к условиям засоления осуществляется многими путями. Наиболее важные среди них - осморегуляция и специализация, или модификация транспортных процессов. Поэтому для получения солеустойчивых форм растений необходимо тщательно изучить транспорт ионов в зависимости от ионного состава среды и генотипа растений-дендроинтродуцентов.

В настоящее время мало известно о механизмах накопления растениями-дендроинтродуцентами тяжелых металлов, потому что до сих пор основное внимание уделялось усвоению соединений азота, фосфора и других элементов питания из почвы.

Адаптация растений к биотическим факторам.

Биотические факторы - это совокупность влияний, оказываемых организмами друг на друга. Биотические факторы, воздействующие на растений подразделяют на зоогенные и фитогенные.

Зоогенные биотические факторы - это влияние животных на растения-дендроинтродуценты. Прежде всего, к ним относят поедание растений животными. Животное может поедать растение целиком либо его отдельные части. В результате объедания животными ветвей и побегов растений-дендроинтродуцентов, изменяется крона деревьев. Большая часть семян идет на пропитание птиц и грызунов. Растения, которые повреждают животные-фитофаги вынуждены бороться за свое существование и в целях самозащиты наращивают колючки, усердно наращивают оставшиеся листья и т.д. Экологически значимый фактор - механическое воздействие, оказываемое животными на растения-дендроинтродуценты: это повреждение всего растения при поедании животным, а также вытаптывание. Но существует и весьма положительная сторона во влиянии животных на растения-дендроинтродуценты: один из них это – опыление.

К фитогенным биотическим факторам относят влияние растений-дендроинтродуцентов, находящихся на небольшом расстоянии, друг на друга. Существует множество форм взаимоотношений между растениями: переплетение и срастание корнями, переплетение крон, схлестывание ветвей, использование одним растением другого для прикрепления и т.п. В свою очередь, любое растительное сообщество влияет на совокупность абиотических (химических, физических, климатических, геологических) свойств среды своего обитания. Всем нам известно, на-

сколько сильно выражено различие абиотических условий, к примеру, в лесу и в поле или степи.

Влияние температуры на дендроинтродуценты.

Действие экстремальных высоких температур влечет за собой целый ряд опасностей для растений-дендроинтродуцентов: сильное обезвоживание и иссушение, ожоги, разрушение хлорофилла, необратимые расстройства дыхания и других физиологических процессов, наконец, тепловую денатурацию белков, коагуляцию цитоплазмы и гибель. Перегрев почвы приводит к повреждению и отмиранию поверхностно расположенных корней, к ожогам корневой шейки. В защитных приспособлениях растений-дендроинтродуцентов к высоким температурам использованы разные пути адаптации. Это густое опушение, придающее листьям светлую окраску и усиливающее их способность к отражению; блестящая поверхность; уменьшение поверхности, поглощающей радиацию; вертикальное и меридиональное положение листьев; свертывание листовых пластинок у злаков; общая редукция листовой поверхности и т.д.

Влияние света на дендроинтродуценты.

Солнечный свет - один из наиболее важных для жизни растений-дендроинтродуцентов экологических показателей. Он поглощается хлорофиллом и используется при построении первичного органического вещества. Почти все комнатные растения светолюбивы, т.е. лучше развиваются при полном освещении, но различаются по теневыносливости. Принимая во внимание отношение растений к свету, их принято подразделять на три основные группы: светолюбивые, теневыносливые, тенейиндифферентные. Есть растения-дендроинтродуценты, довольно легко приспосабливающиеся к достаточному или избыточному свету, но встречаются и такие, которые хорошо развиваются только при строго определенных параметрах освещенности. В результате адаптации растения к пониженной освещенности несколько меняется его облик. Листья становятся темно-зелеными и немного увеличиваются в размерах (линейные листья удлиняются и становятся уже), начинается вытягивание стебля, который при этом теряет свою прочность. Затем рост постепенно уменьшается, т.к резко снижается производство продуктов фотосинтеза, идущих на построение тела растения. При недостатке света многие растения-дендроинтродуценты перестают цвести. При избытке света хлорофилл частично разрушается, и цвет листьев становится желто-зеленым. На сильном свету рост растений замедляется, они получают более приземистыми с короткими междоузлиями и широкими короткими листьями. Появление бронзово-желтой окраски листьев указывает на значительный избыток света, который вреден растениям.

Заключение.

Окружающая среда растений-дендроинтродуцентов имеет экологические проблемы, с которыми надо бороться. И сами растения принимают участие в этой борьбе, они активно очищают воздух. Но существуют и климатические факторы, которые не так пагубно влияют на жизнь растений-дендроинтродуцентов, а заставляют растения адаптироваться и произрастать в подходящих для них климатических условиях. Окружающая среда и растения взаимодействуют, и без этого взаимодействия, растения бы погибли, так как все необходимые для своей жизнедеятельности компоненты, растения черпают из своей среды обитания. Растения-дендроинтродуценты могут помочь нам справиться с нашими экологическими проблемами. В разных климатических условиях растут разные растения и они взаимодействуют с окружающей средой, а также растения-дендроинтродуценты приспособляются к жизни непосредственно в городской среде.

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНЫХ ПИГМЕНТОВ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА В РАЗНОВОЗРАСТНОЙ ХВОЕ СОСНЫ И ЕЛИ

Шашкова Е. В., Падалко В. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии, *shelve@yandex.ru*)

Все фотосинтезирующие организмы содержат один или несколько органических пигментов (от лат. *pigmentum* - краска), которые являются необходимыми компонентами фотосинтезирующих систем и обладают способностью поглощать видимый свет, запуская тем самым химические реакции фотосинтеза.

Пигменты - это соединения, избирательно поглощающие свет в видимой части солнечного спектра. При освещении белым светом их окраска определяется теми лучами, которые они отражают или пропускают. Поглощение пигментами световой энергии обусловлено наличием в их молекуле хромофорных групп, которые представляют собой систему сопряженных двойных связей и содержат большое количество легко возбуждаемых светом π -электронов. Для их перехода в возбужденное состояние достаточно энергии квантов видимой области спектра.

В растениях встречаются пигменты трех основных классов - хлорофиллы, каротиноиды и фикобилипротеины (пигменты тетрапиррольной природы). Хлорофиллы являются основными пигментами, поскольку принимают непосредственное участие в процессе фотосинтеза.

Хлорофиллы (от греч. *chloros* - зеленый + *phyllon* - лист) придают растениям характерный зеленый цвет. Они не растворяются в воде, но хорошо растворяются в органических растворителях.

Существует несколько типов хлорофилла (*a, b, c, d*), различающихся системой сопряженных связей и заместителями (следовательно, и спектрами поглощения).

Пигментный состав является одним из информативных параметров, характеризующих фотосинтетическую активность (ФСА). Роль каротиноидов в процессах, имеющих прямые и косвенные связи с фотосинтезом, а также с устойчивостью ФСА в широком диапазоне световых и температурных условий, многогранна [1-4]. Вечнозеленые растения испытывают сезонные изменения в уровне содержания фотосинтетических пигментов, которые напрямую связаны с адаптивными процессами к изменяющимся условиям среды [4-7]. При этом каротиноиды (разнообразная группа желтых, оранжевых и красных пигментов) играют важную роль как фотопротекторные агенты и стабилизаторы липидной фазы тилакоидных мембран [8]. Изучение биохимического состава (содержания биогенных элементов) хвойных растений Кольского полуострова было проведено в 1980-е гг. И. И. Сизовым, В. В. Никоновым [9].

Однако систематические исследования пигментов ФСА хвойных древесных растений бореальных лесов Кольского севера в эколого-физиологическом аспекте с привлечением современных теоретических представлений еще не проводились. Нами проведено определение вариабельности состава пигментов ФСА сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели европейской (*Picea abies* (*P. excelsa*)) в зимний период (25.12.10). В данной работе мы попытались оценить изменения количественного состава фотосинтетических пигментов хвои в процессе адаптации к изменению условий произрастания.

Исследования проводились на кафедре биохимии Мурманского государственного технического университета в 2010-2011 годах.

Пробы первого, второго года хвои отбирали у *P. sylvestris* и *P. abies* 30 - 40-летнего возраста, произрастающих на территории Кандакшского и Терского лесничества. Сбор полевых материалов осуществляли в одно и то же время, в одинаковых условиях произрастания (тип леса, бонитет). Для определения содержания пигментов в хвое образцы отбирали из средней части кроны не менее, чем с 9 деревьев. Отбор растительного материала производился в середине дня, в 11.00 - 14.00, когда содержание пигментов в хвое наибольшее.

Собранную хвою измельчали, после чего из навесок хвои (1 г), взвешенных на электронных лабораторных весах ВЛТ-510 - П (Госметр, Россия), экстрагировали пигменты в 80% ацетоне [10]. После фильтра-

ции полученной вытяжки и измерения полученного объема, из проб отбирали по 1 мл и разбавляли до 25 мл 80%-ным ацетоном, затем проводили измерение оптической плотности D вытяжки спектрофотометрическим методом с использованием спектрофотометра СФ 2000 (Россия) при длинах волн, соответствующих максимумам поглощения хлорофиллов a и b в 80%-м растворе ацетона, 663 и 646 нм, каротиноидов 470 нм.

Концентрацию хлорофиллов a , b и каротиноидов рассчитывали по формулам [10]:

$$C_a = 12,21D_{663} - 2,81D_{646};$$

$$C_b = 20,13D_{646} - 5,03D_{663};$$

$$C_{кар} = \frac{1000D_{470} - 3,27C_a - 100C_b}{229},$$

где C_a , C_b и $C_{кар}$ —концентрация хлорофиллов a , b и каротиноидов, мг/л.

Затем вычисляли содержание пигментов A в растительном материале, мг/г сырой массы:

$$A = CVV_2 \cdot 100/H V_1 \cdot 1000,$$

где C — концентрация пигмента, мг/дм³; V — объем исходной вытяжки, см³; V_2 — объем исходной вытяжки, взятой для разбавления, см³; V_1 — объем разбавленной вытяжки, см³; H — масса навески.

В таблицах 1-8 приведены средние арифметические значения со стандартными отклонениями.

Таблица 1

Среднее содержание хлорофиллов и каротиноидов в хвое первого года вегетации деревьев *Picea abies* Кандалакшского лесничества

Показатель	Показание оптической плотности вытяжки на приборе (D), нм			Концентрация (C), мг/л			Содержание пигментов в растительном материале (A), мг/г сырой массы		
	Карот.	Хл b	Хл a	$C_{кар}$	C_b	C_a	$A_{кар}$	A_b	A_a
Число значений, n	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Среднее значение, $X_{ср}$	1,00 8	0,3 87	0,8 35	2,7 06	3,5 87	9,10 6	1,2 59	1,6 55	4,2 20

Таблица 2

Среднее содержание хлорофиллов и каротиноидов в хвое второго года вегетации деревьев *Picea abies* Кандалакшского лесничества

Показатель	Показание оптической плотности вытяжки на приборе (D), нм			Концентрация (C), мг/л			Содержание пигментов в растительном материале (A), мг/г сырой массы		
	Карот.	Хл <i>b</i>	Хл <i>a</i>	C _к ар	C _b	C _a	A _к ар	Ab	A _a
Число значений, n	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Среднее значение, X _{ср}	1,02 3	0,3 95	0,8 48	2,7 31	3,6 78	9,24 3	1,2 90	1,7 34	4,3 72

Таблица 3

Среднее содержание хлорофиллов и каротиноидов в хвое первого года вегетации деревьев *Pinus sylvestris* Кандалакшского лесничества

Показатель	Показание оптической плотности вытяжки на приборе (D), нм			Концентрация (C), мг/л			Содержание пигментов в растительном материале (A), мг/г сырой массы		
	Карот.	Хл <i>b</i>	Хл <i>a</i>	C _к ар	C _b	C _a	A _к ар	Ab	A _a
Число значений, n	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Среднее значение, X _{ср}	1,29 6	0,4 36	1,0 70	4,0 10	3,3 91	11,8 37	1,8 66	1,5 70	5,4 81

Таблица 4

Среднее содержание хлорофиллов и каротиноидов в хвое второго года вегетации деревьев *Pinus sylvestris* Кандалакшского лесничества

Показатель	Показание оптической плотности вытяжки на приборе (D), нм			Концентрация (C), мг/л			Содержание пигментов в растительном материале (A), мг/г сырой массы		
	Карот.	Хл b	Хл a	C _к ар	C _b	C _a	A _к ар	Ab	A _a
Число значений, n	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Среднее значение, X _{ср}	0,89 1	0,3 47	0,7 32	2,3 36	3,3 00	7,96 8	1,3 82	1,9 50	4,7 18

Таблица 5

Среднее содержание хлорофиллов и каротиноидов в хвое первого года вегетации деревьев *Picea abies* Терского лесничества

Показатель	Показание оптической плотности вытяжки на приборе (D), нм			Концентрация (C), мг/л			Содержание пигментов в растительном материале (A), мг/г сырой массы		
	Карот.	Хл b	Хл a	C _к ар	C _b	C _a	A _к ар	Ab	A _a
Число значений, n	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Среднее значение, X _{ср}	1,75 2	0,6 26	1,4 11	5,0 31	5,4 96	15,4 71	2,5 94	2,7 75	7,9 83

Таблица 6

Среднее содержание хлорофиллов и каротиноидов в хвое второго года вегетации деревьев *Picea abies* Терского лесничества

Показатель	Показание оптической плотности вытяжки на приборе (D), нм			Концентрация (C), мг/л			Содержание пигментов в растительном материале (A), мг/г сырой массы		
	Карот.	Хл b	Хл a	C _к ар	C _b	C _a	A _к ар	Ab	A _a

Число значений, n	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Среднее значение, X ср	0,89 9	0,3 58	0,7 79	2,3 69	3,2 91	8,50 5	1,4 02	1,9 14	5,0 60

Таблица 7

Среднее содержание хлорофиллов и каротиноидов в хвое первого года вегетации деревьев *Pinus sylvestris* Терского лесничества

Показатель	Показание оптической плотности вытяжки на приборе (D), нм			Концентрация (C), мг/л			Содержание пигментов в растительном материале (A), мг/г сырой массы		
	Карот.	Хл b	Хл a	C _к ар	C b	C a	A _к ар	Ab	A a
Число значений, n	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Среднее значение, X ср	1,37 6	0,4 75	1,0 18	3,9 08	4,4 51	11,0 91	2,1 55	2,4 59	6,0 93

Таблица 8

Среднее содержание хлорофиллов и каротиноидов в хвое второго года вегетации деревьев *Pinus sylvestris* Терского лесничества

Показатель	Показание оптической плотности вытяжки на приборе (D), нм			Концентрация (C), мг/л			Содержание пигментов в растительном материале (A), мг/г сырой массы		
	Карот.	Хл b	Хл a	C _к ар	C b	C a	A _к ар	Ab	A a
Число значений, n	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Среднее значение, X ср	1,24 1	0,4 42	0,9 35	3,4 43	4,1 94	10,1 76	1,9 78	2,3 80	5,8 12

Исходя из полученных результатов, наблюдаются различия в содержании как хлорофиллов, так и каротиноидов в хвое 1 и 2 года вегетации в Кандалакшском и Терском лесхозах Мурманской области.

Литература:

1. Маслова Т.Г., Попова И.А., Корнюшенко С.А., Королева

О.Я. Развитие представлений о функциях виолаксантинового цикла в фотосинтезе // Физиология растений. - 1996. - Т. 43, № 3. - С. 437-449.

2. **Пухов П.Г.** Динамическая световая регуляция фотосинтеза // Физиология растений. - 2004. - Т. 51, № 6. - С. 825-837.

3. **Goodwin T.W.** Plant Carotenoid Research 1945-1985 // Plant Physiol. - 1994. - V. 143, Xs 4-5. - P. 440-443.

4. **Oemtnig-Adams B., Gihnore A.M., Adams W.W.** In vivo functions of carotenoids in plants // FASEB J, -1996.-V.10.-P. 404-412

5. **Adams W.W. III., Demmig-Adams B.** Carotenoid composition and down` regulation of photosystem II in three conifer species during winter // Physiol. Plant. -1994. - V. 92, № 3. - P. 451-458.

6. **Vogg G., Heim R., Hansen J., Schafe, C, Berk E.** Frost hardening and photosynthetic performance of Scots pine (*Pinus sybmtris* L.) needles. Seasonal changes in the photosynthetic apparatus and its function // Planta. - 1998. V. 204, № 3. - p, 193-200.

7. **Ommder C, Campbell D., Oquisi G.** Seasonal changes in photosystem II organization and pigment composition in *Finns sylvestris* // Planta. - 1995. - V. 197.-P. 176-183.

8. **H. Lavattx M.** Carotenoids as membrane stabilizers in chloroplasts//Trends Plant. Sei. - 1998. - V. 3. №4. - P. 147-150.

9. **Никонов В.В.,** Сизов И.И. Об адаптационных способностях лиственницы (*Larix Mell*) на Кольском Севере.-Ленинград. Изд-во «Наука», Ленинградское отделение, 1987.,-с.96-105

10. **Lichtenhatter H.K. Wellbttm A.K.** Determination of total carotenoids and chlorophyll a and b of leaf extracts in different solvents // Biochem. Soc. Trans. - 1983. -V, 11. P. 591-592//

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЬСКОГО ЗАЛИВА

Широкая Т. А., Овчинникова С. И., Панова Н. А. (МГТУ, кафедра биохимии).

Проведенные гидрохимические исследования вод Кольского залива показывают, что величина рН во всех исследованных пробах соответствовала природным показателям и в течение периода исследований по районам отбора изменялась в следующих диапазонах: Белокаменка – 8,0 - 8,4, Абрам-мыс – 7,7 - 8,1, Новый мост – 7,4–7,9.

Данные о сезонном распределении водородного показателя в исследованных районах Кольского залива свидетельствуют, что концентрация ионов водорода подвержена сезонным колебаниям. Сезонный

ход значений этого показателя для районов Белокаменка и Абрам-мыс (за исключением района Нового моста) в целом сходен – наименьшая величина наблюдалась в осенне-зимний, наибольшая – в весенне-летний период, что связано с процессом фотосинтеза. Для района Абрам-мыс колебания данного показателя составили от 7,7–8,0 до 7,9–8,15 соответственно. При этом сезонный ход величин рН носит менее ярко выраженный по сравнению с открытыми районами моря, что можно объяснить тем, что в Кольском заливе распределение величин водородного показателя в значительно большей степени определяется влиянием речного стока, что особенно характерно для южного колена акватории. В осенне-зимний период уменьшается объем речного стока, возрастает влияние морских вод, имеющих более высокие величины рН. В весенне-летний период величина рН определяется процессами, противоположно влияющими на значение данного показателя: фотосинтетическая активность с одной стороны приводит к увеличению рН, а увеличение речного стока снижает величину водородного показателя. Поэтому характер сезонной изменчивости водородного показателя зависит от того, какой из процессов преобладает. Сезонная динамика водородного показателя для района Нового моста имеет обратную тенденцию по сравнению с другими районами: увеличение рН отмечено в осенне-зимний период (7,5–7,9 при среднем значении 7,8), обусловленное ослаблением влияния речного стока. В весенне-летний период величина рН изменялась в диапазоне от 7,4 до 7,7 при среднем значении 7,5, что связано с преобладающей ролью речного стока в этом районе, а также, вероятно, с низкой активностью фотосинтеза. Основной приток пресных вод приходится на вершину залива, куда впадают две крупные реки – Тулома и Кола. Для рН характерна тенденция увеличения в направлении от кутовой части залива к открытой: среднее значение рН в районах Нового моста за весь период исследований составило $7,7 \pm 0,1$; морского вокзала – $7,6 \pm 0,1$; Абрам-мыса – $7,9 \pm 0,1$, Белокаменки – $8,2 \pm 0,1$, Сафоново – $8,3 \pm 0,1$. Район Нового моста и морского вокзала отличаются наиболее низкими значениями рН, что может быть результатом влияния атмосферных явлений и антропогенных факторов (поступление неочищенных сточных вод), а также преобладанием процессов деструкции органического вещества над его продукцией. Общая щелочность обусловлена присутствием в воде в основном ионов гидрокарбонатов и карбонатов. Щелочность отражает интенсивность процессов превращения органического вещества. Для акватории Кольского залива характерна значительная изменчивость компонентов карбонатной системы, обусловленная влиянием речного стока, и в меньшей степени фотосинтеза по сравнению с открытой частью моря. Полученные данные по сезонной измен-

чивости показателя отражают наиболее высокие значения общей щелочности в зимний период для всех исследованных точек залива, а минимальные - летом. В целом, за весь период исследований диапазон изменений показателя общей щелочности составил: для Белокаменки от 1,62–1,93 мг-экв/л в весенне-летний период до 1,90–2,25 мг-экв/л в осенне-зимний период; для Абрам-мыса от 0,95–1,70 до 1,75–2,0 мг-экв/л и для Нового моста от 0,35–1,10 до 1,20–1,52 мг-экв/л, соответственно. Наиболее высокие значения общей щелочности наблюдаются зимой, а минимальные – летом. Подобное сезонное распределение величины щелочности зависит от парциального давления углекислоты ($p\text{CO}_2$) и определяется насыщенностью вод залива карбонатом кальция. Известно, что насыщенность вод залива карбонатом приближается к равновесной концентрации. При этом минимум насыщенности наблюдается в весенне-летний период, максимум – осенью и зимой. Наименьшие величины щелочности за весь период исследований отмечены для района Нового моста, где основным фактором, влияющим на распределение компонентов карбонатной системы, является речной сток, компенсирующий действие фотосинтеза. Минимум щелочности в весенне-летний период для района Нового моста объясняется отдачей углекислого газа в атмосферу из-за увеличения $p\text{CO}_2$ в воде под влиянием речного стока, а более высокие значения показателя в тот же период для Белокаменки связаны с увеличением $p\text{CO}_2$ под влиянием фотосинтеза. Величина общей щелочности увеличивалась в направлении от кутовой к открытой части залива: Новый мост – $0,94 \pm 0,13$ мг-экв/л, морской вокзал – $0,98 \pm 0,12$ мг-экв/л, Абрам-мыс – $1,61 \pm 0,31$ мг-экв/л, Белокаменка – $1,95 \pm 0,18$ мг-экв/л, Сафоново – $2,43 \pm 0,15$ мг-экв/л. Подобное пространственное распределение объясняется увеличением солености в этом направлении. Наименьшие значения общей щелочности отмечены для района морского вокзала и Нового моста, что вероятно, связано с влиянием антропогенного фактора. Содержание кислорода в водах Кольского залива, как и в открытой части Баренцева моря, характеризуется четко выраженной сезонной изменчивостью, связанной с процессом фотосинтеза. Абсолютное содержание кислорода для района Белокаменки изменялось от 10,2–10,9 мг/л в осенне-зимний период (среднее значение 10,6 мг/л) до 11,3–12,4 мг/л (11,9 мг/л) в весенне-летний период; для района Абрам-мыса от 7,5–8,5 мг/л (8,1 мг/л) до 8,3–9,0 мг/л (8,7 мг/л) и для района Нового моста от 6,8–7,4 мг/л (7,0 мг/л) до 7,1–7,4 мг/л (7,2 мг/л), соответственно. Динамика содержания кислорода в течение года в данных районах сходна – наибольшие концентрации во всех точках наблюдаются в июне, что объясняется актив-

ностью фитопланктона в условиях достаточного обеспечения световой энергией, наименьшие – в сентябре-октябре, когда биохимическое потребление кислорода преобладает над его продуцированием. Абсолютное содержание кислорода в поверхностном слое по акватории залива в целом за период исследований изменялось в среднем от 7,0–10,6 мг/л в осенне-зимний период до 7,2–11,9 мг/л весной и летом, а насыщенность воды кислородом, соответственно, от 83–97 % до 94–101 %. Максимум кислородонасыщения поверхностных водных масс Мурманского прибрежного течения отмечается в июне – до 111–113 %, минимум в октябре – до 90 %. Изменения кислородного насыщения в летний период являются адекватным показателем продукционно-деструкционных процессов, происходящих в водных экосистемах. Насыщенность водных масс кислородом находится в прямой зависимости от баланса, определяемого фотосинтезом водорослей, с одной стороны, и деструкцией органического вещества, с другой. По сравнению с другими районами наибольшая насыщенность растворенным кислородом в течение всего периода исследований характерна для воды в районе Белокаменки (95% в осенне-зимний период и 109 % в весенне-летний). Воды залива в данном районе на протяжении всего периода хорошо аэрированы благодаря развитию продукционных процессов в весенне-летний период, обмену кислородом с атмосферой и гидродинамическим процессам. По акватории залива минимум относительного содержания кислорода за рассмотренный период составил 72,3 % для района Нового моста в сентябре, а максимум - 114 %. Насыщенность водных масс кислородом в районах Нового моста составила 82% в осенне-зимний период и 84% в весенне-летний, Абрам-мыса - 87% и 100 %, соответственно. Абсолютное содержание кислорода во многом определяется температурой воды. Несмотря на то, что летом с увеличением температуры воды, растворимость кислорода уменьшается, насыщенность воды кислородом становится более высокой, что связано с интенсивностью процесса фотосинтеза (особенно в районе Белокаменки и Абрам-мыса). Интенсивность продукционных процессов кроме уровня падающей солнечной радиации зависит от прозрачности воды. Так, толщина слоя фотосинтеза в северном колене залива достигает 100 м, а в южной части, в связи с меньшей прозрачностью воды, она не превышает 20 м. Поэтому наибольшая сезонная изменчивость наблюдается в районе Белокаменки, где насыщенность воды кислородом в весенне-летний период под действием процесса фотосинтеза увеличивается в среднем на 12 %, в то время как в районе Нового моста всего лишь на 3 %.

АРКТИЧЕСКИЙ КРИЛЬ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПРОДУКТ

Шкуратов П. П., Овчинникова С. И (*МГТУ, кафедра биохимии*),

Исторически, промышленная эксплуатация криля была начата российскими рыбаками, основываясь на данных, полученных российскими же учеными. Промысел осуществлялся крупнотоннажными специализированными или переоборудованными судами. Из криля производились мука, консервы, крилевое мясо, фарш, паста.

Сегодня в мире насчитывается 376 патентов на получение продукции из криля, что говорит о большом интересе к этому ресурсу и возможностях его расширенного использования. В последнее время развитие пищевых технологий и продуктов начало уступать первенство технологиям кормовых продуктов для аквакультуры, а также фармацевтики и медицины.

В Японии 34% выловленного криля идет на заморозку, 11% на приготовление варено-мороженой продукции, 23% на приготовление очищенного крилевого мяса, а 32% - на приготовление крилевой муки. Выход продукции составляет 80-90% для свежемороженого и варено-мороженого криля, 8-17% для очищенного крилевого мяса и 10-15% для крилевой муки. Криль для аквакультуры представляет важный источник протеинов, энергии и каротиноидов.

В Польше была разработана технология получения из криля пищевых добавок, придающим блюдам желательный цвет, вкус и запах.

Замороженный сушеный концентрат, приготовленный из очищенных крилевых шеек, используется как пищевая добавка с массой полезных свойств. Концентрат из антарктического криля производится в виде хлопьев или гранул разного размера, имеет оттенок мяса лосося и превосходный вкус креветки. Используется в приготовлении супов, соусов, пирогов, овощей, рыбных и рисовых блюд и т.д.

Канадской фирмой «Биозим» была разработана технология получения гидролизатов из криля. Конечный продукт поставляется на рынок в жидком, концентрированном, сушеном или мороженом виде. Применяются крилевые гидролизаты в животноводстве и аквакультуре. Большим спросом пользуется крилевая паста.

Криль является важным источником полиненасыщенных жирных кислот, причем, для их получения можно использовать даже отходы обработки криля. Эти липиды более устойчивы и содержат больше каротиноидных пигментов, чем рыбная мука. Для сохранения липидов в крилевом сырье рекомендуется выполнять быструю глубокую заморозку.

В антарктическом криле содержится много очень эффективных гидrolитических ферментов. Все они сконцентрированы в пищеварительной железе. Эти ферменты находят широкое применение в медицине.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ КРИЛЕВОЙ МУКИ НА ЕЕ БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Шкуратов П. П. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра биохимии*), **Мухин В. А.** (*г. Мурманск, ПИПРО*)

В основу современной технологии получения кормовой муки из криля положены принципы наиболее полного использования содержащихся в нем белков, липидов, витаминов, макро- и микроэлементов. Производство кормовой муки осуществляется двумя основными способами: прямой сушки и прессово-сушильным.

Технологический процесс получения кормовой муки способом прямой сушки включает в себя измельчение, разваривание и сушку. По этой схеме перерабатывается сырье с содержанием жира не выше 3%. Преимуществом этого способа является высокий выход муки с повышенным содержанием в ней водорастворимых витаминов группы В, небелковых азотистых веществ и липидов. Вследствие высоких температур в муке накапливается значительное количество продуктов окисления липидов, которые снижают ее кормовую ценность и ускоряют протекание процессов окисления в муке при ее дальнейшем хранении. Для максимального удаления липидов получаемую сушенку с содержанием влаги 8-12% и температурой 80-90⁰ С рекомендуется прессовать на гидравлических прессах под давлением.

Наибольшее распространение в промышленности получил прессово-сушильный способ получения кормовой муки из криля, осуществляемый при более мягком температурном режиме обработки и обеспечивающий получение муки повышенной кормовой ценности. Основное отличие этого способа от метода прямой сушки является процесс прессования, обеспечивающий возможность переработки сырья с довольно высоким содержанием липидов. Низкое содержание влаги и жира, остающиеся в жоме после прессования, способствует лучшему просушиванию массы, в результате уменьшается расход пара в сравнении со способом прямой сушки.

При производстве крилевой муки происходят окислительные изменения липидов, сопровождающиеся увеличением количества вторичных продуктов окисления (альдегидов, кетонов, оксикислот) и снижением степени ненасыщенности липидов. Глубина этих изменений значительно увеличивается при производстве муки способом прямой сушки.

Прессово-сушильный способ позволяет получать муку как из целого криля, так и из жома, характеризующуюся незначительным содержанием продуктов окисления липидов, высокой суммой полиненасыщенных кислот и биологически активных жирных кислот, свидетельствующих о ее высокой кормовой ценности.

Техника
и технологии
переработки гидро-
бионтов и сельско-
хозяйственного
сырья

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ АНФЕЛЬЦИИ НА БЕЗОПАСНОСТЬ СЫРЬЯ

Щербакова Н. С., Кадникова И. А. (г. Владивосток, ФГУП ТИНРО-Центр, *shcherbakovan@tinro.ru*)

Concentrations of toxic elements in the Far Eastern *ahnfeltia* from different fishing areas were measured. Methods of its demineralization from toxic elements were studied. Found, that the most complete demineralization of *ahnfeltia* occurs when using acid treatment, in which the concentration of lead, cadmium and arsenic decrease from 3 to 7 times. For the most complete removal of cadmium, it is recommended to treat *ahnfeltia* with water.

Водоросли являются индикаторами и мониторами прибрежных морских экосистем, благодаря их способности избирательно накапливать металлы из водной среды в концентрациях, существенно превышающих их уровень в воде. Аккумуляция водорослями тяжелых металлов указывает на наличие их биодоступных форм в среде, которые могут оказать или оказывают токсическое действие не только на водные организмы, но и на организм человека при потреблении продуктов из водорослей (Промысловые..., 1998). В связи с этим, исследования безопасности дальневосточной анфельции из разных районов промысла являются актуальными для предприятий перерабатывающей промышленности.

Целью настоящей работы является исследование процесса деминерализации дальневосточной анфельции от токсичных металлов для повышения ее качества и безопасности.

Объектом наших исследований являлась красная водоросль *Ahnfeltia tobuchiensis* (анфельция тобучинская), которая была добыта и заготовлена в период промысловых сборов 2005-2010 гг., в трех крупных промысловых районах: залив Петра Великого (Приморье), лагуна Буссе (Южный Сахалин), залив Измены (о. Кунашир) (Перестенко, 1994).

Макро- и микроэлементный состав водорослей исследовали методом атомно-абсорбционной спектроскопии на атомно-абсорбционном пламенно-эмиссионном спектрофотометре Nippon Jarell Ash FF-855. Подготовку проб проводили согласно «Методическим рекомендациям по подготовке проб объектов внешней среды и рыбной продукции к атомно-абсорбционному определению токсичных металлов» (Ковекова, 1987 г).

Общее содержание минеральных веществ в биомассе этой водоросли изменяется от 8,4 до 14,8 % в зависимости от места ее произра-

стания. Анфельция из пролива Старк, отличается более высоким содержанием минеральных веществ – 14,8 %, что связано с различными гидрохимическими условиями района промысла. Токсикологическая оценка водоросли показала, что количество (в пересчете на 1 кг водоросли-сырца) свинца ($< 0,5$ мг/кг), кадмия ($< 1,0$ мг/кг), мышьяка ($< 5,0$ мг/кг) не превышает ПДУ в анфельции из залива Измены и лагуны Буссе (Охотское море). Содержание мышьяка во всех образцах анфельции ниже предельно допустимого уровня.

Обнаружено превышение норм по содержанию свинца в анфельции из двух районов Японского моря (рис.1). Содержание кадмия также высокое, особенно в анфельции из пролива Старка. Значительное превышение норм свидетельствует о неблагоприятной экологической обстановке в этих районах Японского моря, где сосредоточены промысловые заросли анфельции.

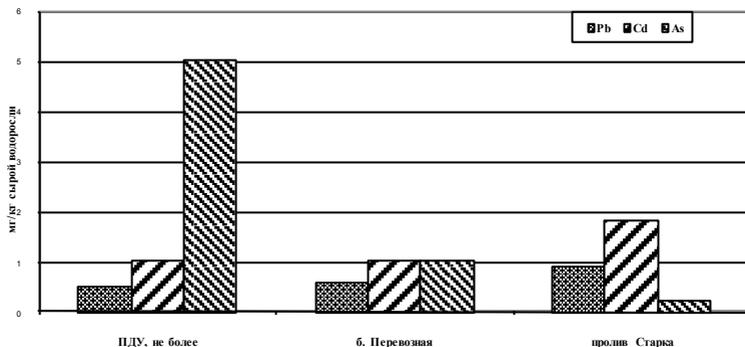


Рис. 1. Содержание токсичных металлов в анфельции тобучинской из разных мест произрастания (Японское море)

Таким образом, анфельция, добываемая в прибрежных районах Приморского края, нуждается в специальной предварительной обработке при использовании этого сырья в перерабатывающей промышленности. В связи с этим, следующим этапом работ было исследование процесса деминерализации от токсичных металлов анфельции из пролива Старка для повышения ее качества и безопасности.

Деминерализацию проводили обработкой водоросли водой, 1%-ными растворами лимонной кислоты и гидроксида натрия, при температуре 20 и 50 °С и продолжительности 1-2 ч.

Установлено, что для снижения содержания свинца и мышьяка рациональнее использовать кислотную или щелочную обработку ан-

фельции (рис. 2.). Эти виды обработки позволяют снизить количество токсичных элементов кадмия и мышьяка от 3 до 7 раз в зависимости от температуры и продолжительности по сравнению с водорослью-сырцом. Применение водной обработки наиболее эффективно при деминерализации от кадмия, уровень которого уменьшается в 9-13 раз по сравнению с его содержанием в водоросли. В результате деминерализации водоросли по количеству токсичных элементов (свинца, кадмия и мышьяка) соответствуют нормам СанПиН 2.3.2.1078-01.

Исследованные способы деминерализации сырья приводят к понижению концентрации токсичных элементов в нем. Кислотная деминерализация анфельции способствует наиболее полному удалению свинца, мышьяка и кадмия по сравнению с щелочной. Для наиболее полного удаления кадмия анфельцию рекомендуется обрабатывать водой.

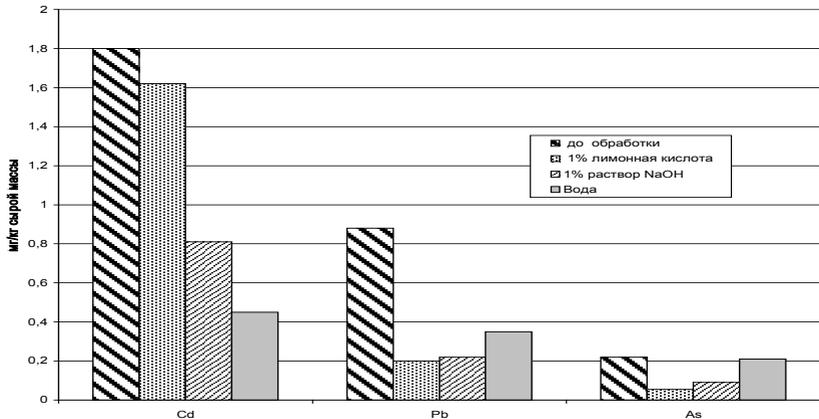


Рис. 2 Содержание токсичных металлов в анфельции до и после деминерализации

Таким образом, деминерализация водорослей позволяет снизить концентрацию токсичных элементов ниже установленных ПДУ и тем самым повысить безопасность сырья для использования в перерабатывающей промышленности.

Литература:

1. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-гигиенические правила и нормы. - М., 2002.- 164 с.
2. Ковековдова Л.Т., Лучшева Л.Н. Методические рекомендации по подготовке объектов внешней среды и рыбной продукции к

атомно-абсорбционному определению токсичных металлов. – Владивосток: ТИНРО, 1987. - 23 с.

3. **Перестенко Л.П.** Красные водоросли дальневосточных морей России. – СПб, 1994. – 331 с.

4. Промысловые и перспективные для использования водоросли и беспозвоночные Баренцева и Белого морей. - Апатиты: Издательство КНЦ РАН, 1998. – 628 с.

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ДЫМОГЕНЕРАЦИИ С ИК-ЭНЕРГОПОДВОДОМ

Аллойаров К. Б. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств, e-mail:k-alloyarov@ya.ru*)

Abstract. This article describes the system of automation of infrared smoke generator. The system is designed for decrease of energy consumption and maintaining of planned parameters for procurance of smoke-air mixture virtually free of carcinogenic agents.

Аннотация. В статье описана система автоматизации инфракрасного дымогенератора, предназначенная для уменьшения энергопотребления и поддержания заданных параметров процесса получения дымовоздушной смеси практически свободной от канцерогенов.

1 Введение

В настоящее время на кафедре Технологий пищевых производств МГТУ при участии кафедры Автоматики и вычислительной техники продолжают работы по совершенствованию процесса получения дымовоздушной смеси (ДВС) в дымогенераторе с инфракрасным энергоподводом. Опытная и промышленная эксплуатация ИК-дымогенератора в течение более чем 10 лет выявила наличие ряда проблем. Одним из недостатков процесса получения копильной среды при помощи ИК-дымогенератора является сравнительно большой расход энергии. Таким образом, была поставлена задача разработки схемы автоматизации процесса дымогенерации с ИК-энергоподводом, обеспечивающей соблюдение энергосберегающих режимов эксплуатации при поддержании заданных параметров дымообразования в приемлимых для работы рамках.

2 Объекты и методы исследования

Для совершенствования процесса дымогенерации и повышения его энергоэффективности была разработана аппаратно-программная система управления ИК-дымогенератором. Изготовлен промышленный образец системы автоматизированного контроля и поддержания заданных параметров дымообразования. Управление температурным режимом пиролиза достигнуто за счет способа увлажнения топлива водяным паром и контролем источников энергии. В основе аппаратно-программной системы лежат микропроцессорные контроллеры для малых систем автоматизации. На рисунке 1 представлена структурная схема автоматизации ИК-дымогенератора.



Рис. 1 – Структурная схема автоматизации

В «здатчике» устанавливаются параметры работы системы, такие как: «оптимальная температура дымообразования», «предельная температура», «максимальное время работы энергоподводящего элемента», «продолжительность отдыха энергоподводящего элемента», «максимальное время работы водяных насосов», «продолжительность отдыха водяных насосов». После опроса датчиков и анализа полученной информации сигнал выдается на «релейный регулятор», контролирующей работу «исполнительного механизма», который в свою очередь оказывает возмущающее воздействие на «объект управления».

Параметр «оптимальная температура дымообразования» - это нижняя граница температурного диапазона активного дымообразования с минимальным риском образования канцерогенных веществ. «Предельная температура» обозначает верхнюю границу вышеобозначенного диапазона. «Продолжительность отдыха» и «максимальное время

работы» насосов и энергоподводящего элемента предусмотрено для предотвращения их перегрева и преждевременного выхода из строя.

На объекте управления находятся датчики температуры, расположенные в экстремальных точках с повышенной температурой. Данные с датчиков поступают на обработку, после чего в соответствии с программой формируется управляющее воздействие. Разработанную систему можно перенастроить на другой тип датчиков. То есть в качестве датчиков температуры могут быть использованы не только термопары и терморезисторы, но и тепловизионная техника. На рисунке 2 представлено аппаратное оформление разработанной программно-аппаратной системы управления.

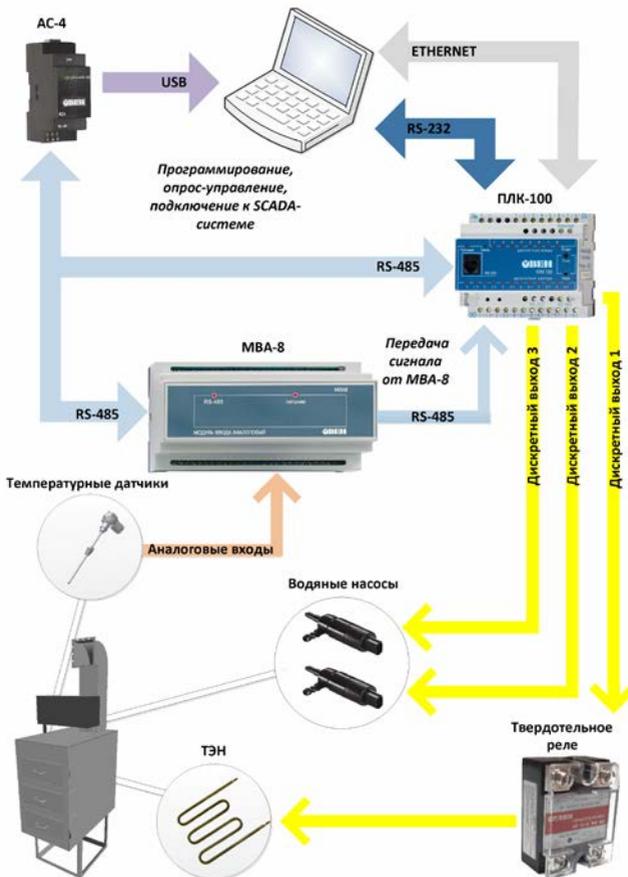


Рис.2 – Функциональная схема автоматизации

Опрос датчиков, установленных на объекте, осуществляется при помощи модуля аналогового ввода «ОВЕН МВА-8». После оцифровки электрических сигналов от различных аналоговых преобразователей в конкретные величины, их значения передаются на программируемый логический контроллер «ОВЕН ПЛК-100» по интерфейсу RS-485. Данный прибор характеризуется наличием 8 дискретных входов и 6 электромагнитных реле. ПЛК-100, руководствуясь установленной в нем программой, преобразует полученные входные сигналы от МВА-8 в исходящие сигналы на исполнительные механизмы посредством замыкания-размыкания конкретного реле. Для коммутации силовой цепи энергоподводящего элемента в системе присутствует твердотельное реле КИПРИБОР HD. Твердотельное реле – это электронный компонент, который служит интерфейсом для обеспечения электрической изоляции между цепями контроля (низковольтный ток ПЛК-100) и силовой цепью (ток сети, подаваемый на энергоподводящий элемент). В качестве энергоподводящего элемента использован трубчатый электронагреватель по ГОСТ 13268-88 мощностью 2,5 кВт, предназначенный для воздушной неподвижной среды.

Для программирования и настройки микропроцессорных контроллеров предусмотрено их подключение к компьютеру IBM-PC. Подключение МВА производится посредством интерфейса RS-485 при помощи автоматического преобразователя интерфейса «ОВЕН АС4». Преобразователь автоматически определяет направление и преобразует сигналы интерфейсов USB и RS-485. Настройка и программирование МВА-8 производится в специальной утилите «Конфигуратор МВА-8». ПЛК-100 способен связываться с компьютером при помощи интерфейсов RS-485, RS-232 и Ethernet. Программирование контроллера осуществлялось в SCADA-системе 3SCoDeSys 2.3 (Россия).

По умолчанию после включения оборудования и программно-аппаратной системы управление полностью происходит автоматически. Обслуживающий персонал осуществляет только перезарядку топливных кассет. Вода подается в бак-накопитель из магистрального трубопровода через фильтр грубой очистки без участия персонала.

Реализована возможность визуализации процесса и создания рабочего места оператора программно-аппаратной системы при помощи подключения к SCADA-системе на компьютере оператора. Был разработан проект в программе SCADA TraceMode 6.06 (российской компании AdAstra). Интерфейс рабочего места представлен на рисунках 3, 4, 5.

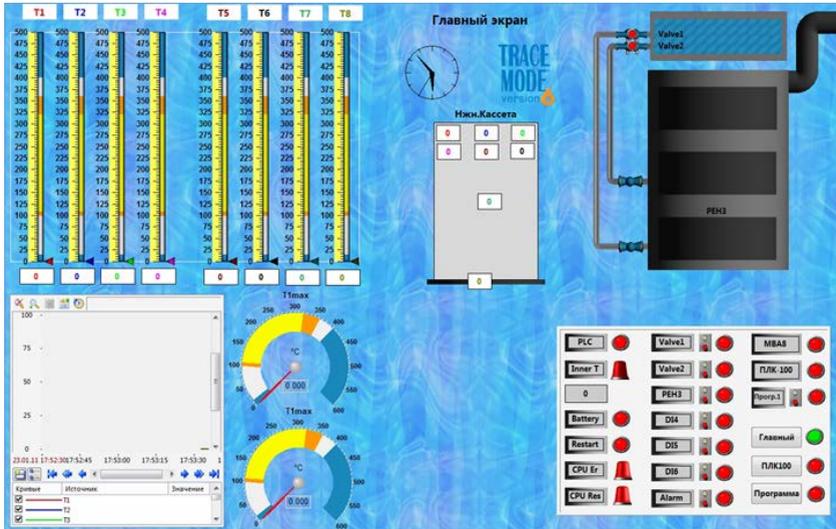


Рис. 3. – Главный экран операторского интерфейса



Рис. 4 – Экран управления и настройки ПЛК-100

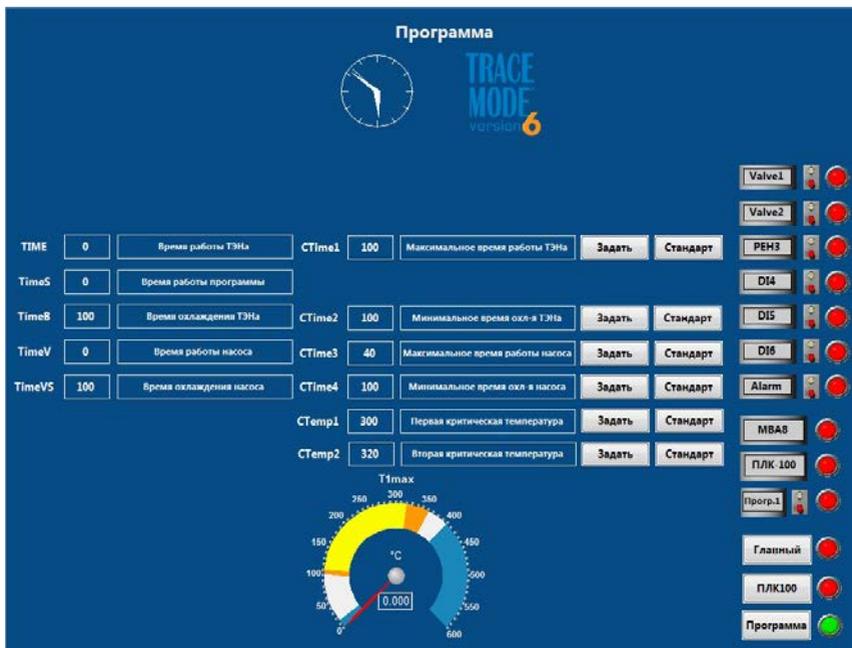


Рис. 5 –Экран управления и настройки программы автоматического управления

На экраны оператора с определенным интервалом выводятся значения датчиков, максимальные температуры, график изменения температуры, значения управляемых параметров, настройки контроллеров, сигналы тревог.

При помощи операторского интерфейса можно изменить все параметры работы системы, настройки контроллеров. Включена возможность как управления вручную, так и задание настроек автоматической программы управления, т.е. в любой момент автоматику можно отключить и управлять системой удаленно.

3 Заключение

Разработанная система автоматизации позволяет значительно экономить подводимую энергию, так как самостоятельно протекающий экзотермический процесс дымообразования достаточно только довести до определенной температуры, после чего подвод энергии более не требуется.

Представленная конфигурация ИК-дымогенератора с системой автоматизации повышает надежность получения копильной среды с

минимальным содержанием канцерогенных веществ по сравнению с предыдущим неавтоматизированным вариантом ИК-ДГ 2у.

Литература:

1. **Коробицин, А. А.** Разработка математической модели процесса пиролиза топлива при дымогенерации с использованием энергии инфракрасного излучения: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. *Мурманск, МГТУ*, 23 с., 2008.
2. **Матвеев В. С., Лунеев Д. Е.** Основы автоматизации рыбообработывающих производств. *М., Пищевая промышленность*, с. 288, 1980.
4. **Шокина Ю. В., Коробицин А. А., Аллоярв К.Б.** Разработка техники и технологии получения безопасных коптильных сред с использованием энергии ИК-излучения. *Освоение водных биологических ресурсов Арктики и международное сотрудничество: Междунар. семинар, 15-17 сентября 2010 г., барк «Седов» г. Тромсё, Норвегия : сб. тезисов* Мурман. гос. техн. ун-т, с. 98-101, 2010.
5. **Эйдельштейн И.Л.** Основы автоматики и автоматизации производственных процессов рыбообрабатывающей промышленности. *М., Пищевая промышленность*, 320 с., 1971.

**ОЦЕНКА ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ ИК-ДЫМОГЕНЕРАТОРА
МЕТОДОМ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ТЕРМОГРАФИИ С ЦЕЛЬЮ
ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

Аллоярв К. Б., Власов А. Б., Шокина Ю. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра «Технологии пищевых производств», кафедра «Электрооборудования судов» e-mail:k-alloyarov@ya.ru; shokinajuv@mstu.edu.ru)

Аннотация. Разработана методика тепловизионной диагностики тепловых потоков ИК-дымогенератора (ИК-ДГ) позволяющая получать объективные данные о величине этих потоков дистанционно, что делает процесс диагностики на порядок доступнее и легче. Разработанная методика позволяет выявлять непроизводительные тепловые потоки аппарата и существенно облегчает задачу оптимизации тепловых потоков с целью энергосбережения.

Abstract. Methodology for thermovision diagnostics of heat flow for infrared smoke generator was developed. It renders possible getting objective data about the size of these flows remotely, which makes diagnostic process of scale easier and more accessible. Developed methodology makes it possible to reveal unproductive heat flows and considerably simplifies optimization of heat flows for the purpose of power supply.

1 Введение

Копчение является одним из самых распространенных видов консервирования, а копченые мясные и рыбные продукты широко востребованы. Это обусловлено не только превосходными вкусоароматическими свойствами, но и повышенной устойчивостью к окислительным и микробиальным изменениям при хранении. Вместе с тем технологический процесс копчения имеет ряд существенных недостатков, среди которых главным является заражение продукции токсичными продуктами разложения древесины, в том числе обладающими канцерогенным действием. На сегодняшний день ни одна из технологий получения коптильной среды не может гарантировать полного отсутствия в ней указанных веществ.

Одним из перспективных направлений решения этой задачи является применение современной дымогенераторной техники, к которой, безусловно, можно отнести ИК-дымогенератор (инфракрасный дымогенератор), разработанный на кафедре ТПП («Технологий пищевых производств») МГТУ в конце 90-х годов.

Главным преимуществом этого дымогенератора является использование для получения дыма предварительно увлажняемого топлива – древесных опилок и энергии инфракрасного излучения, что создает условия генерирования дыма при температурах, не превышающих температуру от 350 до 400 °С. Такие температуры дымогенерации существенно снижают риск образования канцерогенных и проканцерогенных соединений. Получаемый в ИК-ДГ дым позволяет сформировать в продукции вкус и аромат традиционного копчения. Кроме того, в дыме практически отсутствуют смолистые вещества, что улучшает санитарно-экологическое состояние коптильных камер. Однако в настоящее время необходима оптимизация тепловых потоков в инфракрасном дымогенераторе с целью повышения его энергоэффективности.

2 Объекты и методы исследования

Современные средства тепловизионной диагностики (тепловизионные приемники, приборы ночного видения, пирометры) предоставляют широкие возможности для исследования инфракрасного излучения, исходящего от нагретых объектов, таких как: промышленные объекты, энергетическое оборудование, технические устройства. Использование методов количественной термографии при оценке технического состояния оборудования позволяет выявить суммарный тепловой поток, обосновать необходимость и перспективы его оптимизации с целью энергосбережения.

Анализ особенностей и преимуществ метода количественной термографии позволяет использовать тепловизионную технику для разработки методики достоверной дистанционной диагностики тепловых потоков ИК-ДГ.

При дымогенерации с ИК-энергоподводом тепла излучения расходуется на нагрев топлива в начальный период и пиролиз топлива в последующем, часть ее идет на нагрев ДВС и корпуса дымогенератора. После экспериментального определения углов облучения каждой из ламп и всех ламп вместе было установлено, что конструкция ИК-дымогенератора обеспечивает подвод не более 42 % мощности генераторов ИК-излучения к топливу.

С целью снижения теплопотерь в окружающую среду и повышения энергоэффективности, а также для поиска зависимостей температурного поля на поверхности аппарата от температурного поля внутри было исследовано распределение температуры на поверхности ИК-дымогенератора методом количественной термографии. С указанной целью проводились замеры температурного поля поверхности ИК-дымогенератора при помощи тепловизора AGA 782 и пирометра CENTER 350. Замеры проводились для лицевой, задней, верхней, нижней, боковых поверхностей внешнего кожуха ИК-дымогенератора, а также для поверхностного слоя топлива в кассетах.

Тепловизионная диагностика проводилась при стационарном, установившемся режиме работы ИК-ДГ. В качестве стационарного режима был выбран период работы ИК-дымогенератора, следующий за начальным периодом разогрева, начало активного дымообразования (полного обугливания верхнего дымообразующего слоя топлива). Измерения проводили по истечении 10-15 минут после выхода на стационарный режим работы аппарата.

На рисунке 1 представлены результаты эксперимента по оценке температурных полей при помощи тепловизора AGA. Теплограммы наложены на поверхности объекта для лучшей визуализации.

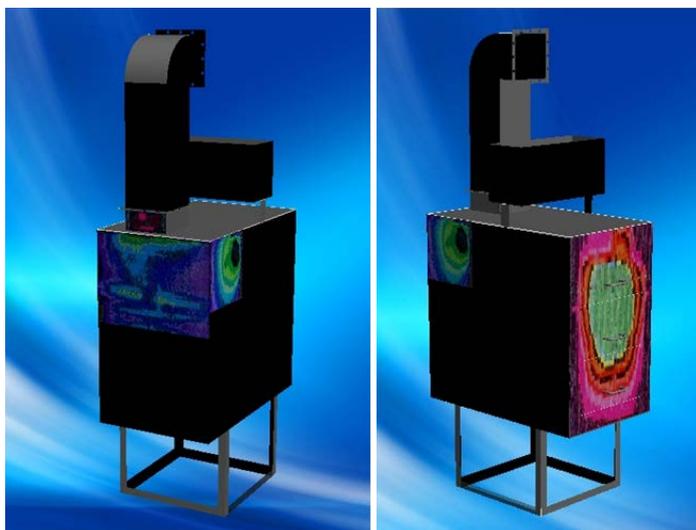


Рис. 1 – Трехмерная модель ИК-дымогенератора с изображением температурных полей

Параллельно проводились опыты по определению различных температурных полей при помощи пирометра CENTER 350. Для определения температуры поверхность была разделена на сетку с квадратной ячейкой 50 x 50 мм, в отдельных случаях, для получения более точного результата, - 25 x 25 мм, в узлах которой и производились замеры. В связи с ограниченным доступом к боковым поверхностям аппарата тепловизионная диагностика боковых поверхностей внешнего кожуха ИК-дымогенератора проводилась не на всей, а на ограниченной площади. По результатам замеров в математической программе STATISTICA 8.0 были построены теплограммы. Для улучшения визуализации полученные результаты были наложены на трехмерную модель исследуемого аппарата.

На рисунках 2, 3 представлены результаты эксперимента по оценке температурных полей при помощи пирометра. Картинка слева не дает полного представления о распределении температур на поверхности объекта. Поэтому на правом изображении данные эксперимента были обработаны с учетом максимальной и минимальной температуры каждой конкретной поверхности, а не аппарата в целом. Это дает возможность лучше представить распределение температур на каждой из поверхностей.

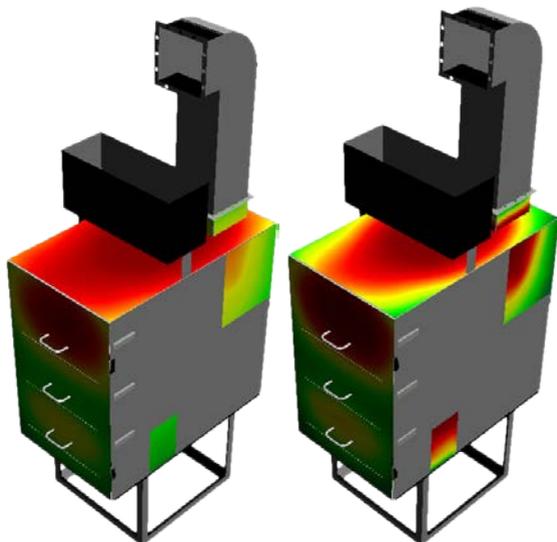


Рис. 2 – Трехмерная модель ИК-дымогенератора с наложением температурных полей

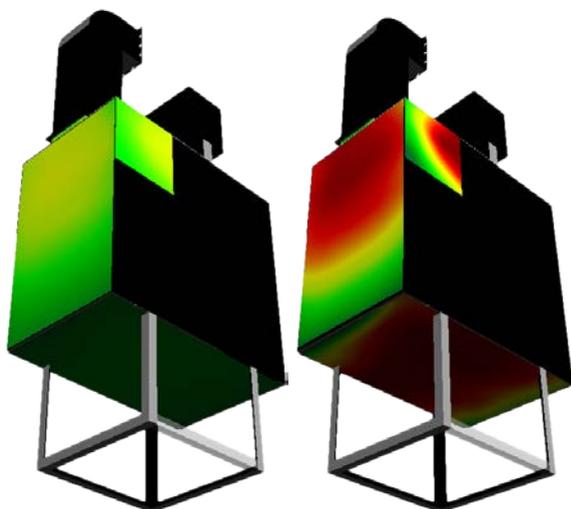


Рис. 3 – Трехмерная модель ИК-дымогенератора с изображением температурных полей

По результатам тепловизионной диагностики был произведен расчет плотности тепловых потоков и суммарного теплового потока для каждой изученной поверхности. Данные расчетов были получены при помощи специальной программы ALNEW5, которая предназначена для определения коэффициентов теплоотдачи с поверхности различных объектов. Программа применяется при тепловизионном контроле и производит теоретический расчет плотности теплового потока по геометрическим параметрам (форма, размер объекта, угол наклона поверхности), материалу поверхности, температуре окружающей среды для заданного диапазона температур.

Результаты расчета суммарного теплового потока от всех внешних поверхностей ИК-дымогенератора в период процесса стационарного дымообразования приведены в таблице 1 и на рисунке 4.

Таблица 1 – Тепловые потоки, исходящие от поверхностей в процессе стационарного дымообразования

Поверхность внешнего кожуха ИК-дымогенератора	Тепловой поток Q, Вт	Поверхность внешнего кожуха ИК-дымогенератора	Тепловой поток Q, Вт
Лицевая	395,58	Боковая правая	556,33
Верхняя	1046,71	Боковая левая	496,40
Нижняя	67,01	Труба	16,58
Задняя	212,13	Суммарный поток	2840,45

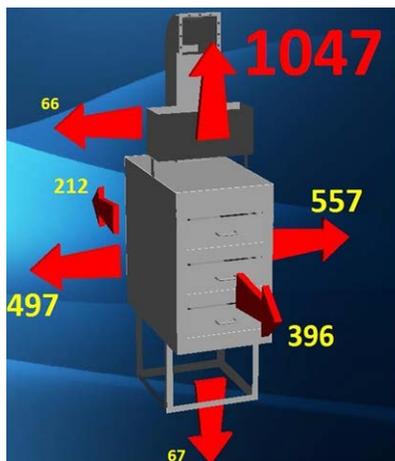


Рис. 4 – Суммарные тепловые потоки от поверхностей ИК-дымогенератора

3 Заключение

По результатам проведенных экспериментов установлена возможность применения методов количественной термографии для дистанционной оценки тепловых потоков ИК-ДГ. С целью энергосбережения и повышения энергоэффективности ИК-ДГ разработана методика оценки тепловых потоков ИК-дымогенератора методом количественной термографии. С использованием разработанной методики экспериментально установлен суммарный тепловой поток от ИК-ДГ, который составляет около 52 % количества подводимой энергии. Полученные данные не противоречат ранее полученным результатам и подтверждают достоверность разработанной методики.

Полученные данные по суммарному тепловому потоку от ИК-ДГ в окружающую среду позволяют разработать комплекс мер, направленных на повышение энергоэффективности аппарата.

Литература:

1. **Власов, А. Б.** Тепловизионная диагностика объектов электро- и теплоэнергетики. / А.Б. Власов. – Мурманск: МГТУ, 2005. – 266 с.
2. **Власов, А.Б.** Повышение достоверности технического диагностирования энергетического оборудования в системах энергообеспечения АПК методом тепловизионной диагностики: автореферат на соискание ученой степени доктора технических наук / А.Б. Власов.- СПб: изд-во Аграрного ун-та, 2005.- 33с.
3. **Исаченко, В.П.** Теплопередача. / В.П. Исаченко.- Москва: Энергоиздат, 1981 г. - 415 с.
4. **Коробицин, А. А.** Разработка математической модели процесса пиролиза топлива при дымогенерации с использованием энергии инфракрасного излучения: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / А. А. Коробицин. - Мурманск: МГТУ, 2008. - 23 с.
6. **Курко, В.И.** Методы исследования процесса копчения и копченых продуктов / В.И. Курко. – М.: Пищ. пром-сть, 1977. – 192 с.
7. **Мезенова, О.Я.** Современные проблемы и методы исследования в технологии копченой продукции / О.Я. Мезенова. – Калининград: КГТУ, 2001. – 149 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛО- И ВЛАГОПЕРЕНОСА В СЛОЕ ТОПЛИВА РАЗЛИЧНОЙ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Аллоярров К. Б., Шокина Ю. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра «Технологии пищевых производств», e-mail:k-alloyarov@ua.ru; shokina-juv@mstu.edu.ru)

Abstract. Physical processes of heat and moisture exchange in a layer of wood fuel of different bulk weight and with a thickness from 4 to 12 cm during the smoke generating with infrared-energy supply has been studied. Coefficients of diffusion and thermo diffusion in a layer of wood fuel for a specified mass have been calculated.

1 Введение

На сегодняшний день все существующие технологии приготовления копченых продуктов условно можно разделить на две категории: современные методы и традиционные методы обработки продукта дымовоздушной смесью. Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки. При современном развитии технологии «традиционного копчения» практически невозможно получить безопасный во всех отношениях конечный продукт, в то же время копчение при помощи копильных препаратов хоть и является более безопасным, однако не гарантирует приобретение продуктом в полной мере характерных вкусоароматических свойств.

Одной из причин указанных недостатков является то, что до сих пор не ясна картина физико-химических процессов происходящих при пиролизе топлива во время получения технологического копильного дыма, а также при насыщении продукта копильными компонентами. В Мурманском государственном техническом университете более 10 лет ведется работа с целью всестороннего изучения процесса копчения. В 1999 году был разработан способ получения копильного дыма с использованием инфракрасного энергоподвода и устройство для его осуществления – инфракрасный дымогенератор, главным достоинством которого является возможность ведения разложения древесного топлива при устойчивой температуре, не превышающей 400 °С, что сводит к минимуму риск образования канцерогенных веществ.

В 2007-2008 году была предложена физическая модель процесса пиролиза топлива с использованием ИК-энергоподвода, разработана математическая модель, позволяющая надежно прогнозировать температуру процесса пиролиза, исследованы процессы массо- и теплопереноса в слое топлива, определены коэффициенты теплопроводности

сти влагопереноса (ВП) и потенциалопроводности термовлагопереноса (ТВП) в топливе трех насыпных масс для слоя толщиной от 2 до 6 см. С целью совершенствования разработанной ранее математической модели пиролиза топлива в ИК-ДГ и ее программного обеспечения была проведена серия экспериментов для слоя толщиной от 4 до 12 см.

2 Объекты и методы исследования

Ранее проведенными исследованиями установлены основные влияющие на тепло и массоперенос в слое топлива факторы. Как следует из физической модели пиролиза топлива с ИК-энергоподводом, перенос влаги в слое опилок осуществляется по трем основным механизмам: влагоперенос под действием разности влагосодержаний нижнего, увлажняемого водой или водяным паром, и поверхностного слоя опилок, а также термовлагоперенос влаги в виде жидкости и пара, вызванный градиентом температуры. Термоградиентный перенос влаги может происходить путем термокапиллярного или термоменискового движения жидкости, а также молярного и термодиффузионного перемещения пара. Третий механизм представляет собой конвекционный влагообмен, протекающий в воздушных прослойках, образованных крупными пустотами между частицами опилок. Влагоперенос в слое опилок при дымогенерации часто сопровождается конденсацией или испарением. Вошедшие в уравнения модели коэффициенты потенциалопроводности ТВП и ВП ранее были экспериментально определены для слоя топлива толщиной 7 см для опилок трех насыпных масс 104, 118, 154 кг/м³.

Были проведены эксперименты, в ходе которых определяли коэффициенты потенциалопроводности ТВП и ВП для слоев толщиной от 4 до 12 см для топлива различной насыпной массы

Для определения коэффициента потенциалопроводности ВП из ванны для пиролиза удаляли фальш-дно, на дно ванны заливали 1 литр воды, затем засыпали 1,5 кг топлива естественной влажности. Производили отбор проб для определения влажности через 1, 2 и 3 часа после начала опыта на трех разных уровнях топлива. Затем определяли влажность высушиванием при 105°С. Коэффициент потенциалопроводности ВП определяли обратным методом из уравнения влагопроводности:

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = D_u \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

Производные влажности топлива по времени и координате слоя определяли из экспериментальных данных, задаваясь их приближенными значениями:

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = \frac{u_{cp}(\tau_1) - u_{cp}(\tau_2)}{\tau_1 - \tau_2},$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \tau^2} = \frac{u_x(\text{верх}) - 2u_x(\text{сер}) + u_x(\text{низ})}{\Delta x^2},$$

где $u_{cp}(\tau_1)$, $u_{cp}(\tau_2)$ – средняя влажность опилок в моменты времени τ_1 , τ_2 , %;

$u_x(\text{верх})$, $u_x(\text{сер})$ и $u_x(\text{низ})$ – соответственно значения влажностей топлива в верхнем, среднем и нижнем слоях в момент времени τ_2 , %;

Коэффициент теплопроводности ВП рассчитывали с использованием выражения:

$$D_u = \frac{u_{cp}(\tau_1) - u_{cp}(\tau_2)}{\frac{\tau_1 - \tau_2}{u_x(\text{верх}) - 2u_x(\text{сер}) + u_x(\text{низ})}},$$

$$\Delta x^2$$

Для определения коэффициента теплопроводности ТВП в ванну для дымогенерации засыпали 1,5 кг опилок, под фальш-дно заливали 1 л воды. Затем включали нижние генераторы инфракрасного излучения по отношению к носителю (генераторы над слоем топлива были выключены). Нагрев топлива осуществляется паром, который образует добавленная под фальш-дно вода.

Проводили серии опытов длительностью 60, 120 и 180 минут. В каждой серии опытов фиксировалась температура в слоях и в конце опытов отбирались пробы на анализ влажности топлива в слоях. Отбор проб в конце проведения опыта обусловлен необходимостью сохранять температурное равновесие на протяжении всего опыта.

Коэффициент теплопроводности ТВП D_t , определяли с использованием уравнения теплопроводности, разработанной математической модели процесса пиролиза топлива с ИК-энергоподводом из выражения:

$$D_t = \frac{\frac{\partial U}{\partial \tau} - D_u \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - \Delta u}{\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}}.$$

Влажность топлива до увлажнения определяли по формуле:

$$w = \frac{m_e}{m_e + m_{on}},$$

где m_e – масса воды, добавленной к опилкам до пиролиза с целью их увлажнения, кг;

m_{on} – масса сухих опилок, кг.

Влажность топлива с учетом сконденсировавшейся влаги w_1 определяли по формуле:

$$w_1 = \frac{m_e + \Delta m_e}{m_e + m_{on} + \Delta m_e}.$$

где Δm_e – сконденсировавшаяся влага, кг.

Принимая во внимание, что:

$$w_1 = w + \Delta u,$$

где Δu – сконденсировавшаяся влага, кг.

Количество сконденсировавшейся влаги определяли по формуле:

$$\Delta u = \frac{\Delta m_e \cdot m_{on}}{(m_e + m_{on})^2 + \Delta m_e (m_e + m_{on})}.$$

Влажность топлива в процессе дымогенерации увеличивается за счет избыточно добавленной влаги к топливу Δu , которая конденсируется в слое топлива. Массу сконденсировавшейся влаги определяли из выражения:

$$\Delta m = (\rho(T_1) - \rho(T_2)) \cdot S \cdot v \cdot \tau,$$

где $\rho(T_1)$ и $\rho(T_2)$ – плотность пара при температуре нижнего слоя T_1 и верхнего слоя T_2 , кг/м³;

S – площадь поверхности топлива, (составляет во всех экспериментах 0,252 м²);

v – скорость прохождения пара через слой топлива, м³/с,

τ – время испарения избыточно добавленной влаги, с.

Однако не вся влага, проходя через слой топлива, конденсируется. Соотношение собственно сконденсировавшейся влаги и прошедшей через слой влаги экспериментально определить затруднительно, поэтому для учета прошедшего через слой опилки несконденсировавшегося пара был введен поправочный коэффициент, который определяли исходя из начальных условий пиролиза топлива и результатов экспериментов.

Таким образом, возможно учесть сконденсировавшуюся влагу, используя выражение:

$$\Delta u = \frac{\Delta, m_{\text{в}} \cdot m_{\text{он}}}{(m_{\text{в}} + m_{\text{он}}) \cdot (m_{\text{в}} + \Delta, m_{\text{в}} + m_{\text{он}})}$$

На рисунках 1, 2, 3 представлены кривые кинетики увлажнения опилок и поля влагосодержания в слоях топлива различной толщины, установленные в ходе эксперимента по определению коэффициента потенциалопроводности ВП. Насыпная масса для крупных опилок составляла 100 кг/м^3 , для средних – 117 кг/м^3 , для мелких – 134 кг/м^3 .

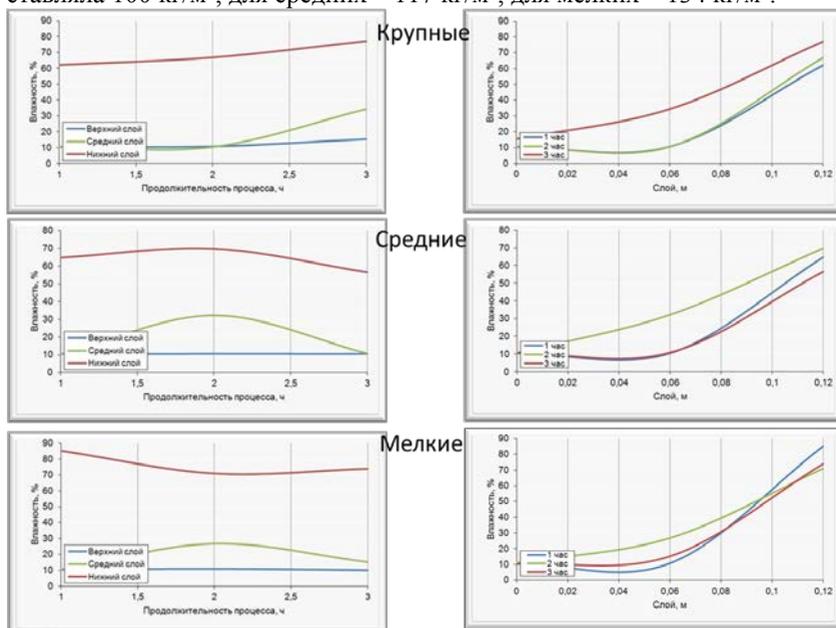


Рис. 1 - Кривые кинетики увлажнения опилок и поля влагосодержания в слое топлива 120 мм.

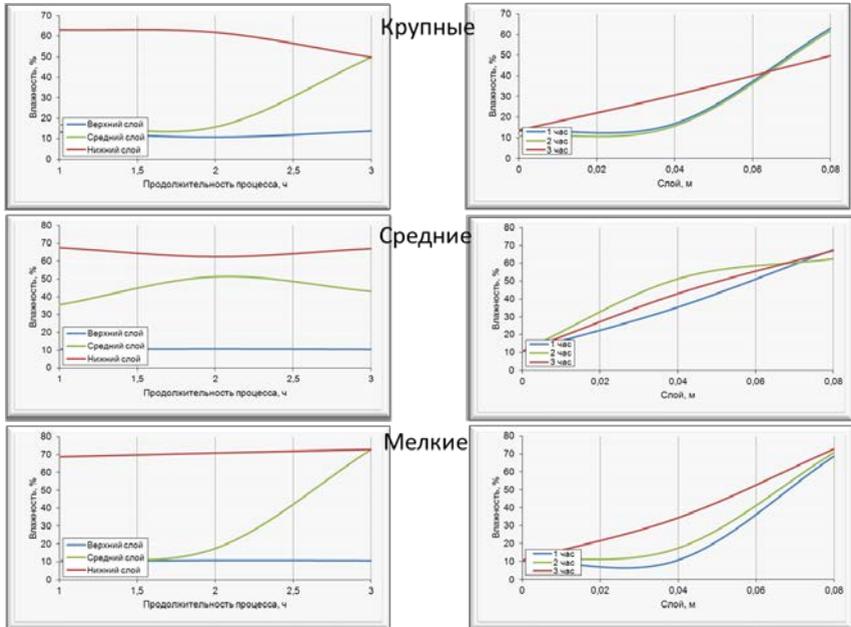


Рис. 2 - Кривые кинетики увлажнения опилок и поля влагосодержания в слое топлива 80 мм

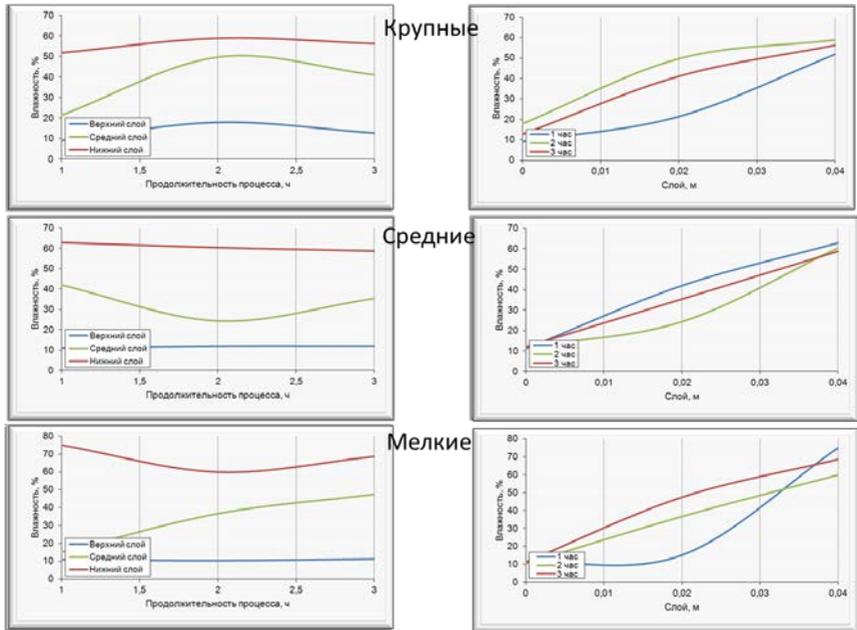


Рис. 3 - Кривые кинетики увлажнения опилок и поля влагосодержания в слое топлива 40 мм

На рисунках 4, 5, 6 представлены кривые кинетики увлажнения опилок и поля влагосодержания в слоях топлива различной толщины, установленные в ходе эксперимента по определению коэффициента потенциалопроводности ТВП. Насыпная масса для крупных опилок составляла 100 кг/м^3 , для средних – 117 кг/м^3 , для мелких – 134 кг/м^3 .

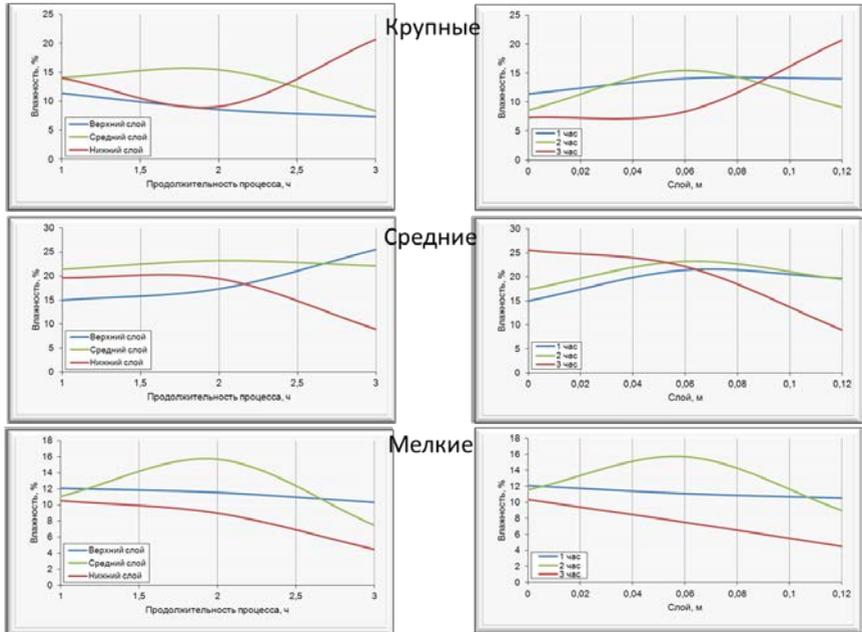


Рис. 4 - Кривые кинетики увлажнения опилок и поля влагосодержания в слое топлива 120 мм

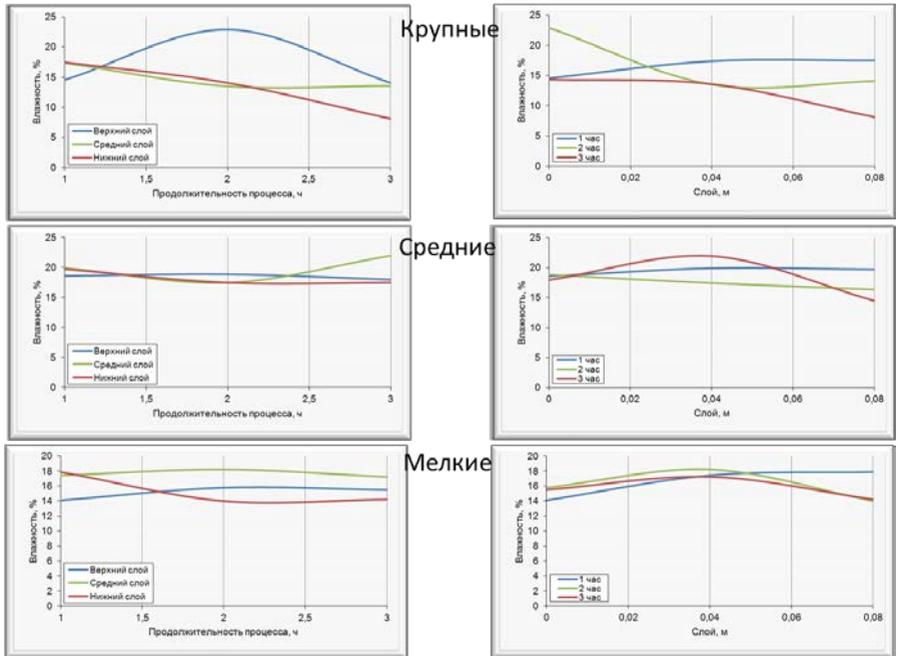


Рис. 5 - Кривые кинетики увлажнения опилок и поля влагосодержания в слое топлива 80 мм

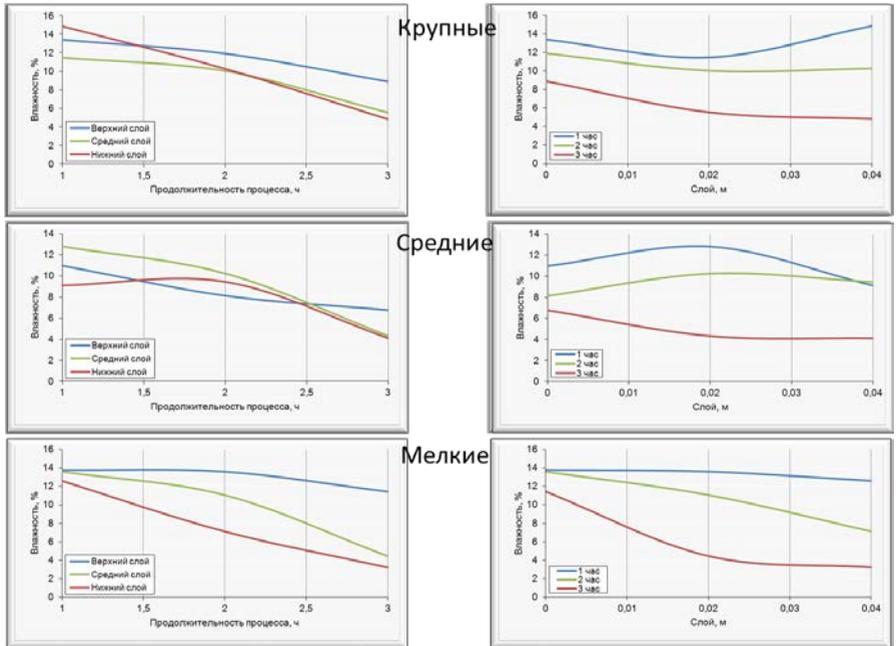


Рис. 6 - Кривые кинетики увлажнения опилок и поля влагоудержания в слое топлива 40 мм

Полученные в результате экспериментальных данных значения коэффициентов потенциалопроводности ТВП и ВП представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения коэффициентов теплопроводности ВП и ТВП

	Крупный	Средний	Мелкий
Du(t0,t1)	3,30E-07	3,27E-07	3,32E-07
Du(t0,t2)	1,64E-07	8,35E-07	4,49E-07
Du(t0,t3)	4,39E-07	1,11E-07	1,38E-07
Du(t1,t2)	2,90E-08	5,60E-07	2,65E-08
Du(t1,t3)	3,04E-07	2,85E-08	2,22E-08
Du(t2,t3)	5,39E-07	2,54E-07	5,85E-08
	3,01E-07	3,53E-07	1,71E-07
	Крупный	Средний	Мелкий
Du(t0,t1)	2,11E-07	1,65E-06	2,00E-07
Du(t0,t2)	1,00E-07	2,33E-07	9,64E-08
Du(t0,t3)	1,44E-06	5,20E-07	1,43E-07
Du(t1,t2)	1,73E-08	5,52E-08	5,29E-08
Du(t1,t3)	3,34E-08	6,27E-08	1,73E-07
Du(t2,t3)	4,05E-07	6,75E-08	1,79E-07
	3,69E-07	4,31E-07	
	Крупный	Средний	Мелкий
Du(t0,t1)	1,02E-07	3,10E-07	5,16E-08
Du(t0,t2)	7,69E-08	5,02E-08	3,73E-07
Du(t0,t3)	7,29E-08	4,96E-05	3,55E-08
Du(t1,t2)	4,01E-08	3,00E-08	2,05E-07
Du(t1,t3)	3,91E-08	9,80E-06	4,29E-08
Du(t2,t3)	4,59E-08	1,91E-05	4,43E-08
	6,29E-08	1,31E-05	1,25E-07

	Крупный	Средний	Мелкий
Dt(t0,t1)	2,48E-08	3,52E-08	6,22E-08
Dt(t0,t2)	1,7E-06	4,9E-07	3,7E-07
Dt(t0,t3)	6,1E-07	6,41E-07	5,86E-07
Dt(t1,t2)	1,7E-06	4,9E-07	3,7E-07
Dt(t1,t3)	6,1E-07	6,42E-07	5,86E-07
Dt(t2,t3)	6,1E-07	6,43E-07	5,87E-07
	8,7E-07	4,9E-07	4,2E-07
	Крупный	Средний	Мелкий
Dt(t0,t1)	9,5E-08	5,1E-08	2,03E-08
Dt(t0,t2)	3,3E-07	1,1E-07	1,6E-07
Dt(t0,t3)	3,24E-07	2E-07	8,7E-07
Dt(t1,t2)	3,3E-07	1,1E-07	1,6E-07
Dt(t1,t3)	3,27E-07	1,9E-07	8,7E-07
Dt(t2,t3)	3,26E-07	1,9E-07	8,7E-07
	2,9E-07	1,4E-07	4,9E-07
	Крупный	Средний	Мелкий
Dt(t0,t1)	1,35E-08	2,07E-08	4,8E-09
Dt(t0,t2)	1,2E-07	1,1E-08	6,02E-09
Dt(t0,t3)	4,3E-08	5,1E-07	5,94E-09
Dt(t1,t2)	1,2E-07	2,2E-08	5,8E-09
Dt(t1,t3)	4,4E-08	1,57E-07	6,14E-09
Dt(t2,t3)	4,6E-08	1,6E-07	6,17E-09
	6E-08	1,5E-07	5,8E-09

3 Заключение

Исследованы процессы массо- и теплопереноса в слое топлива при дымогенерации с ИК-энергоподводом и определены коэффициенты теплопроводности ВП и ТВП в слое топлива толщиной от 4 до 12 см для опилок различных насыпных масс. Установлено экспериментально в широком диапазоне значения коэффициентов теплопроводности ВП и ТВП позволят в дальнейшем получить аналитическое выражение, связывающее указанные коэффициенты с основными влияющими технологическими факторами пиролиза топлива в ИК-ДГ – толщиной слоя топлива и его насыпной массой. Интегрируя данное аналитическое выражение в разработанную программу для прогнозного расчета температуры пиролиза в ИК-ДГ позволит существенно расширить область ее применения.

Литература:

1. **Гинзбург, А.С.** Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности / А.С. Гинзбург. – М.: Агропромиздат, 1985. – 365 с.

2. **Коробицин, А.А.** Разработка математической модели процесса пиролиза топлива при дымогенерации с использованием энергии инфракрасного излучения: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / А.А. Коробицин. - Мурманск: МГТУ, 2008. - 23 с.

3. **Обухов, А.Ю.** Совершенствование способа получения копильного дыма с использованием энергии инфракрасного излучения и разработка на его основе технологии подкопченного рыбного филе: автореферат диссертации на соискание уч. степени канд. техн. наук / А.Ю. Обухов. - Мурманск: Изд-во МГТУ, 2005. - 24 с.

4. **Чураев, Н.В.** Физико-химия процессов массопереноса в пористых телах / Н.В. Чураев. – М.: Химия, 1990. – 272 с.

5. **Шокина, Ю.В.** Получение дымовой копильной среды с использованием энергии инфракрасного излучения / Ю.В. Шокина, А.Ю. Обухов, А.А. Коробицин // Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов. – 2010. – № 3. – С. 92–97.

6. **Шокина, Ю.В.** Разработка и совершенствование способов получения безопасных копильных сред / Ю.В. Шокина, А.А. Коробицин, А.Ю. Обухов // Рыб. хоз-во. – 2009. – № 5. – С. 80–83.

СПОСОБ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ СОСТАВА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ НА ПРИМЕРЕ КОПИЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ И ВКУСО- АРОМАТИЧЕСКИХ ЭКСТРАКТОВ

Барышников А. В., Ершов А. М. (*Мурманск, МГТУ, кафедра технологий пищевых производств, baryshnikovav@mstu.edu.ru*)

Abstract. The method for the express decision of maintenance of acids, carbonyl and phenol compounds in smoking preparations and extracts by the radio wave devices which use energy of radio waves in the ranges of high frequencies and microwaves has been developed. The possibility of method application for the analysis of smoking preparations "Skvama", "Liquid smoke" and extracts "VAKE" has been shown.

В последние годы все большую актуальность и значение приобретает решение проблемы повышения безопасности пищевой продукции, максимального сохранения ее биологической ценности в процессе производства и последующего хранения. Среди способов технологической обработки бездымное копчение находит все большее применение в копильной промышленности многих стран. Для повышения качества

копильных препаратов и снижения энерго- и трудозатрат на их производство необходимо произвести оптимизацию и автоматизацию технологического процесса. Основной преградой на пути автоматизации стоит отсутствие надежного датчика для определения концентрации копильных компонентов в препарате в процессе его производства.

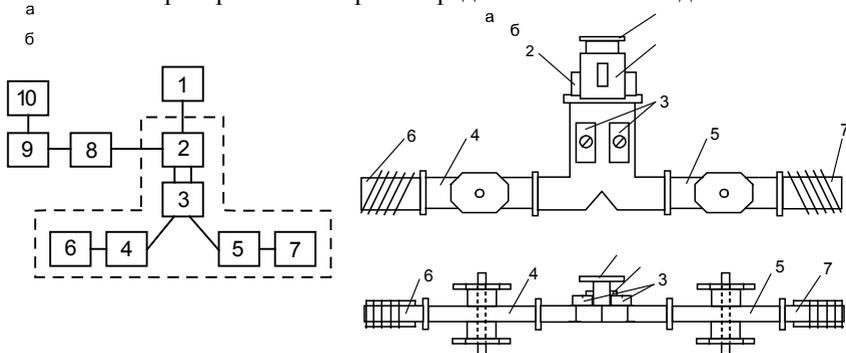
Принято, что содержание фенольных, карбонильных соединений и кислот характеризует качество копченых продуктов, а также копильных препаратов и дыма [1,2]. На стадии производства актуальным является контроль этих характеристик, а также быстрое и точное их количественное и качественное определение с целью получения продукта с необходимыми свойствами. Разработаны лабораторные методы количественного определения копильных компонентов. Но они не позволяют достаточно быстро оценить их, ввиду длительности и трудоемкости процесса анализа и малоприспособны в условиях производства. Например, это методики фотоколориметрического определения фенольных и карбонильных соединений, основанные на образовании окрашенных соединений, и методика титриметрического определения общего содержания кислот.

Ранее инженером Пачковским А. А. были проведены исследования по радиоволновому измерению концентрации копильных компонентов в копильных препаратах [3]. Принцип работы прибора (рисунок 1), который использовался для измерения концентраций, был основан на частичном отражении от объекта исследования электромагнитной волны сверхвысокой частоты (СВЧ, > 1 ГГц), мощность которой зависит от свойств анализируемого объекта, в том числе и от химического состава.

Прибор позволяет определять содержание карбонильных соединений и кислот (фенольные соединения, играющие важную роль в создании аромата копчения, с его помощью не определялись) в копильных препаратах и экстрактах, что необходимо для целей автоматизации и контроля процесса производства. При этом требуется предварительная настройка для конкретной производственной линии. Точность определения в этом случае зависит от того, насколько постоянно соотношение между содержанием карбонильных соединений и кислот в получаемом копильном препарате или экстракте. Этого можно ожидать при условии соблюдения постоянства технологических режимов и химического состава исходного сырья, в общем же случае содержания копильных компонентов независимы друг от друга.

Поэтому проблема комплексного определения химического состава копильных препаратов и экстрактов остается нерешенной и актуальной, а радиоволновый метод нуждается в совершенствовании. Целью работы являлось усовершенствование конструкции измерительного

устройства и способа комплексного определения химического состава копильных препаратов и экстрактов радиоволновым методом.



1 – генератор СВЧ; 2 – двойной Т-образный волноводный тройник; 3 – аттенюатор; 4,5 – волноводные датчики с контрольным и анализируемым образцами; 6,7 – неотражающие нагрузки; 8 – детектор; 9 – усилитель; 10 – показывающий прибор; а,б – фланцы крепления измерительного блока к генератору и детектору соответственно.

Рис. 1 – Конструкция СВЧ-концентратора.

Модернизация прибора заключалась в изменении принципа действия детектора отраженной мощности. В качестве детектора использовали диод, преобразующий отраженную мощность в электродвижущую силу (ЭДС). Поскольку получаемое с помощью диода значение ЭДС очень мало и требует применения специального дорогостоящего оборудования для измерения, то для увеличения сигнала детектора был разработан дополнительный узел – усилитель, с помощью которого аналитический сигнал можно увеличить до 14 В. Получаемое на выходе из усилителя напряжение легко замерить обычным вольтметром. В качестве детектора мощности прошедшей волны использовали термопреобразователь, сигнал от которого поступает на показывающий прибор – ваттметр. Таким образом, прибор может измерять с помощью датчиков две характеристики: отраженную от образца мощность электромагнитной волны, и мощность волны, прошедшую через образец.

Также усовершенствован способ помещения исследуемых образцов в сечение измерительного волновода. Вместо использовавшихся ранее стеклянных трубок (хрупкий и бьющийся материал), в волновод поместили полимерные шланги, по которым в сечение волновода поступает анализируемая и контрольная пробы.

Исследования проводили с чистыми веществами (уксусная кислота, лимонная кислота, фенол, этиловый спирт, фурфурол, сахар), смесей чистых веществ, с образцами копильных препаратов и экстрак-

тов. Также измерения проводили на разных частотах генерации электромагнитных волн.

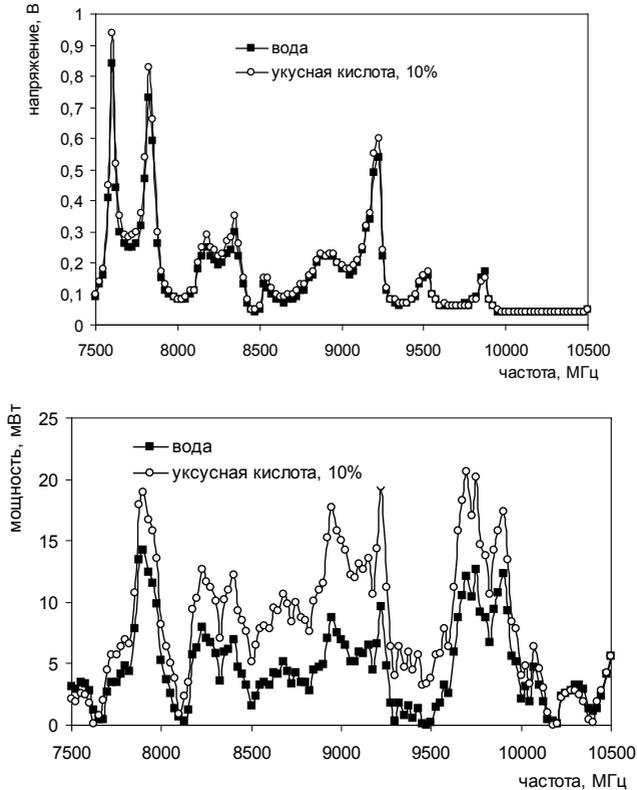


Рис.2 – Отклик прибора по мощности прошедшей и отраженной волны в зависимости от частоты для воды и водного раствора уксусной кислоты (10 %).

Градуировку измерительного устройства проводили заранее, проводя измерения для нескольких образцов коптильного препарата или экстракта с известным химическим составом и разной степенью насыщения, кроме этого концентрации коптильных компонентов изменяли в необходимых пределах методом добавок чистых веществ. Определение концентраций карбонильных, фенольных веществ и кислот в этом случае определяли стандартными физико-химическими методами. Градуировочные характеристики представляют собой зависимости отраженной или прошедшей мощности от концентрации коптильных компонентов для определяемой группы коптильных препаратов или экстрактов.

Как уже было отмечено, измерения можно проводить на разных частотах. Кроме мощности отраженной волны можно измерять также мощность прошедшей волны, что дает достаточное количество аналитических откликов для измерения химического состава многокомпонентных смесей. Выбор частот проводили по чистым веществам.

Поскольку для определения массовых долей трех компонентов в смеси достаточно измерений на трех частотах, то выбрали те частоты, для которых наблюдалась наибольшая корреляция. По результатам статистической обработки экспериментальных данных были выбраны частоты: 8350 МГц, 9225 МГц для метода отраженной волны и 7900 МГц для метода прошедшей волны.

Для повышения точности необходима операция приведения измерительного устройства к нулю, заключающаяся в том, чтобы для контрольного образца содержащего чистый растворитель (вода) показания прибора на выбранных частотах были равны нулю. Для этого из показаний прибора для измеряемых проб вычитали показания прибора для растворителя.

На рисунке 3 показаны зависимости показаний датчиков прибора для образцов копильной жидкости «Сквама» с разной продолжительностью процесса насыщения.

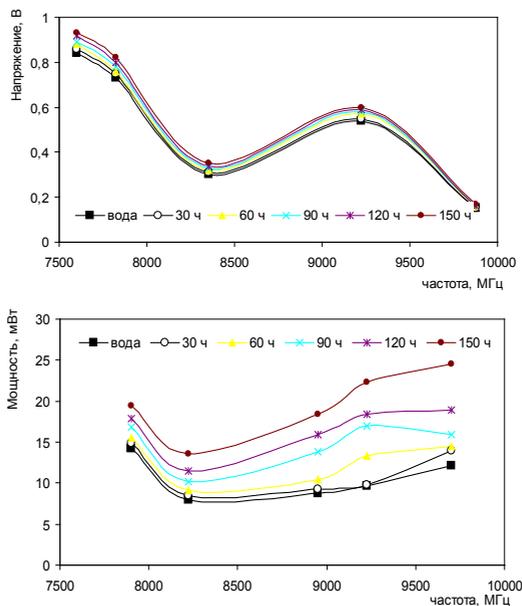


Рис. 3 – Отклик прибора по методу отраженной и прошедшей волны для образцов копильных препаратов на выбранных частотах.

Формулы для расчета содержания фенолов, карбонильных соединений и кислот по результатам измерения с помощью прибора на выбранных частотах:

$$\omega \text{ ФЕ} \equiv 2,40 \cdot I_{8350}^o - 0,641 \cdot I_{9225}^o - 0,012 \cdot I_{7900}^p \quad (1)$$

$$\omega \text{ КА} \equiv 79,1 \cdot I_{8350}^o - 17,2 \cdot I_{9225}^o - 0,428 \cdot I_{7900}^p \quad (2)$$

$$\omega \text{ КИ} \equiv 51,6 \cdot I_{8350}^o - 13,8 \cdot I_{9225}^o - 0,253 \cdot I_{7900}^p \quad (3)$$

Результаты исследований показывают, что для определения состава многокомпонентных смесей, таких как коптильные препараты и экстракты, можно применять электромагнитные волны диапазона сверхвысоких частот, изменяющие свои электромагнитные характеристики при взаимодействии с образцом. Простота выполнения и скорость выполнения измерений, отсутствие непосредственного контакта объекта исследования с датчиком, дает возможность применение разработанного устройства и методики в системе автоматизации технологического процесса изготовления коптильного препарата или экстракта. Результаты работы можно использовать также при изучении процессов экстракции и абсорбции, в которых участвуют вещества, обладающие диэлектрическими свойствами и для измерения химического состава других многокомпонентных смесей. Снижение точности и необходимость настройки оправдывается непрерывностью анализа и простотой процедуры отбора пробы, высокой скоростью получения результатов измерения.

Литература:

1. **Ким И.Н., Филиппов С.Г.** Критерии оценки технологических свойств коптильного дыма. Хранение и переработка сельхозсырья, 2003, № 6, с.50-52.
2. **Курко В.И.** Методы исследования процесса копчения и копченых продуктов. М., Пищ. промышленность, 1977, 192 с.
3. **Пачковский А.Ч.** Совершенствование процессов приготовления коптильных препаратов путем непрерывного контроля их электрофизических свойств. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук, Мурманск, МГТУ, 2001, 24 с.

НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫПУСКА ПРОДУКЦИИ ИЗ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ

Шаповалова Л. А., Бурмистрова Е. В. (г. Мурманск, Федеральное государственное унитарное предприятие «Полярный научно-

исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии» (ФГУП ПИНРО), shapoval@pinro.ru, burmistrova@pinro.ru)

Abstract. The paper presents a brief description of regulations and technical documents in accordance with which the domestic products from the aquatic biological resources are turned out. Raised are the legal matters concerning the introductions of mandatory requirements for the production and manufacturing processes within the limits of the establishment of the common customs in the territory of the states, which are the members of the Customs Union.

Начиная с 2003 года, отечественная стандартизация находится в стадии реформирования, что в первую очередь обусловлено стремлением интеграции России в европейскую и международную экономику. Правовая основа реформирования стандартизации определена федеральным законом «О техническом регулировании», кардинально меняющим всю систему применения обязательных требований к продукции и процессам производства. При этом закон предусматривает создание двухступенчатого уровня документов – технических регламентов (ТР), принимаемых в качестве федеральных законов или утвержденных Постановлениями Правительства, и стандартов, действующих на добровольной основе.

Введение ТР находится в русле подготовки к вступлению России во Всемирную торговую организацию, одним из условий которой является переход от национально ориентированных стандартов, характерных для закрытой экономики, к международным стандартам, позволяющим отечественной продукции выйти на мировой рынок.

С вступлением России в Таможенный союз (ТС) и, как следствие, необходимостью внесения изменений в порядок применения санитарных, ветеринарных, фитосанитарных мер и обращения продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия на таможенной территории, остро встала проблема принятия единых ТР, включающих в себя требования национальных технических регламентов государств — участников ТС. В рыбной отрасли национальный ТР о безопасности пищевой продукции из водных биологических ресурсов, разработкой которого много лет занимался Технический комитет ТК 300 совместно с подкомитетами по стандартизации, так и не был принят в силу различных причин. В связи с этим для разработки технического регламента ТС «О безопасности рыбы и рыбной продукции», основным разработчиком которого выступает Казахстан, российская сторона использует последний, наиболее подготовленный вариант отечественного проекта регламента. В ближайшее время первая редакция проекта ТР ТС должна быть предложена

для публичного обсуждения во всех странах Таможенного союза. Таким образом, обязательные требования к рыбной продукции и связанным с ней процессам производства будут определяться именно этим документом после его принятия и утверждения в установленном порядке.

Одновременно с созданием проекта ТР продолжают работы по совершенствованию стандартов качества рыбной продукции, которые являются одним из основных направлений деятельности отрасли, необходимых для реализации концепции развития рыбного хозяйства РФ на период до 2020 года [1]. Особая роль в этом отводится межгосударственным стандартам, применение которых способствует устранению административных барьеров и разногласий в торговле и созданию благоприятных условий для продвижения отечественной продукции на всем пространстве СНГ. Учитывая направленность экономики на глобализацию, эти документы приобретают ещё большую значимость среди документов в области стандартизации.

В процессе разработки стандартов, предусматривающей их гармонизацию с международными нормами и правилами, учитываются новейшие достижения в области рыбопереработки, создания современных видов упаковки, использования различных материалов и реагентов, направленных на установление более продолжительных сроков годности продукции, применения новых методов контроля качества готовой продукции.

Межгосударственные стандарты относятся к самой высокой категории стандартов, регулирующих рыбный рынок. Данные стандарты принимаются Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации, членами которого являются национальные органы по стандартизации стран, входящих в СНГ. Перед принятием стандарта, его проект согласовывают со всеми странами, поэтому процесс разработки и введения в действие межгосударственных стандартов довольно длительный – от 3 до 5 лет. В России данные стандарты вводят в действие Постановлением Росстандарта с установлением даты введения и, как правило, без ограничения срока действия.

Следующий вид стандартов – это национальные стандарты. Поскольку согласование проектов национальных стандартов проходит только в нашей стране, то срок их прохождения значительно меньше – от 2 до 3 лет. Однако с созданием единого таможенного пространства, национальные стандарты становятся менее приоритетными по сравнению с межгосударственными.

Применение стандартов неотъемлемо связано с выполнением требований технических регламентов. Межгосударственные и национальные стандарты составляют основу для разработки ТР и выступают в качестве доказательной базы соответствия продукции их положениям и требованиям. Они способствуют созданию конкурентоспособной про-

дукции, повышению экспортного потенциала страны и расширению взаимовыгодного сотрудничества между партнерами.

Кроме перечисленных стандартов, призванных обеспечивать безопасность и качество продукции, действующих законодательством предусмотрены и новые виды документов – стандарты организаций (СТО) и своды правил (СП). Разработка СТО осуществляется в соответствии с требованиями национальных стандартов ГОСТ Р 1.4-2004 [2] и ГОСТ Р 1.5-2004 [3]. Учитывая сложность этих требований, необходимость увязки стандартов с требованиями ТР и стандартов, действующих в России на национальном уровне, учета требований зарубежных стандартов, разработку и экспертизу СТО рекомендуют проводить Техническим комитетам и подкомитетом по стандартизации, для которых это перспективное направление деятельности. Свод правил разрабатываются в случае отсутствия национальных стандартов применительно к отдельным требованиям ТР или объектам технического регулирования в целях обеспечения соблюдения требований ТР к продукции или к связанным с ними процессам производства, хранения, перевозки, реализации и утилизации.

Отраслевые стандарты, которые согласно действующему законодательству не относятся к нормативным документам по стандартизации, по-прежнему остаются весьма существенными для изготовителей. Однако проблема дальнейшего их существования остается пока неразрешимой, что, в свою очередь, связано с затягиванием принятия федерального закона «О стандартизации». Предложение по разработке данного закона было поддержано Минпромторгом России и одобрено на заседании Правительственной комиссии по техническому регулированию в 2008 году. Основная идея законопроекта заключается в определении правовых и организационных основ стандартизации, создании новой, отвечающей современным требованиям и тенденциям национальной системы стандартизации, устанавливающей статус и порядок применения всех видов документов по стандартизации, применяемых на территории РФ, в том числе и отраслевых стандартов.

До принятия этого закона в целях сохранения огромного потенциала отраслевых стандартов, которые после введения соответствующих ТР утратят свою силу, решено переводить их в национальные стандарты. На сегодняшний день пересмотрены и введены в качестве национальных отраслевые стандарты, устанавливающие требования на рыбу мелкую охлажденную, мясо мидий варено-мороженое, филе трески без кожи подпрессованное мороженое, кальмар сушеный, икру ястичную осетровых рыб.

Однако многие предприятия, находясь в сложных экономических условиях, стремясь завоевать рынок и изыскивая способы повышения

конкурентоспособности своей продукции, предпочитают выпускать продукцию по Техническим условиям (ТУ). Как правило, ТУ разрабатывают на новые виды продукции, для которых нет соответствующих стандартов или в тех случаях, когда стандарты имеются, но у изготовителя появилась необходимость уточнить или дополнить их требования. Отмена обязательного согласования ТУ с территориальными органами Роспотребнадзора и Россельхознадзора, значительно сокращающая сроки прохождения стадий их разработки и утверждения, делает эти документы еще более привлекательными для изготовителя, особенно представителей малого бизнеса. Однако в случае возникновения необходимости подтверждения или установления сроков годности продукции этот процесс может быть довольно длительным.

Обеспечение отечественных изготовителей рыбной продукции равными возможностями на потребительском рынке неизбежно сталкивается с необходимостью строгого соблюдения безопасности и качества выпускаемых продуктов, что, в свою очередь, достигается выполнением параметров технологических процессов и их последовательностью. С учетом этого факта разработка стандартов, ТУ и внедрение их в производство осуществляется одновременно с разработкой и внедрением технологических инструкций (ТИ). Поэтому в комплекте с нормативным или техническим документом всегда действует ТИ.

С введением в действие с 1 июля 2010 года нового национального стандарта ГОСТ Р 53619-2009 [4] установлены единые требования к построению, изложению, оформлению, обозначению, утверждению и регистрации ТИ по изготовлению продукции из водных биологических ресурсов независимо от вида документа, в комплекте с которым она разрабатывается. В соответствии с данным стандартом основные положения технологической инструкции в общем случае должны включать схему и описание технологического процесса, требования к сырью и материалам, оборудованию, санитарной обработке, безопасности к процессам производства, а также метрологическое обеспечение и контроль технологического процесса производства.

В настоящее время все перечисленные выше нормативные и технические документы действуют в рыбной отрасли и используются промышленными предприятиями в их производственной деятельности. Разработка межгосударственных и национальных стандартов осуществляется в соответствии с отраслевым планом в действующей структуре Технических комитетов по стандартизации – МТК/ТК 299 (ОАО «Гипрорыбфлот») и МТК/ТК 300 (ФГУП «ВНИРО») и подкомитетов, функционирующих на базе отраслевых научно-исследовательских институтов.

В частности, на Северном бассейне действует подкомитет ПК 5, который входит в состав ФГУП «ПИНРО». Наряду с разработкой стандартов подкомитет выполняет работы по разработке и утверждению в установленном порядке ТУ и ТИ в соответствии с нормативной и законодательной базой РФ. В первую очередь это касается сферы инновационных технологий переработки водных биологических объектов, создания новых видов пищевой, кормовой, лечебно-профилактической продукции, развития прибрежного рыболовства и аквакультуры. Документы, востребованные у промышленного сектора отрасли, реализуются в системе договорных отношений. В последнее время наибольший интерес для субъектов хозяйственной деятельности различных форм собственности вызывают ТУ в комплекте с ТИ, устанавливающие требования на рыбу морскую и океанического промысла мороженую, ежа морского-сырец и ежа морского-сырец – продукт аквакультуры, краб камчатский-сырец – продукт аквакультуры и др.

Таким образом, выпуск отечественной продукции из водных биологических ресурсов регламентируется целым рядом нормативных и технических документов, выбор которых определяет изготовитель в зависимости от поставленных задач, технологического уровня оснащения предприятия, готовности поставлять на рынок конкурентоспособную продукцию высокого качества. Обязательные требования к продукции и процессам ее изготовления устанавливаются ТР ТС.

Литература:

1. Концепция развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2010 года // Рыбные ресурсы. – 2008. - № 2. – С. 5-11
2. ГОСТ Р 1.4-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения
3. ГОСТ Р 1.5-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения
4. ГОСТ Р 53619-2009 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Технологическая инструкция. Правила построения, изложения, оформления, обозначения, утверждения и регистрации»

ШОКОЛАДНАЯ ПАСТА ИЗ ИРБ ПОЛЯРНОЙ ТРЕСОЧКИ (САЙКИ)

Волкова А. П., Гроховский В. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии пищевых производств, e-mail vividann@mail.ru, v.grokhovsky@mail.ru)

Аннотация. The experimental results of technology of new types of products on the basis of isolate of fish protein from unprofitable hydrobionts are shown in the current work. Factors influencing on the isolate quality during its production are found. They are: the temperature of the suspension holding during hydrolysis, and pH of the suspension. The optimal value of these factors has been found. The recipe and technology of chocolate paste production based on fish protein isolates has been developed. The quality of such a new product is excellent. The quality was evaluated using the complex of organoleptic, physical and chemical characteristics.

Рыба и другие морские животные занимают важное место в питании человека и являются одним из источников животного белка в его рационе.

Установлено, что потребность в белке взрослого человека составляет около 100 – 150 г в сутки, причем примерно половину необходимого количества должны составлять белки животного происхождения. О значительной недостаточности белков в питании населения почти всех стран мира свидетельствуют многочисленные данные.

Многие объекты рыбного промысла по ряду причин не могут быть обработаны по традиционной технологии, хотя мясо их может служить источником полноценного животного белка.

Это послужило отправным моментом для разработки технологии получения таких белковых препаратов, как рыбные белковые концентраты (РБК), гидролизаты рыбного белка (ГРБ), изоляты рыбного белка (ИРБ) [1].

Организация производства рыбных белковых препаратов и продукции на их основе не только решает задачу увеличения доли использования мелкой рыбы на пищевые цели, но и позволяет преодолеть дефицит в белке. Один из реальных путей обеспечить людей полноценными продуктами питания – производство высокобелковых продуктов и использование их для обогащения недостающими аминокислотами различных продуктов питания.

Наиболее ценными белковыми препаратами, вырабатываемыми из тощего рыбного сырья, являются ИРБ. Эти продукты в сухом виде содержат около 88-93,5 % белка. Сфера использования рыбных белковых изолятов широка и многообразна и во многом predetermined на

личием у них ценных функциональных свойств, в первую очередь таких, как растворимость в воде, пенообразующая, эмульгирующая, связующая способность и др. [2].

В качестве основного сырья для производства шоколадной пасты на основе ИРБ была выбрана сайка. Сайка, или полярная тресочка – холодноводная пелагическая рыба семейства тресковых. Численность её остаётся на высоком уровне практически во всех арктических морях. Анализ аминокислотного состава белка мяса сайки позволил сделать вывод, что он является полноценным, лимитирующие аминокислоты в нем практически отсутствуют.

Эксперименты по изготовлению ИРБ проводились следующим образом. После размораживания, разделки, мойки и стекания филе сайки изготавливался фарш, который после трёхкратной промывки гомогенизировался в водном растворе NaOH (рН=8-12) в соотношении 1:4 при температуре от 80 до 100 °С в течение 5 мин. При таких условиях обеспечивается минимальное разложение наиболее лабильных аминокислот (лизина, метионина и цистина) и происходит растворение 80-90 % белка без снижения его качества.

После выдерживания суспензии при 80-100 °С температура понижалась до 60 °С и от раствора белка центрифугированием отделялся осадок, состоящий из костных включений, не растворившихся белковых частиц и др. Затем белок осаждался из раствора в виде творожистого сгустка посредством изменения рН раствором HCl приблизительно до 5,5 и центрифугированием отделялся осадок – изолят рыбный белковый.

В процессе проведения экспериментов по изготовлению ИРБ с целью получения миофибриллярных белков с более высокой степенью очистки, фарш после приготовления подвергался трёхкратной промывке. Первая и третья промывка осуществлялись водой, вторая промывка – 0,5 % раствором пищевой соды (для повышения рН фарша до 7,0). Обработка раствором пищевой соды совместно с промывкой водой позволила снизить содержание жира в фарше на 80%.

В ходе проведённых исследований были установлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на физико-химические показатели белкового изолята. К ним относятся: X_1 – температура выдерживания суспензии (фарш в водном растворе NaOH) при гидролизе, °С; X_2 – рН суспензии.

Проведено математическое планирование экспериментов. В качестве параметров оптимизации приняты следующие физико-химические показатели изолята: Y_1 – выход изолята, %; Y_2 – содержание воды в изоляте, %; Y_3 – растворимость изолята, %; Y_4 – содержание белка в изоляте, %.

На основании данных, полученных в ходе экспериментов, рассчитан обобщённый параметр оптимизации Y для каждого опыта.

При помощи математической обработки данных в программе DataFit 9, получена зависимость обобщённого параметра оптимизации Y от варьируемых факторов: температуры выдерживания суспензии при гидролизе X_1 и pH суспензии X_2 .

В результате обработки данных получено уравнение регрессии, имеющее вид следующего линейного уравнения: $Y=0,84 - X_1 - 0,04 \cdot X_2$.

Решение этого уравнения позволило установить оптимальные значения факторов, влияющих на качество белкового изолята: $X_1=98$ °C, $X_2=11,75$.

Используя значения полученных оптимальных факторов, в ходе последующих экспериментов был изготовлен белковый изолят, имеющий высокое качество по комплексу органолептических и химических показателей.

На основе белкового изолята из мяса сайки в ходе исследований была разработана технология производства шоколадной пасты. Для получения высококачественного продукта, основу которого составил белковый изолят из сайки, была разработана соответствующая рецептура.

Шоколадная паста на основе белкового изолята из мяса сайки является принципиально новым видом продукции, ещё не появившимся на рынке. Пасту можно употреблять как уже в готовом виде, так и в качестве ингредиента при производстве кремов для разнообразных тортов и пирожных.

В соответствии с разработанной методикой был рассчитан уровень качества шоколадной пасты. Полученный продукт считается отличным, поскольку его уровень качества составил 93,4 %.

В настоящее время наблюдается несколько тенденций на рынке шоколадной продукции. Во-первых, за счет роста доходов населения увеличивается потребление шоколадной продукции, а во-вторых, меняются вкусы и предпочтения потребителей, поэтому на рынке все время появляются новые продукты.

Поскольку в последнее время существует серьёзная проблема, связанная с дефицитом белка, то существенным преимуществом шоколадной пасты на основе белкового изолята из мяса сайки, по сравнению с уже существующими на рынке шоколадными пастами, будет являться тот факт, что она значительно превосходит их по содержанию белка и обладает большей пищевой и биологической ценностью.

Полученный по разработанной технологии образец шоколадной пасты был представлен на дегустационном конкурсе, который проводился в рамках двенадцатой Международной рыбопромышленной выставки "Море. Ресурсы. Технологии – 2011". Созданный продукт был удостоен диплома в номинации «За высокотехнологичную разработку», что свидетельствует о значимости инновационной научной разработки.

Выводы:

1. Разработана технология получения изолированного рыбного белка (ИРБ) из мяса сайки.
2. В ходе проведённых исследований установлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на физико-химические показатели белкового изолята - температура выдерживания суспензии при гидролизе и рН суспензии.
3. Получено уравнение регрессии, адекватно описывающее технологический процесс изготовления белкового изолята из мяса сайки, установлены оптимальные значения влияющих факторов.
4. На основе разработанной рецептуры изготовлен опытный образец шоколадной пасты, имеющий высокий уровень качества по комплексу органолептических и физико-химических показателей. Созданный продукт удостоен диплома в номинации «За высокотехнологичную разработку» на Международной выставке «Море. Ресурсы. Технологии-2011»

Литература:

- 1 **Борисочкина Л.И.** Современное состояние обработки рыбы и других гидробионтов: Обзорная информация / Л.И. Борисочкина // ЦНИИТЭИРХ. – 1986. – Вып. 5. – С.25-28. – Сер.: Обзоры по информационному обеспечению целевых научно-технических программ и программ по решению важнейших научно-технических проблем.
- 2 **Борисочкина Л.И.** Изоляторы рыбного белка и рыбные белковые концентраты: Обзорная информация / Л.И. Борисочкина // ЦНИИТЭИРХ. – 1976. – Вып. 5. – С.48-56. – Сер.: Обработка рыбы и морепродуктов.

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ФРИКЦИОННОГО
ДЫМОГЕНЕРАТОРА**

Липин Д.Е. (г. Мурманск, МГТУ, каф. ТМиС, аспирант)
Глазунов Е.А. (г. Мурманск, МГТУ, каф. ТХО, доцент)

В работе рассмотрены теоретические предпосылки для исследования работы дымогенераторов фрикционного типа с целью создания математической модели и экспериментальной установки для определения адекватности данной модели и натурального объекта.

In work theoretical preconditions for work research smokegenerator frictional type for the purpose of creation of mathematical model and experimental

installation for definition of adequacy of the given model and natural object are considered.

При копчении пищевых продуктов дым получают тремя основными способами дымогенерации - тления, трения и парогенерации.

В настоящее время способ генерации дыма тлением с внешним подводом тепла практически не используется из-за значительного расхода электроэнергии.

Способ получения дыма тлением древесного материала без внешнего подвода тепла является наиболее распространенным. Однако этот способ имеет существенные недостатки.

При получении дыма в «паровом» генераторе полученная среда характеризуется низким содержанием смолы, высокой концентрацией легколетучих органических соединений. Однако повышенная влажность коптильного пара ограничивает использование его в основном лишь для изготовления продукции горячего копчения. Органолептические показатели продуктов, изготовленных с применением данной коптильной среды, существенно отличаются от свойств изделий дымового копчения. Например, только после нескольких дней хранения копченая продукция по аромату приближается к изделиям традиционной выработки.

Преимуществом получения дыма путем трения является простота конструкции, быстрое образование дыма, возможность получения дыма с предпочтительными свойствами путем использования в различных сочетаниях разных пород древесины, а также возможность управления и автоматизации процесса дымообразования. К недостаткам фрикционных дымогенераторов следует отнести увеличенный расход электроэнергии и наличие интенсивного шума. Применение фрикционных дымогенераторов является перспективным направлением дальнейшего развития процессов термической обработки пищевых продуктов.

Экспериментальные исследования дымогенераторов трения показали, что мощность устанавливаемых для обеспечения вращения барабана электродвигателей значительно завышена, поскольку в настоящий момент нет методики расчета мощности приводного электродвигателя. Процесс дымогенерации изучен не достаточно и для создания методики расчета фрикционных дымогенераторов требует дополнительных исследований.

В настоящей работе сделана попытка создания математической модели фрикционного дымогенератора и на ее основе экспериментальной установки, для проверки адекватности модели и натурального объекта. При создании модели авторы исходили из предположения, что работа фрикционного дымогенератора аналогична работе подшипника

скольжения сухого или полужидкостного трения в критическом температурном режиме.

Известно, что сухое трение появляется при взаимодействии поверхностей, не разделенных слоем жидкой смазки. В случае очень тонкого слоя жидкости на поверхности (порядка 0,1 мкм) или адсорбированных капель во время взаимодействия возникает граничное трение, переходящее с увеличением толщины смазочного слоя в полужидкостное. При полужидкостном трении поверхности не полностью разделены и могут касаться выступами шероховатости. С увеличением толщины смазочного слоя поверхности полностью разделяются жидкой смазкой и не вступают в контакт друг с другом. Такое трение, определяемое силами вязкости, называется жидкостным.

Работу подшипников без смазки следует рассматривать как взаимодействие поверхностей при сухом трении. В этом случае в отличие от подшипников жидкостного трения контактирующие поверхности не разделены искусственно созданной масляной пленкой, полностью устраняющей контакт между ними. Однако нельзя считать, что не смазанные маслом поверхности вступают в непосредственный контакт друг с другом.

В реальных условиях поверхность материала адсорбирует газы, пары, влагу окружающей среды, а также зачастую бывает покрыта окисным слоем. Даже незначительно присутствие этих веществ существенно изменяет картину трения.

Древесина представляет собой сложный биологический комплекс, состоящий в основном из органических соединений. Около 70 % массы органических веществ древесины приходится на долю углеводов, большая часть (до 50 %) из которой составляют высокомолекулярные полисахариды (целлюлоза), а оставшуюся долю представляют нецеллюлозные полисахариды (гемицеллюлоза). На долю веществ ароматической природы, называемых лигнином, приходится остальная часть (до 30 %) органических соединений.

При термическом разложении древесины выход продуктов обычно колеблется в значительных пределах в зависимости от температуры и продолжительности процесса пиролиза. В среднем для типичных пород древесины получается 30,0-35,0 % угля, 45,0-50,0 % жидкого дистиллята и 15,0-20,0 % газов. Количество отстойной и растворимой смол, выделяющихся при термическом разложении хвойной и лиственной древесины, различно, а выход угля, неконденсируемых газов и воды находится на одном уровне.

Исследование составных частей продуктов пиролиза древесины показало, что уголь в основном представлен нелетучими углеродистыми

продуктами разложения древесины, содержащими адсорбированные на них летучие соединения.

Жидкий дистиллят при отстое разделяется на два слоя: водный (подсмольная вода) и смолы (отстойная или осадочная смола). Подсмольная вода состоит из растворимых в воде продуктов термического разложения древесины, таких как кислоты, спирты, сложные эфиры, альдегиды, кетоны, а также других соединений, концентрация которых значительно ниже перечисленных выше компонентов. В состав подсмольной воды входит растворимая смола, состоящая из веществ углеводного характера и сахаров, а также продуктов конденсации фенолов с альдегидами.

Отстойная смола состоит из продуктов пиролиза древесины, не растворимых в водном дистилляте, и концентрирующихся при отстаивании жижи в виде смоляного слоя. Смола представляет сложную смесь многих органических соединений, состав и содержание которых зависит от условий пиролиза и породы древесины. При термическом распаде лиственной древесины смола является продуктом ее пиролиза, а при распаде хвойных пород — добавляется и природная смола. Поэтому, выход смолы лиственных пород древесины составляет 4,0-6,0 % от водного дистиллята, а для хвойной древесины — 10,0-12,0 %.

Наиболее важной составной частью древесной смолы являются фенолы, доля которых колеблется от 10,0 до 20,0 %. В составе смолы также содержится до 20,0 % оксикислот.

Газообразные продукты пиролиза древесины состоят из неконденсирующихся газов и легколетучих соединений, а также веществ с высокой температурой кипения, увлекаемых газами. В процессе термического распада древесины состав газов постоянно меняется (таблица 2). Например, в интервале температур от 150 до 280 °С выделяются в основном СО и СО₂. При дальнейшем повышении температуры содержание окиси и двуокиси углерода заметно снижается, а концентрация водорода и углеводородов типа метана увеличивается. Максимальное количество углеводородов наблюдается при температурах порядка 380-500 °С, а водорода — 700-900 °С, причем его доля в этих условиях составляет более 80,0 %.

При термическом разложении из отдельных составных частей древесины образуются различные химические вещества (целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина). Интенсивный распад целлюлозы начинается при температурах порядка 270 °С и сопровождается выделением газообразных и жидких продуктов.

В условиях работы пары трения всухую, окисные слои и адсорбированные газы предотвращают контакт, выступая в роли сухой смазки. Таким же образом действуют и специально внесенные в зону трения

твердые и газообразные вещества, разделяющие контактирующие поверхности и уменьшающие трение и износ. В связи с этим сухое трение в реальных условиях следует рассматривать как взаимодействие трущихся поверхностей с твердыми и газообразными смазками, что целиком относится к подшипникам самосмазывающимся и подшипникам сухого трения. Исходя из сказанного, можно сделать предположение, что работу фрикционного дымогенератора можно рассматривать как работу подшипника скольжения граничного или сухого трения.

Целью расчета подшипника сухого трения является установление допустимых значений действующей нагрузки, скорости скольжения, температуры и других параметров и их соответствия физико-механическим свойствам выбранных материалов пары трения при принятых геометрических соотношениях, обеспечивающих наибольший срок службы и достаточно высокие антифрикционные свойства. При конструктивной разработке машины или агрегата определяются нагрузка, действующая на подшипник (реакция в опоре), N (Н), диаметр шейки вала d (в м) и частота вращения вала n (об/мин). Кроме этих величин из технического задания на проектирование известными являются окружающая среда и ее свойства, температура окружающей среды, вид нагрузки (спокойная, ударная, вибрационная и т. п.).

За критерий прочности или несущую способность подшипника принимают среднее давление

$$p = N/S,$$

где S - расчетная площадь контакта, условно принимаемая равной площади проекции подшипника, см^2 ,

$$S = ld.$$

Подставляя (1е) во (2е), имеем

$$p = N/(ld).$$

Критерий прочности ($\text{кгс}/\text{см}^2$) определяется зависимостью

$$p \leq [p]$$

где $[p]$ - предельно допустимое давление для выбранного материала подшипника.

Величина предельно допустимого давления для каждого материала определяется экспериментально и характеризует начало катастрофического разрушения, сопровождающегося интенсивным износом при принятой постоянной скорости скольжения. Как показывают испытания, с увеличением скорости скольжения предельно допустимое давление падает в основном из-за повышения температуры в зоне контакта и изменения, вследствие этого, физико-механических свойств материала. Поэтому несущая способность подшипника ограничивается также

предельно допустимой скоростью скольжения $[v]$. Несущая способность $p = 0$, когда скорость скольжения

$$v \geq [v].$$

Величина $[v]$ для каждого материала также определяется экспериментально.

Связь между допустимой скоростью скольжения $[v]$ и сроком службы подшипника T можно установить, используя формулу И. В. Крагельского для интенсивности изнашивания трущейся поверхности, определяемой как объем материала ΔV , удаленный с единицы номинальной поверхности на единице пути трения,

$$I_h = \Delta V / (A\alpha L), (*)$$

где $A\alpha$ - фактическая площадь контакта подшипника (деревянного бруска в нашем случае) и вала;

L - путь трения;

$$\Delta V / A\alpha = \Delta h (**)$$

где Δh - средняя толщина изношенного слоя:

$$I_h = \Delta h / L$$

$$L = [v]T. (***)$$

Подставляя значения величин из этих формул (**), (***) в формулу (*), получим для срока службы подшипника (T) выражение

$$T = \Delta h / (I_h \cdot [v])$$

В формуле этой принимают Δh за линейный износ, характеризующийся изменением размера подшипника в направлении, перпендикулярном валу.

Интенсивность изнашивания I_h для данной пары трения материалов устанавливается экспериментально на машинах трения в условиях, максимально приближенных к эксплуатационным или в промышленных условиях при испытаниях оборудования.

Момент сил трения в подшипниках сухого трения зависит от угла контакта ϕ шейки вала (барабана дымогенератора) и подшипника (деревянного бруска), длины l и диаметра d и функции распределения давления p . При уменьшении каждой из этих величин трение уменьшается. Приближенно значение момента трения может быть определено по формуле:

$$M_{тр} = (\pi/2) f N (d/2) = f_{ц} N (d/2)$$

где $f_{ц}$ — приведенный коэффициент трения, который для практических расчетов принимается по формуле $f_{ц} = (1,1 \div 1,3) \cdot f$.

Нормальный тепловой режим при установившейся работе подшипника обеспечивает стабильность физико-механических свойств материалов пары трения геометрических размеров подшипника и является

основным фактором надежности, долговечности и необходимого срока службы.

Количество выделившегося при работе подшипника тепла находится по формуле

$$Q_1 = F \cdot v / 427$$

где F - сила трения, кгс;

v - скорость скольжения шейки, м/с;

$1/427$ - тепловой эквивалент механической энергии, ккал/(кгс·м).

$$Q_1 = (l \cdot df / 427) p v$$

Если принять, что коэффициент трения при установившемся движении величина постоянная, то из этого выражения следует

$$Q_1 = C \cdot p \cdot v$$

где $C = (l \cdot df / 427) = \text{const}$

Важным критерием при расчете сухого трения является критерий теплостойкости - допустимое значение произведения давления на скорость скольжения $[pv]$, кгс·м/(см²·с), которое характеризует увеличение температуры вследствие тепловыделения во время трения. Поскольку количество тепла Q_1 , пропорционально длине подшипника l , то для уточнения выбранной длины l требуется соблюдение условия

$$pv \leq [pv].$$

Значение $[pv]$ получают экспериментально в определенных условиях теплоотвода и при соответствующей им температуре. Испытания образцов материалов и подшипников производят на машинах трения со ступенчатым повышением нагрузки при постоянной скорости скольжения. С увеличением нагрузки наступает такой момент, когда не могут быть получены устойчивые значения температуры в зоне контакта или коэффициента трения при продолжении эксперимента или наблюдаются признаки катастрофического изнашивания. Максимальное давление, умноженное на скорость скольжения, принятую в данном эксперименте, соответствует допустимой величине критерия теплостойкости $[pv]$. Значение $[pv]$ для каждого материала обычно приводится в виде справочных данных для расчета.

Для получения окончательных выражений характеризующих работу фрикционного дымогенератора ($[p]$, $[v]$, I_h , $[pv]$, $M_{тр}$) и создания методики его расчета, на кафедре ТХО создана экспериментальная установка, которая успешно прошла предварительные испытания. После проведения комплекса экспериментов, результаты их будут вынесены на обсуждение.

Литература:

1. **Воронков Б.Д.** «Подшипники сухого трения», Ленинград 1968г
2. **Воронков Б.Д.** «Подшипники сухого трения, издание 2-е», Ленинград 1968г.
3. *Подольский М.Е.*, «Подшипники качения», Ленинград, 1968г
4. **Самойлова Н.П.** «Подшипники сухого трения (без смазки)», Москва 1969г

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ФИЛЬТРАЦИИ МОДЕЛЕЙ РЫБЫ В МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ МОДЕЛИ РЫБООХЛАДИТЕЛЯ

Голубев Б. В., Шутов А. В., Кобылянский И. Г. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологического и холодильного оборудования*)

Аннотация. В статье описана новая конструкция модели универсального судового рыбоохладителя, и предложен новый метод определения гидродинамического сопротивления через слои моделей рыб разной геометрической формы.

Abstract. In clause the new design of model of a universal ship cold for a fish is described, and is offered new method of hydro dynamical resistances through layer of the fish models of the different geometric form.

Введение

Рыбохозяйственный комплекс нашей страны в настоящее время находится в стадии затяжного кризиса, поэтому проблема сохранения высокого качества рыбного сырья на рыбопромысловых судах является весьма актуальной. И одним из звеньев этого рыбохозяйственного комплекса является предварительное охлаждение рыбы непосредственно после ее вылова в судовых рыбоохладителях рыбопромысловых судов. Еще в начале 1960 годов, как в Советском Союзе, так и за рубежом строилось для нас большое количество рыбопромысловых судов, и плавучих консервных заводов, плавбаз, большинство из которых имело промвооружение для непосредственного промысла (лова) рыбы и ее переработки, предварительного охлаждения, заморозки хранения. Небольшая часть этих судов еще продолжает эксплуатироваться.

Так, например, большая серия морозильных траулеров типа РТМ «Атлантик» начала строиться в 1966 году на «Фольксверфи» ГДР в городе Штральзунде, а начиная с 1970 на этой же верфи стали строить более совершенные рыболовные траулеры РТМ типа «Атлантик 2». С конца 1970 годов на этой же верфи ГДР начала строить для нас еще более совершенные рыболовные траулеры проекта «Атлантик 488». Первый из этой серии суператлантик «Монзунд». Все суда этих серий были оборудованы более совершенными высокоэффективными судовыми рыбоохладителями. На каждом судне этих серий устанавливались четыре рыбоохладителя, бункера (цистерны) которых вмещали 46 м³ морской воды и 24 тонны рыбы, т.е. в каждом бункере предварительно охлаждалось 11-12 тонн морской воды, а затем в ней охлаждалось 6 тонн только что выловленной рыбы, которая подавалась непосредственно из трала через горловину люка в предварительно охлажденную морскую воду. Бункера рыбоохладителей имеют наклонный слип, по которому рыба скатывается в активную зону охлаждения. Однако на слипе в охлажденной морской воде остается большое количество рыбы, а эта зона наклонного слипа находится вне активной зоны охлаждения, поэтому в ней рыба плохо охлаждается. В 70-80 годы прошлого столетия на кафедре технологического оборудования и холодильных установок проводились гидродинамические исследования моделей рыбоохладителей подобных тем, которые установлены на РТМ типа «Атлантик 2» и суператлантик «Монзунд» [1] в результате этих исследований удалось создать модели рыбоохладителей, где явления застоя охлаждения воды и рыбы полностью исключались. Эти конструкции были защищены авторскими свидетельствами, а также были написаны три кандидатских диссертации, две из которых были защищены.

Однако до настоящего времени нет достоверных сведений о гидродинамическом сопротивлении охлаждающей воды фильтрующей через слои рыбы в бункерах рыбоохладителей. Были проведены исследования на моделях рыбы изготовленной из парафина одного и того же геометрического размера. Модели рыб в исследованиях должны быть во первых разной геометрической формы, а второе должны быть эластичны как натурная рыба. Для проведения этих исследований были разработаны две модели рыбоохладителя, защищенные двумя патентами. Однако более подходящей моделью является модель, описание которой приведено в этой работе. Данная конструкция также заявлена в патентный отдел МГТУ для рассмотрения в Госкомитете по делам изобре-

ний. В настоящее время корпус этой последней модели рыбоохладителя полностью изготовлен.

Устройство модернизированной модели рыбоохладителя.

Модель устройства рыбоохладителя (рис.1) содержит емкость 1 с решеткой и сеткой 2, на которой лежит слой моделей рыбы. Емкость 1 с помощью патрубков 3 и 4 соединена с подающими и сливными трубопроводами, а непосредственно через вентили 5 и 6 с системой двух горизонтальных трубопроводов, которые поочередно могут быть или подающими или сливными трубопроводами. На вертикальном напорном трубопроводе вверху имеется регулирующий вентиль 10, а ниже расположена муфта 14, при разьеме которой напорный вертикальный трубопровод можно удлинить и тем самым увеличить напор охлаждающей воды для увеличения скорости её фильтрации через слои рыбы. Вверху вертикального напорного трубопровода находится напорный ресивер 12, в который охлаждающая вода подается через трубопровод и отсечный вентиль 11 из водопровода или из специальной насосной системы. Вверху напорный ресивер имеет переливной трубопровод 13, по которому избыток охлаждающей воды сливается в канализацию и тем самым в напорном ресивере поддерживается постоянный уровень охлаждающей воды. Вентиль 7 разделяет сливную и подающую напорную систему трубопроводов. Эту же роль выполняет и вентиль 20. С помощью вентилей 8 и 9 отработавшую холодную воду можно сливать из верхней трубчатой магистрали в сливную емкость 18 или в мерную емкость 19. С помощью вентилей 8 и 9 отработавшую холодную воду из нижней трубопровода магистрали можно также сливать в сливную емкость 18 или в мерную емкость 19. Емкость 1 установлена на двух двутавровых опорах 17. Пьезометры для измерения потери напора охлаждающей воды размещены в позициях 16. Горловина 15 на крышке емкости 1 имеет фланец с отверстиями под болты и при подаче охлаждающей воды сверху горловину 15 необходимо герметично закрывать сверху крышкой с герметизирующей прокладкой и болтовыми соединениями.

Принцип действия модернизированной модели рыбоохладителя.

Модель рыбоохладителя работает следующим образом.

А. Осуществляется обратная циркуляция воды (против часовой стрелки) через горловину 15 емкости 1 загружаются модели рыбы на сетку с решеткой 2 слоем определенной высоты, которая в исследованиях будет изменяться. При закрытых вентилях 5 и 6 емкость 1 заполняется охлаждающей водой до уровня ниже патрубка 4. Открываются вентили 11 на водопроводе и происходит заполнение напорной емкости 12 охлаждающей водой. После ее наполнения охлаждающей водой открываются вентили 10 и 7. После чего на небольшой отрезок времени

открывается сливной вентиль 9 и из вертикального напорного трубопровода охлаждающая вода вытесняет воздух. Затем открывается вентиль 5 и охлаждающая вода начинает поступать в емкость 1. Для слива воды открываются вентили 6 и 8, а вентиль 20 остается закрытым. Через сливной вентиль 8 воду можно сливать в сливную емкость 18 или в мерную емкость 19. Пьезометры 16 показывают потерю напора охлаждающей воды фильтрующейся через слой моделей рыбы. Регулирующим вентилем 10 можно отрегулировать нужную подачу охлаждающей воды.

В. Для осуществления прямой циркуляции воды (по часовой стрелке) через горловину 15 емкости 1 загружают модели рыбы на сетку с решеткой 2 слоем нужной для исследования высоты. При закрытых вентилях 5 и 6 емкость 1 заполняется охлаждающей водой до уровня несколько ниже патрубка 4. Горловина 15 герметично закрывается крышкой. Открывается вентиль 11 для наполнения напорной емкости 12 охлаждающей водой до уровня перелива воды через переливной патрубок 13. После чего открывается регулирующий вентиль 10, 20 и 6. Охлаждающая вода начинает заполнять емкость 1. После чего открываются вентили 5 и сливной 9. Отработавшая вода начинает сливаться в сливную емкость 18 или в мерную 19. Регулирующим вентилем 10 регулируем наружную подачу охлаждающей воды на процесс ее фильтрации через слой моделей рыбы. Пьезометры 16 показывают потери напора фильтрации охлаждающей воды через слой моделей рыбы.

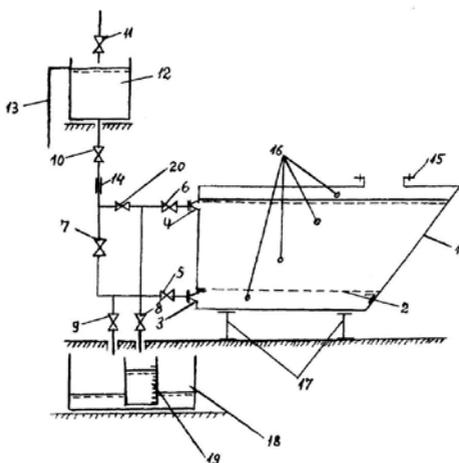


Рис.1. Модель рыбоохлаждителя для осуществления циркуляции охлаждающей воды через слои рыбы.

Заключение

Проводимые исследования позволяют на модели рыбоохладителя получить данные, которые с помощью теории подобия можно распространить на натуральные рыбоохладители.

Литература:

1. **Голубев Б.В., Шутов А.В., Кобылянский И.Г.** Исследование гидродинамики охлаждающей морской воды в судовых рыбоохладителях методом электрогидравлических аналогий. Материалы Международной научно-практической конференции "Техника и технологии переработки гидробионтов и сельскохозяйственного сырья", посвященная памяти профессора Николая Нестеровича Рулева (24-25 апреля 2008 г.).
2. **Голубев Б. В.** Анализ энергетических затрат на охлаждение рыбы в судовых рыбоохладителях // Холодильная техника. 1971. № 4.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИТЕРИЯ «ЖЁСТКОСТЬ РЕЖИМА ПОСОЛА» В ТЕХНОЛОГИИ СОЛЁНОЙ РЫБЫ

Гроховский В. А., Волченко В. И. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТПП
v.grokhovsky@mail.ru, daesher@mail.ru)

Annotaton. The criterion of “drying regime severity” is used in the technology of fish dehydration. This criterion influences objectively on the mass-exchange processes intensity. The suggested criterion called “salting process severity” plays an essential role in hydrobiont salting process intensification.

Для характеристики комплексности факторов, влияющих на интенсивность протекания различных процессов в пищевых и других производствах, нередко вводят такой показатель, как жёсткость режима.

В частности, для режимов сушки гидробионтов введён критерий «жёсткость режима», который объективно влияет на интенсивность обезвоживания полуфабриката, хорошо вписывается в математические зависимости при определении влажности объекта в пересчёте на сухую массу в течение определённого временного периода сушки [1]. Кроме того, данный критерий является надёжным параметром регулирования данного процесса, особенно в случае программирования и компьютер-

ного сопровождения обезвоживания в промышленных сушильных установках.

$$X_p = t \left(1 - \frac{1}{\varphi} \right),$$

Где X_p – жёсткость режима сушки;

t – температура, °С;

φ – относительная влажность, %

Предлагается аналогичный показатель жёсткость режима ввести и для процесса посола рыбы, который, несмотря на его сложность и многофакторность, может иметь определённую зависимость (с позиции интенсификации) от таких факторов, как концентрация, температура и скорость циркуляции солевого раствора, в котором находится объект просаливания. Этот комплексный показатель можно определять по следующей эмпирической формуле:

$$X_{\text{ПОС}} = C_{\text{СР}} / 100 \cdot T^0 (1 + K_{\text{вц}})$$

где:

$C_{\text{СР}}$ – концентрация солевого раствора, %;

T^0 – температура раствора, ° Кельвин;

$K_{\text{вц}}$ – коэффициент циркуляции (при отсутствии циркуляции $K_{\text{вц}} = 0$; при скорости циркуляции от 0,1 до 0,5 м/с $K_{\text{вц}} = 0,5$; свыше данного значения $K_{\text{вц}} = 0,8$)

Таким образом, в соответствии с данной формулой

$X_{\text{ПОС макс}} = 0,26 \times 283 \times 1,8 = 132,4$; $X_{\text{ПОС мин}} = 0,05 \times 273 \times 1 = 13,7$;

$X_{\text{ПОС ном1}} = 0,25 \times 288 \times 1 = 72$; $X_{\text{ПОС ном2}} = 0,12 \times 278 \times 1 = 33,4$

Предлагаемый критерий «жёсткость режима посола», безусловно, можно использовать для интенсификации просаливания рыбы и других пищевых продуктов с учётом способа посола, особенностей сырья, в частности, химического состава и других факторов.

Данный критерий органично впишется в расчётные формулы по определению продолжительности или скорости просаливания гидро-

бионтов, и, соответственно, позволит с более высокой степенью точности рассчитывать временные режимы этого сложного массообменного процесса.

Вывод

Предложен критерий «жесткость режима посола», включающий такие факторы, как концентрация, температура и скорость циркуляции солевого раствора, играющие существенную роль в интенсификации процесса просаливания гидробионтов.

Литература:

1. **Ершов, А.М.** Определение коэффициентов диффузии флаги в рыбе при обезвоживании/А.М. Ершов, М.А. Ершов, А.А. Мазанников./ Мурманск, МГТУ, Вестник МГТУ, 2004, Т.7, № 1 с. 31-34.

К ВОПРОСУ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОЖЕВЕННОГО СЫРЬЯ ИЗ ШКУРЫ ФОРЕЛИ

Гроховский В. А., Пузанова Е. К. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра «Технологии пищевых производств», e-mail: V.Grokhovsky@mail.ru; katerinka488@yandex.ru.*)

Annotation. In connection with increasing volume of fish products production and aquacultural object's breeding there is an opportunity to accumulate and process fish skins with further high qualitative leather making. Trout's skins, which possess especial firmness, ecological rationality and aesthetic attractiveness present the biggest interest from this point. So, technological scheme, allowed to make an experimental sample of dyed leather from trout's skins, was worked out.

Прогноз Комитета ФАО при ООН свидетельствует о том, что к 2025 г. производство рыбо- и морепродуктов увеличится на 50 %, что неизбежно скажется на росте рыбоперерабатывающей индустрии в мировом масштабе. [1]. В подобных условиях рациональное использование рыбного сырья, реализация комплексного подхода к его переработке с изготовлением пищевой, кормовой, технической продукции и биологически активных веществ являются стратегическим направлением развития рыбохозяйственного комплекса России (Концепция развития рыбного хозяйства РФ на период до 2020 г.).

В рыбоперерабатывающей промышленности возросла доля производств, предусматривающих обесшкуривание рыбы-сырца при изготовлении мороженой рыбы спецразделки, филе, соленой, провесной, балычной и пресервной продукции, некоторых видов консервов, рыбного фарша и широкого спектра фаршевой продукции. Появилась возможность собирать и накапливать шкуры рыб в объемах, приемлемых для организации их промышленной переработки. [2].

Учитывая, что шкуры рыб состоят, в основном, из коллагена и эластина-соединительнотканых белков, малоценных в пищевом отношении, их направляли на производство кормовой муки и клея, однако в современных условиях более актуальным становится новое направление переработки с изготовлением высококачественной рыбной кожи. [3,4].

При изучении отечественного и мирового опыта отмечен возрастающий интерес к технологиям рыбных кож, научное обоснование производства которых заложено в трудах отечественных и зарубежных ученых (Кей М., 1929; Гельман Л.Е., 1933; Браун А. М., 1952; Кочарова Е. А., 1953; Безак А., 1988; Петриченко Л.К., 1994; Купина Н.М., 1995; Чурсин В.И., 1998; Дормидонтова О.В., 2000; Сколков С.А., 2004 и др.).

Однако в указанной литературе нигде не упоминается об использовании в качестве кожевенного сырья таких ценных видов рыб, как кета, белуга, кумжа, минога и др. Наибольший интерес из неиспользованных в вышеупомянутых источниках видов рыб с точки зрения сырья для производства кож представляют шкуры форели, обладающие особой прочностью, экологической рациональностью и, несомненно эстетической привлекательностью. Актуальность использования этого представителя семейства лососевых подтверждается озвученными в средствах массовой информации планами руководителей и специалистов рыбоводного предприятия ЗАО «Русский лосось» об увеличении объемов выращивания форели до 10-15 тысяч тонн в год. А это, в свою очередь является хорошей предпосылкой для разворачивания промышленного производства высококачественного кожевенного сырья и готовой продукции из данного вида рыб.

Таким образом, целью настоящей работы является установление возможности изготовления окрашенной кожи из шкур форели.

Для реализации цели была разработана технологическая схема изготовления кожи из шкур форели, которая включает в себя следующие операции: разделку, отделение шкуры, отмоку, мездрение, золение, двухэтапное обеззоливание, пикелевание, дубление, обезжиривание, крашение и отделочные операции.

В результате проведенного эксперимента получена окрашенная кожа, выработанная из шкур форели и отвечающая требуемым товароведческим характеристикам.

Вывод

В соответствии с разработанной технологией изготовлен образец окрашенной кожи из шкур форели.

Литература:

1. www.fao.org.ru
2. **Сколков С.А.** Разработка технологии кожи из шкур рыб Волго-Каспийского бассейна: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / С.А. Сколков. - М.: ФГУП «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», 2004.- 25 с.
3. **Киладзе А.Б.** Товароведная характеристика и оценка показателей качества шкур атлантического лосося как нового вида кожевенного сырья: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / А. Б. Киладзе. - М., 2006. - 21 с.
4. Перспективы использования верхних покровов пресноводных рыб / Л.П. Чудинова // Рыбпром. – 2009. - № 4. – С.28-32.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ДИФФУЗИОННЫХ СВОЙСТВ РЫБЫ ПРИ ОБЕЗВОЖИВАНИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ СУШИЛЬНОГО АГЕНТА, ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ И НАЧАЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ РЫБЫ

Ершов М. А., Ершов А. М. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологий пищевых производств, erшовma@mstu.edu.ru*)

Abstract. The diffusion coefficients of moisture in the fish during dehydration. Regularities of changes in these factors depending on the operating parameters of drying agent, the geometric dimensions and the initial moisture content of fish.

Рыба при холодной сушке теряет влагу на протяжении всего процесса. Графически изменения влажности рыбы в течение процесса обезвоживания представляются кривыми кинетики. Под кинетикой процесса сушки понимают изменение среднего влагосодержания u в зависимости от продолжительности процесса τ . Кривые кинетики обезвоживания рыбы по форме схожи с аналогичными кривыми других пищевых мате-

риалов, тем не менее, имеются и некоторые отличия. С течением времени уменьшается интенсивность потерь влаги при постоянных режимных параметрах процесса сушки. На кривых кинетики сушки можно выделить критические точки K_1 и K_2 , соответствующие первой ω_{k1} и второй ω_{k2} критическим влажностям. Критические точки возникают при завершении удаления влаги с меньшей энергией связи и началом удаления влаги более сильно связанной. Особенность кривых кинетики сушки рыбы - возникновение критической точки K_2 при удалении микрокапиллярной влаги (1). В процессе обезвоживания рыбы происходит сужение микрокапилляров и соответственно увеличивается энергия связи влаги с материалом. При достижении критической точки K_2 энергия связи влаги существенно возрастает. Процесс сушки после точки K_2 значительно замедляется.

Продолжительность обезвоживания τ зависит от начальной влажности рыбы ω_0 , геометрических размеров (удельной поверхности s/m), температуры t , относительной влажности сушильного агента φ и скорости его движения v . Влияние режимных параметров (температура, относительная влажность) сушильного агента на продолжительность сушки можно учитывать через единый безразмерный параметр – жесткость режима: $X_p = t(1 - \varphi/100)$. При сушке рыбы скорость движения сушильного агента выше 2 м/с не оказывает какого-либо значительного влияния на интенсивность процесса обезвоживания (1). В этом случае можно записать $\tau = f(\omega_0, s/m, X_p)$.

При обезвоживании происходит изменение диффузионных свойств рыбы, вызванные усадкой ее тканей по мере сушки. Диффузионные свойства учитываются коэффициентом теплопроводности влагопереноса (диффузии влаги) a_m . Коэффициенты диффузии влаги непостоянны в течение всего процесса. По мере обезвоживания коэффициенты диффузии влаги уменьшаются. Существуют зависимости между коэффициентом диффузии влаги a_m и текущей влажностью рыбы $a_m = f(\omega)$. Установлена взаимосвязь между отношениями $\omega/\omega_{k1} \cdot \omega/\omega_{k2}$ и $a/a_{mk1} \cdot a/a_{mk2}$. Отсюда следует, что коэффициенты диффузии влаги будут зависеть от химического состава сырья, режимных параметров и, вероятно, от геометрических размеров тела.

Поэтому изучение закономерностей изменения коэффициентов диффузии влаги в рыбе в зависимости от режимных параметров сушильного агента, геометрических размеров и начальной влажности рыбы является актуальной задачей. Изменяя один из факторов, а остальные, поддерживая постоянными, можно оценить степень влияния на величину коэффициента диффузии каждого из них. Экспериментальное нахождение данных зависимостей сдерживается трудоемкостью работ и

сложностью подбора образцов с одинаковыми параметрами для исследования. Разработана методика расчета коэффициентов потенциалопроводности массопереноса с помощью численных методов (2, 3). Методика позволяет без экспериментальных работ находить коэффициенты диффузии влаги при обезвоживании филе рыбы с различной начальной влажностью и для разных режимных параметров.

1. Влияние на изменения величины a_m начальной влажности рыбы ω_0 . На рис.1 представлены кривые кинетики обезвоживания рыбы для различной начальной влажности ω_0 при $X_p = 12$, $s/m = 0,23 \text{ м}^2/\text{кг}$. С увеличением начальной влажности рыбы, при постоянных удельной поверхности и жесткости режима, продолжительность процесса сушки увеличивается. На рис. 2 изображены зависимости коэффициентов потенциалопроводности массопереноса от текущей влажности рыбы. На данных кривых отмечены начало процесса (точки K_0) и критические точки K_1 и K_2 . Точка K_1 возникает на кривых сушки в момент окончания первого периода обезвоживания, который характеризуется постоянной скоростью сушки. Точка K_2 возникает на кривых сушки, когда микрокапилляры мяса рыбы значительно сужаются (1), при этом возрастает энергия связи влаги с материалом, а скорость сушки существенно замедляется. Наблюдается различный характер кривых, характеризующих изменения коэффициентов диффузии влаги в зависимости от текущей влажности рыбы. Уменьшение коэффициентов диффузии по мере обезвоживания происходит менее интенсивно для рыбы с высоким содержанием начальной влаги. В начале процесса для рыбы с большей начальной влажностью коэффициенты диффузии влаги в точках K_0 (рис. 2) имеют по своей величине более низкие значения, чем таковые при обезвоживании рыб с меньшей начальной влажностью.

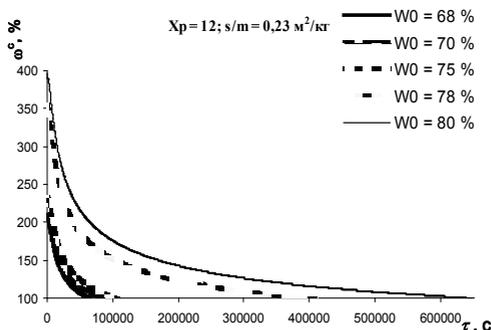


Рис.1 – Зависимости $\tau = f(\omega^0)$ для различной начальной влажности ω_0 при $X_p = 12$, $s/m = 0,23 \text{ м}^2/\text{кг}$

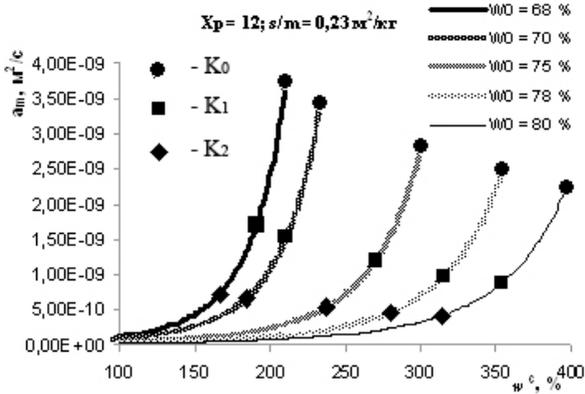


Рис.2 – Зависимости $a_m = f(\omega^0)$ для различной начальной влажности ω^0 при $X_p = 12, s/m = 0,23$

Это можно объяснить тем, что вероятно размеры большей части пор и капилляров у рыб с повышенной начальной влажностью меньше, чем таковые у рыб с меньшей начальной влажностью.

2. **Влияние на величину коэффициента диффузии влаги a_m жесткости режима X_p .** На рис. 3 представлены кривые кинетики обезвоживания филе сардинеллы для различной жесткости режима при $\omega_0^0 = 67,8 \%$, $s/m = 0,23 \text{ м}^2/\text{кг}$. При повышении жесткости режима происходит интенсификация процесса обезвоживания. Кривая кинетики при жесткости режима $X_p = 27$ (рис. 3) имеет самый высокий темп обезвоживания по сравнению с режимами при X_p равном 8 и 14.

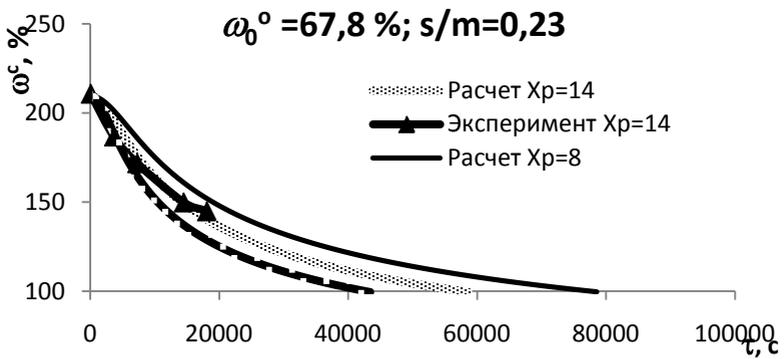


Рис.3 – Зависимости $\omega^c = f(\tau)$ филе сардинеллы для различной жесткости режима при $\omega_0^0 = 67,8 \%, s/m = 0,23 \text{ м}^2/\text{кг}$

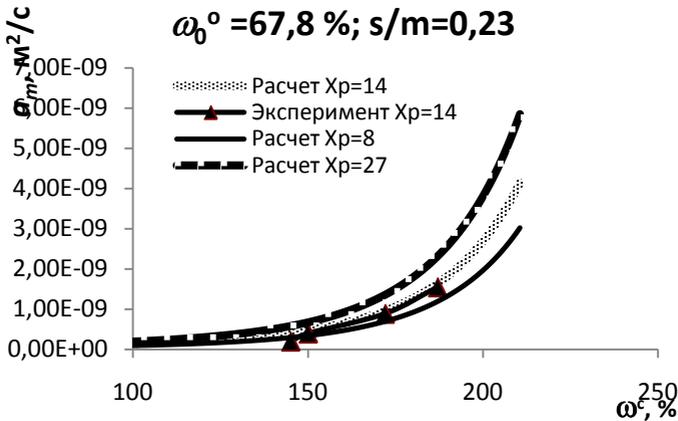


Рис.4 – Зависимости $a_m = f(\omega^0)$ филе сардинеллы для различной жесткости режима при $\omega_0^0 = 67,8 \text{ \%}$, $s/m = 0,23 \text{ м}^2/\text{кг}$

Для достоверной оценки функций $\omega^0 = f(\tau)$ и $a_m = f(\omega^0)$, полученных расчетным путем, аналогичные зависимости были найдены на основе экспериментальных данных при жесткости режима $X_p = 14$. Очевидно, что кривые, построенные расчетным путем и на основе данных эксперимента, практически совпадают (рис. 3 и 4). Это подтверждает адекватность разработанного расчетного способа для построения кривых обезвоживания и нахождения коэффициентов диффузии влаги с использованием численных методов.

На рис. 4 изображены зависимости коэффициентов потенциалопроводности массопереноса от текущей влажности рыбы при различных жесткостях режима. Зависимость $a_m = f(\omega)$ построенная для процесса обезвоживания при $X_p=27$ имеет более высокие значения коэффициентов диффузии влаги по сравнению с кривыми при $X_p=14$ и $X_p=8$.

Увеличение коэффициентов диффузии влаги при больших жесткостях режима, вероятно можно объяснить следующим. При больших жесткостях режима температура высушиваемого материала выше. Поэтому возрастает «броуновское» движение молекул воды в капиллярах. Следовательно, и коэффициенты диффузии влаги должны быть выше. На увеличение коэффициентов потенциалопроводности массопереноса влаги с возрастанием температуры материала указывалось в работах А.В. Лыкова, А.С. Гинзбурга, В.П. Дубровского и др.

3. Влияние на величину коэффициента диффузии влаги a_m удельной поверхности s/m .

На рис. 5 представлены кривые кинетики обезвоживания филе путассу для различной удельной поверхности s/m при $\omega_b^0 = 67,8 \%$, $X_p = 27$.

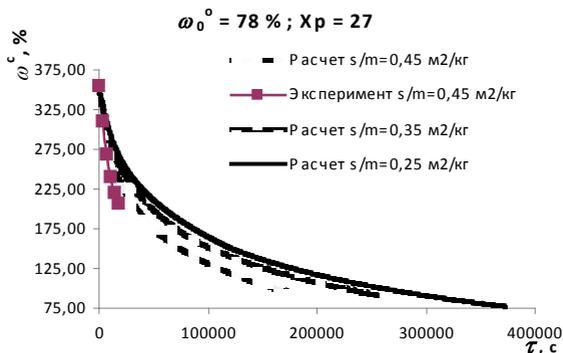


Рис. 5 – Зависимости $\tau = f(\omega^c)$ филе путассу для различной удельной поверхности при $\omega_b^0 = 78 \%$, $X_p = 27$

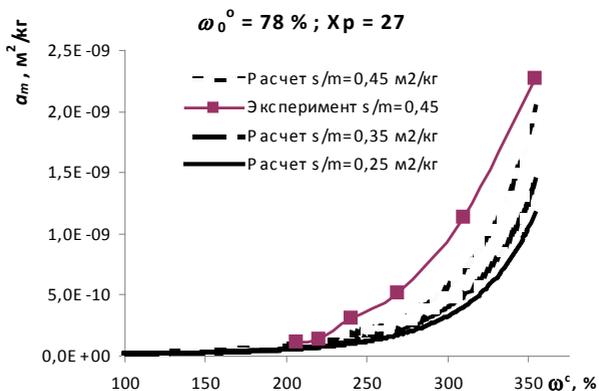


Рис.6 – Зависимости $a_m = f(\omega^c)$ филе путассу для различной удельной поверхности при $\omega_b^0 = 78 \%$, $X_p = 27$

Естественно, что чем больше поверхность для массообмена, тем интенсивнее идет обезвоживание рыбы. Поэтому кривая кинетики при $s/m = 0,45 \text{ м}^2/\text{кг}$ (рис. 5) имеет самый высокий темп обезвоживания по сравнению с таковым для удельных поверхностей $s/m = 0,25 \text{ м}^2/\text{кг}$ и $s/m = 0,35 \text{ м}^2/\text{кг}$.

На рис. 6 изображены зависимости коэффициентов потенциалопроводности массопереноса от текущей влажности рыбы для различной удельной поверхности филе путассу. Зависимость $a_m = f(\omega)$ построенная для филе путассу с удельной поверхностью $s/m = 0,45 \text{ м}^2/\text{кг}$ имеет более высокие значения коэффициентов диффузии влаги по сравнению с образцами с удельной поверхностью $s/m = 0,35 \text{ м}^2/\text{кг}$ и $s/m = 0,25 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Некоторое увеличение значений коэффициентов диффузии влаги для рыб с большей удельной поверхностью, на наш взгляд, можно объяснить следующим. У образцов рыб с большей удельной поверхностью полутолщина или радиус (для объектов по своей форме приближающихся к цилиндру) меньше, чем у образцов с меньшей удельной поверхностью. Поэтому молекула воды при ее перемещении от центра к поверхности преодолевает меньшее сопротивление. Отсюда, вероятно, несколько большие значения коэффициентов диффузии влаги для образцов с более развитой удельной поверхностью при прочих равных условиях.

Заключение. Разработанная методика расчета коэффициентов диффузии влаги в рыбе при обезвоживании применима для процессов холодного копчения и вяления.

Методика позволяет, не проводя экспериментальных работ, находить закономерности изменений диффузионных свойств рыбы при обезвоживании в зависимости от режимных параметров сушильного агента, геометрических размеров и начальной влажности рыбы. Имеется перспектива использовать данный метод при проектировании энергоэффективных режимов обезвоживания рыбы.

Литература:

1. **Ершов, А. М.** Развитие и совершенствование процессов холодного копчения на основе интенсификации массопереноса влаги и копильных компонентов : дис. ... д-ра. техн. наук / А. М. Ершов ; МГАРФ. - Мурманск, 1992. - 250 с.
2. **Ершов, М. А.** Совершенствование методов расчета обезвоживания в процессах холодного копчения и вяления рыбы: автореф. диссертации на соискание уч. степени канд. техн. наук. Спец. 05.18.12 / М.А.Ершов. - Мурманск: МГТУ, 2007. - 23 с.
3. **Ершов, М. А.** Методика расчета кривых кинетики и динамики обезвоживания в процессах вяления и холодного копчения рыбы / М. А. Ершов, А. М. Ершов, О. А. Николаенко // Вестник МГТУ : Труды Мурман. гос. техн. ун-та. - Мурманск, 2010. - Т. 13, № 4/2. - С. 947-950.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ МОДУЛЯ ВЯЛЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ КОПТИЛЬНО-СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Ершов М. А., Похольченко В. А. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологий пищевых производств, ershovma@mstu.edu.ru кафедра технологического и холодильного оборудования, decthf@yandex.ru*)

Abstract. Produced technological tests universal installation for smoking and drying fish. On the basis of experimental studies on dehydration of fish of different species composition dependences of the kinetics and dynamics of desiccation. The tests developed recommendations for the revision of the module drying.

Произведены технологические испытания опытно-промышленного образца модуля вяления универсальной коптильно-сушильной установки (УКСУ), смонтированного на производственной площади учебно-экспериментального цеха (УЭЦ) МГТУ. Разработка функциональной схемы УКСУ производилась с учетом положительных результатов модернизации существующих коптильно-сушильных установок (1, 3). При этом использовались полученные нами ранее результаты исследований закономерностей тепло- и массообмена при полугорячем, холодном копчении и вялении рыбы (2, 4, 5).

Установка по конструкции является камерной, периодического действия. При этом принцип движения сушильного агента аналогичен туннельным установкам. Однако, в отличие от последних, в УКСУ отсутствуют зазоры между перегородками и стенками камеры, а также передвижение вагонеток. Это способствует созданию равномерных температурного поля и поля скоростей по высоте и длине камеры. УКСУ может состоять из нескольких автономных модулей, каждый из которых оснащается отдельным рециркуляционным вентилятором. Вытяжной вентилятор может быть общий для всех модулей. Установка комплектуется тремя группами электрокалориферов для поддержания требуемых режимов по всему объему камеры.

УКСУ оснащена системой автоматического управления на базе контроллеров «ОВЕН» ПЛК154. На протяжении всего технологического процесса осуществляется автоматическая регистрация показаний пяти термосопротивлений (трех датчиков температуры, сухого и влажного датчика УВТ) и отображение их на панели оператора.

На рис. 1 представлен общий вид модуля УКСУ с системами нагнетания и вытяжки сушильного агента (воздушной или дымовоздушной смеси).

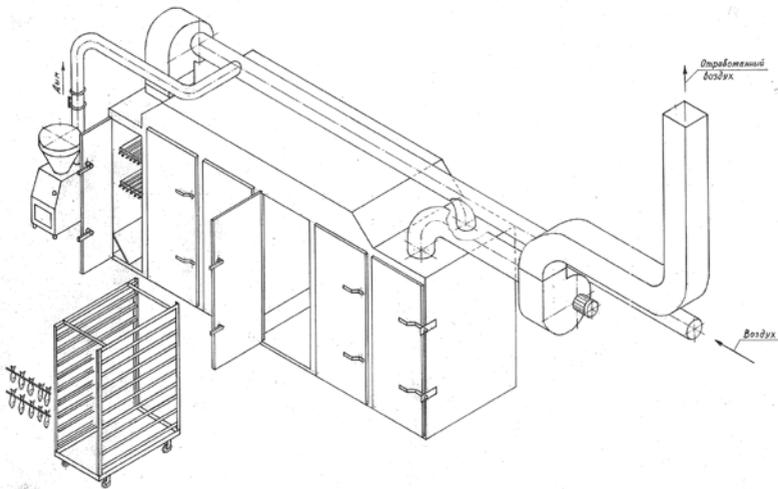


Рис.1. Общий вид модуля универсальной коптильно-сушильной установки

В ходе экспериментальных работ исследуемые экземпляры рыб распределялись равномерно по объему вагонетки каждого из пяти отсеков модуля. Это дало возможность проверки наличия или отсутствия «застойных» зон в камере УКСУ.

Режим обезвоживания задавали следующим: температура сушильного агента от 18 до 22 °С, относительная влажность воздуха – от 25 до 35 %, скорость движения теплоносителя от 2 до 3 м/с.

Общая продолжительность сушки рыбы до влажности 50 %, включая режимы перераспределения влаги, составила:

- путассу - 48 ч;
- камбала-ерш потр. б/г - 72 ч;
- окунь морской потр. б/г - 120 ч.

На основании проведенных экспериментальных работ по обезвоживанию рыбы различного видового состава с использованием модуля вяления УКСУ получены зависимости кинетики и динамики сушки.

Кривые кинетики обезвоживания рыбы различного видового и размерно-массового состава строили в координатах «продолжительность обезвоживания, ч – влажность в пересчете на сухую массу», т.е. $\omega=f(\tau)$.

Изучалась динамика процесса обезвоживания. Для этого экспериментально определяли распределение влажности по толщине рыбы

(2). Образцы для исследований отбирались через заданные промежутки времени обезвоживания.

Полученная в результате обезвоживания вяленая продукция по физико-химическим и органолептическим показателям соответствовала требованиям ГОСТ 1551 «Рыба вяленая. Технические условия».

Модуль вяления рыбы по своим техническим характеристикам обеспечивает загрузку по сырью от 300 до 500 кг. Рабочий диапазон температур теплоносителя в камере от 16 до 40 °С, скорость движения – от 2 до 5 м/с.

Поскольку процесс вяления протекал при относительно жестких режимах (относительная влажность воздуха – от 25 до 35 %), вводили режимы выдержки сырья без принудительного воздействия сушильного агента для перераспределения влаги в рыбе.

В результате испытаний модуля на наличие застойных зон, выявлено, что таковые отсутствуют. Подтверждением тому является равномерный обдув распределенных по всем частям отсеков модуля экземпляров рыб.

На основании проведенных технологических испытаний подтверждена возможность внедрения модуля УКСУ для выпуска вяленой рыбопродукции на производственной площадке УЭЦ МГТУ, а также в научных и учебных целях.

Литература:

1. **Ершов, А. М.** Развитие и совершенствование процессов холодного копчения на основе интенсификации массопереноса влаги и копильных компонентов : дис. ... д-ра. техн. наук / А. М. Ершов ; МГАРФ. - Мурманск, 1992. - 250 с.

2. **Ершов, М. А.** Совершенствование методов расчета обезвоживания в процессах холодного копчения и вяления рыбы: автореф. диссертации на соискание уч. степени канд. техн. наук. Спец. 05.18.12 / М.А.Ершов. - Мурманск: МГТУ, 2007. - 23 с.

3. **Похольченко, В. А.** Результаты модернизации копильных установок типа «Квернер Брук» и «НИКМА-500» / В. А. Похольченко, А. М. Ершов // 3 междунар. спец. выставка «Море. Ресурсы. Технологии - 2002» : материалы докл. практ. семинара «Стратегия развития берегового рыбоперерабатывающего комплекса и технологий в современных условиях региона» (Мурманск, 13 -16 марта 2002) / МГТУ. - Мурманск, 2002. - С. 15 - 20.

4. **Похольченко, В. А.** Расчетно-аналитический метод проектирования режимов горячего копчения рыбы / В. А. Похольченко, А. М. Ершов // О приоритетных задачах рыбохозяйственной науки и развития

рыбной отрасли России до 2020 года : науч.- практ. конф. : тезисы докладов / ВНИРО. - М., 2004. - С. 182 - 183.

5. **Похольченко, В.А.** Совершенствование процессов копчения рыбы при производстве консервов / В.А. Похольченко. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2010. – 100 с.

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ СПОСОБ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВНОЙ ПРОДУКЦИИ

Кайченев А. В. ¹, Гроховский В. А. ², Маслов А. А. ¹, Власов А. В. ¹,
(¹Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ, e-mail: ican2005@yandex.ru; ²Мурманск, МГТУ, кафедра ТПП, e-mail: ican2005@yandex.ru)

The article describes method of the canned food sterilization based on the actual sterilization effect. Prerequisites of method and comparison with traditional approach to sterilization, which is based on the sterilization regime are being described. Approach to engineering of the sterilization process control system based on the mathematical models of the sterilization chamber and the product is proposed.

В статье описывается способ стерилизации консервной продукции по фактическому стерилизующему эффекту. Описываются предпосылки создания способа, производится сравнение с традиционным подходом к стерилизации по режиму. Предлагается подход к реализации систем управления процессом стерилизации на основании математических моделей стерилизационной камеры и конкретного продукта.

Консервное производство является отраслью, затрагивающей вопросы продовольственной безопасности и самообеспечения страны продуктами питания. Наиболее надежным методом консервирования пищевых продуктов является сохранение их в герметичной таре с применением тепловой обработки, называемой стерилизацией.

Существует множество способов стерилизации и охлаждения консервов [1]. Основные способы стерилизации консервов в рыбной промышленности (в паровой среде и воде), проводимые в автоклавах, осуществляются на основании формулы стерилизации, которая соответствует оптимальному сочетанию параметров стерилизации для конкретных условий проведения процесса [1].

Режим стерилизации в общем виде для конкретного вида консервов, типоразмера тары, способа стерилизации и типа стерилизационного оборудования принято выражать формулой стерилизации (1):

$$\frac{[a+]A + B + C}{T} P,$$

где T – температура стерилизации (°C);
 a – продолжительность этапа «продувки» при стерилизации в паровой среде, мин;

A – продолжительность этапа «нагрева», мин;

B – продолжительность этапа «собственно стерилизации», мин;

C – продолжительность этапа «охлаждения», мин;

P – давление при стерилизации и/или охлаждении (МПа).

В большинстве случаев, оптимальность режима стерилизации сводится к тому, что для данных условий стерилизации (среда, банка, автоклав, сырье, температура) определяют параметры формулы стерилизации, обеспечивающие гарантированную стерильность продукции. Но, с учетом воздействия множества факторов, таких, как неоднородность партии сырья, различные условия протекания процесса (температура окружающей среды, температура стенок стерилизующей камеры и пр.) разработчики режимов стерилизации обеспечивают запас стерильности.

В связи с этим, параметры формулы стерилизации имеют завышенный характер. Об этом говорят и результаты сопоставительного анализа утвержденных Государственным Комитетом РФ по рыболовству режимов стерилизации в выборке, сформированной на основе технологической инструкции по производству натуральных рыбных консервов. В частности, Рулева Т.Н. и Крылова Т.Н., [2] отметили, что подавляющая часть действующих режимов стерилизации характеризуется соотношением значений фактической и нормативной летальности в диапазоне 1.5 – 2.0, тогда как необходимое и достаточное значение составляет 1.1.

Многолетний теоретический и практический опыт работы специалистов консервной отрасли, многочисленные экспериментальные материалы создают предпосылки к возможности иного подхода к процедуре и порядку научного обоснования режимов стерилизации рыбных консервов различных ассортиментных групп в стерилизационном оборудовании различного типа, а также к построению систем управления процессом стерилизации [2]. Подобная система должна обеспечивать стерильность продукции, опираясь не на параметры формулы стерилизации, а на какой-либо иной критерий (или набор критериев), однозначно характеризующий степень стерильности продукции [3].

Рассмотрим структуру традиционного процесса стерилизации консервов, представленную на рисунке 1.

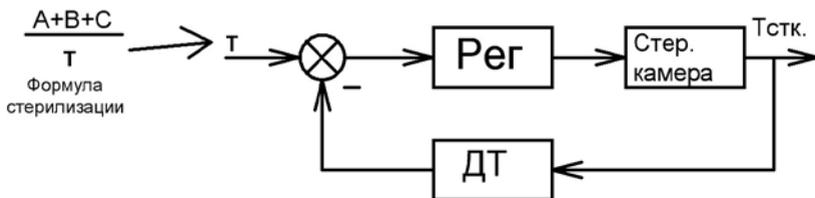


Рис. 1 – Функциональная схема традиционного процесса стерилизации

Заданное значение температуры греющей среды используется системой управления процессом в соответствии с формулой стерилизации. Действительное значение температуры греющей среды измеряется штатным датчиком температуры ДТ автоклава. Разница между заданным и действительным значениями температуры (ошибка управления) поступает на вход регулятора, который посредством подачи управляющих сигналов на клапан подачи пара подводит в стерилизационную камеру, теплоту, пропорциональную управляющему воздействию, вызывая тем самым повышение температуры $T_{стк.}$. При нулевой ошибке управления регулятор не подает импульсы на клапан подачи пара.

В результате стерилизации по заданному режиму должно быть гарантировано достижение значения фактического стерилизующего эффекта не менее $1,1 \cdot F$ (F - нормативная летальность), в противном случае есть вероятность выработки консервов, опасных для потребителя с микробиологической точки зрения, или неудовлетворительных по органолептическим показателям качества. Так как значение фактического стерилизующего эффекта не контролируется ни в течение процесса, ни по его окончании, безопасность продукта для потребителя обычно гарантируется увеличением параметра B режима стерилизации, что приводит к завышенным энергетическим затратам на стерилизацию, увеличению степени деструкции белковых и других веществ, гидролизу липидов, разрушению витаминов в продукте, уменьшению усвояемости, снижению органолептических показателей продукта и ряду других нежелательных процессов.

Авторами предлагается изменить типовой способ стерилизации консервов. В этом случае, функциональная схема управления процессом в автоклаве представлена на рисунке 2.

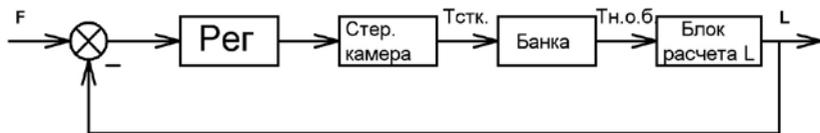


Рис. 2 – Функциональная схема модернизированного процесса стерилизации

Предлагаемый способ стерилизации заключается в достижении значения фактического стерилизующего эффекта, соответствующего нормативной летальности F .

Отличительной особенностью предлагаемого подхода является то, что продолжительность этапов процесса не регламентируется. Основным параметром, по которому и осуществляется управление, является фактический стерилизующий эффект (F-эффект).

Управление подачей теплоносителя в аппарат (открытие и закрытие клапана подачи пара) на этапах нагрева и стерилизации осуществляется таким образом, чтобы за минимальное время выйти на 70-90% от заданного уровня фактической летальности для конкретного вида консервной продукции.

Определение текущего значения фактической летальности осуществляют по выражению (2):

$$L = \int_0^{\tau} \frac{d\tau}{10^{\frac{T_0 - T(\tau)}{z}}}, \quad (2)$$

где T_0 – базисная температура, °С; z – число градусов, на которое необходимо изменить температуру, чтобы время термической смерти изменилось в 10 раз; τ – время стерилизации; $T(\tau)$ – текущая температура.

Текущую температуру можно определить:

а. по показаниям датчика температуры, расположенного в наименее прогреваемой области консервной банки с продуктом $T_{н.о.б.}$, которая, в свою очередь, расположена в наименее прогреваемой области автоклава.

б. по результатам численного моделирования с использованием математического описания процесса стерилизации на конкретном автоклаве и данного консервного продукта, а также значений температуры в аппарате, поступления теплоносителя в стерилизационную камеру, давлений в парогенераторе и стерилизационной камере.

Процесс охлаждения консервов и, соответственно, снижение температуры продукта осуществляется таким образом, чтобы фактический стерилизующий эффект строго соответствовал нормативному (ранее установленному и утверждённому) стерилизующему эффекту F .

Основным достоинством усовершенствованного способа является упрощение процедуры разработки режима стерилизации в лабораториях, которая зачастую отличается продолжительностью и большими затратами. При таком подходе достаточно по экспериментальным данным получить параметры моделей автоклава и продукта.

Особенностью предлагаемого подхода к осуществлению процесса стерилизации является то, что при существующей микропроцессорной системе автоматического управления процессом стерилизации «по режиму», переход к управлению процессом на основании фактического стерилизующего эффекта будет осуществлен с минимальными капиталовложениями. Необходимо лишь изменить алгоритм работы микропроцессорной системы управления таким образом, чтобы при исполнении его программы осуществлялось математическое моделирование процесса стерилизации и конкретного продукта, а также расчет фактического стерилизующего эффекта.

Разработкой описываемой системы автоматического управления, позволяющей реализовать модернизированный способ стерилизации совместно занимаются кафедры автоматики и вычислительной техники (АиВТ) и технологий пищевых производств (ТПП) Мурманского государственного технического университета. Специалисты данных кафедр проводят исследования, направленные на получение математических моделей стерилизационной камеры автоклава АВК-30 и различного ассортимента продукции [4]. В 2010 году была получена математическая модель стерилизационной камеры автоклава АВК-30 при стерилизации паром, а также аппроксимирующие модели имитаторов супа рыбного кубанского и паштета шпротного стерилизуемых в банке №3.

В настоящее время проводятся исследования, направленные на получение математических моделей стерилизационной камеры АВК-30 при водной стерилизации, а также продукции различного ассортимента, стерилизуемых в банке с легко открывающейся крышкой Impress.

Выводы

Разработан и предложен модифицированный способ стерилизации консервной продукции, основанный на вычислении фактического стерилизующего эффекта и использовании его в качестве регулируемого параметра в системе автоматического управления процессом стерилизации.

Литература:

1. **Мукатова М. Д.** Технология стерилизованных консервов : учеб. пособие для спец. 2709 «Технология рыбных продуктов». В 2 ч. Ч. 2 / М. Д. Мукатова. – Мурманск : МГАРФ, 1992. – 163 с.
2. **Крылова Т. Н.** О возможности унифицированного подхода к разработке режимов стерилизации натуральных рыбных консервов / Т. Н. Крылова, Т. Н. Рулева // Матер. III междунар. конф. «Повышение качества рыбной продукции – стратегия развития рыбопереработки в XXI веке» / АтлантНИРО – Калининград, 2001. – С. 126-129.
3. **Власов А. В.** Оптимизация процесса стерилизации паром в автоклавах периодического действия / А. В. Власов, А. В. Кайченков ; Мурм. гос. техн. ун-т. – Мурманск, 2008. – 6с., ил. – Библиогр.: 3 назв. – Деп. в ВИНТИ 10.11.2008, № 867-В2008.
4. **Власов А. В.** Исследование динамики теплообмена в стерилизационной камере автоклава / А. В. Власов, А. В. Кайченков, А. А. Маслов // Рыб. хоз-во. – 2009. – №6. – С. 77-79.

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАИМЕНЕЕ ПРОГРЕВАЕМОЙ
ОБЛАСТИ В БАНКЕ IMPRESS**

Кайченков А. В.¹, **Гроховский В. А.**², **Маслов А. А.**¹, **Власов А. В.**¹
(¹Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ, e-mail: ican2005@yandex.ru; ²Мурманск, МГТУ, кафедра ТПП, e-mail: ican2005@yandex.ru)

The article describes methods of determination of the least heated area of the Impress canbody.

В статье рассматриваются подходы к определению наименее прогреваемой области в банке Impress.

Кафедры Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) и Технологий пищевых производств (ТПП) Мурманского государственного технического университета совместно занимаются разработкой системы автоматического управления процессом стерилизации консервной продукции по фактическому стерилизующему эффекту. Проводятся исследования, направленные на получение математических моделей стерилизационной камеры автоклава АВК-30 и различного ассортимента продукции [1]. В 2010 году была получена математическая модель стерилизационной камеры автоклава АВК-30 при стерилизации паром, а

также аппроксимирующие модели имитаторов супа рыбного кубанского и паштета шпротного стерилизуемых в банке №3.

В настоящее время исследование направлено на получение математической модели стерилизационной камеры АВК-30 в ходе процесса стерилизации в водяной среде, а также продукции различного ассортимента, стерилизуемого в банке с легко открывающейся крышкой Impress.

Банка Impress представляет собой алюминиевый усеченный конус объемом 230 мл. Определение наименее прогреваемой области в банке такой формы отличается от традиционных исследований, проводимых с банками цилиндрической формы. У банки №3, например, наименее прогреваемая область банки совпадает с ее геометрическим центром. Была выдвинута гипотеза о смещении вверх наименее прогреваемой области банки Impress, относительно половины ее высоты. Проверка гипотезы проводилась тремя способами: математическим описанием геометрии банки, решением уравнения теплопроводности банки с продуктом, экспериментально.

Геометрической особенностью банки Impress является то, что осевым сечением банки является равнобедренная трапеция. Если разбить ее площадь на две равные по площади трапеции, то их общее основание, при пересечении с высотой, образует точку, которая в наполненной банке окружена со всех сторон одинаковым объемом продукта. Результат расчета показал смещение наименее прогреваемой области вверх (рисунок 1).

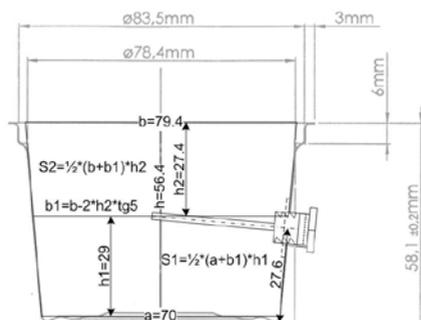


Рис. 1 – Банка Impress с размерами и датчиком Ellab

Другим способом исследования температуры в наименее прогреваемой области банки Impress является решение уравнения теплопроводности параболического типа второго порядка (1).

$$c \cdot \rho \frac{\delta T}{\delta \tau} = \text{div}(\lambda \cdot \text{grad}T) + q_v, \quad 1)$$

где c - удельная теплоёмкость вещества, Дж/(кг·К); ρ - плотность вещества, кг/м³; λ - теплопроводность вещества, Вт/(м·К); T - температура, К; τ - время, с; q_v - объёмная плотность мощности сторонних источников тепла, Вт/м³.

Решение уравнения (1) может быть получено методом конечных элементов. Этот метод предполагает дискретизацию дифференциальных уравнений на так называемых триангулярных координатных сетках, то есть на сетках, элементарные ячейки которых представляют собой треугольники для двух измерений или призмы (тетраэдры) для трех измерений [2].

Моделирование теплопроводности банки Impress с продуктом при нагревании в водной среде до температуры 80 °С, а также определение наименее прогреваемой области проведено в приложении pdetool среды Matlab [2]. Коэффициенты уравнения теплопроводности для фарша сайки выбраны исходя из справочных данных: $c=3500$ Дж/(кг·К); $\rho=1000$ кг/м³; $\lambda=0,5$ Вт/(м·К) [3]. Граничные условия первого рода (условия Дирихле) приняты равными 353К, то есть температура на границе раздела «банка-среда» составляет 80 °С, начальные условия – 293К (20 °С).

Результат численного моделирования представлен на рисунке 2 (время моделируемого процесса - 1 час). Анализируя направления векторов градиента температуры (стрелки красного цвета), можно сделать вывод о том, что наименее прогреваемая область банки Impress смещена вверх относительно половины ее высоты (на 1 мм), что подтверждает выдвинутую гипотезу.

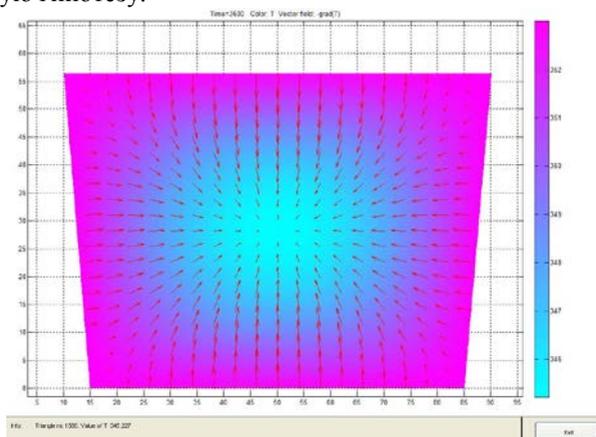
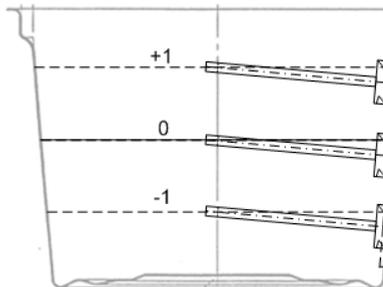


Рис.2 – Моделирование теплопроводности банки Impress с продуктом при нагревании в водной среде до температуры 80 °С в среде Matlab.

Натурные эксперименты, направленные на определение наименее прогреваемой области банки, также подтвердили исходные предположения. Исследование проводилось следующим образом: в банку, заполненную однородным продуктом (фаршем сайки), устанавливались 3 датчика Ellab. Банку с датчиками прогревали до температуры 80 °С в термостате, наполненном водой, при этом температура среды (воды) контролировалась четвертым датчиком (рисунок 3, а,б).



а)



б)

Рис. 3 – а) эксперимент по определению наименее прогреваемой области банки Impress с продуктом при нагревании в водной среде до температуры 80 °С; б) расположение датчиков Ellab (4 датчик не показан)

Банка Impress обладает осевой симметрией, следовательно, наименее прогреваемая область будет находиться на оси симметрии. Единственным фактором, влияющим на зависимость времени прогревания продукта в наименее прогреваемой точке, является ось z . Было необходимо экспериментально получить аналитическую зависимость времени прогрева продукта от координаты z по трем точкам. В связи с этим датчики устанавливались на трех уровнях (+1; 0 ; -1). Интервал варьирования составил 15 мм. Центр эксперимента был вычислен по формуле:

$$z_0 = 0,5(z_{\max} + z_{\min}) = (44 + 14,2) / 2 = 29,1.$$

Расчетное значение центра эксперимента составило 29,1 мм.

Информация с датчиков Ellab передавалась на ЭВМ, где с помощью программы ValSuite преобразовывалась в текстовый формат (рисунок 4).

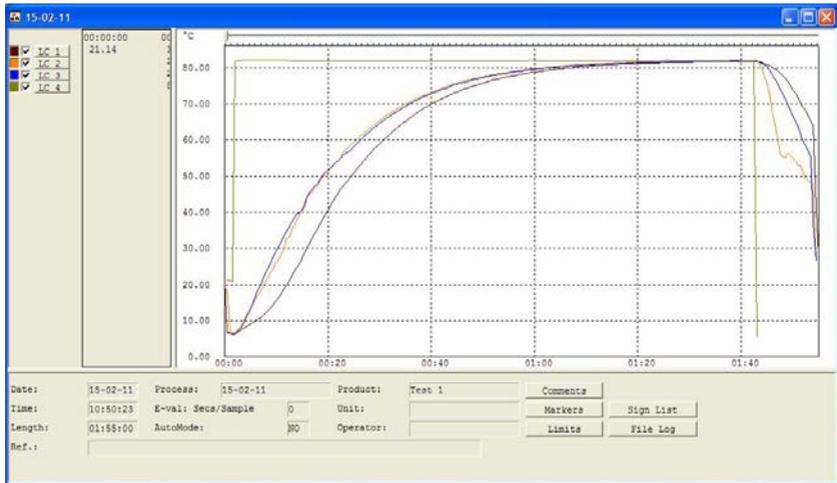


Рис.4 – Датчики Ellab и программа ValSuite с результатами экспериментов

Определение параметров объекта (банки с продуктом) проводилось с помощью программного обеспечения Arproh, разработанного на кафедре АиВТ МГТУ, позволяющего производить аппроксимацию по переходному процессу для объектов первого и второго порядка. Полученные экспериментально переходные процессы нагревания продукта в трех точках банки были аппроксимированы звеном второго порядка:

$$W(p) = \frac{1}{(T_1 \cdot p + 1) \cdot (T_2 \cdot p + 1)},$$

где p – оператор преобразования Лапласа; T_1, T_2 – постоянные времени.

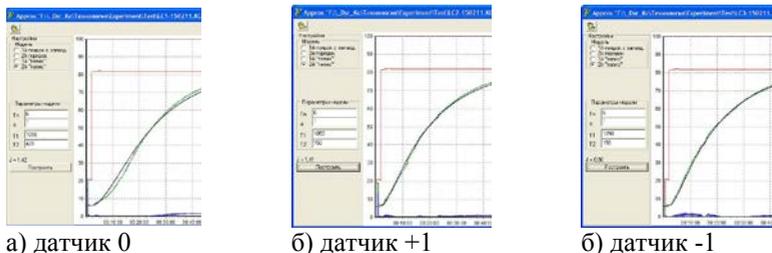


Рис. 4 – Результаты аппроксимации переходных процессов датчиков Ellab

$$W_0(p) = \frac{1}{(1050 \cdot p + 1) \cdot (420 \cdot p + 1)}, W_{+1}(p) = \frac{1}{(1050 \cdot p + 1) \cdot (135 \cdot p + 1)}, W_{-1}(p) = \frac{1}{(1050 \cdot p + 1) \cdot (160 \cdot p + 1)}$$

Полученные в результате аппроксимации передаточные функции показали зависимость постоянной времени T_2 от координаты z . (3). Погрешность аппроксимации не превысила 2 %. На основании имеющихся экспериментальных данных методом наименьших квадратов [4] получена зависимость времени прогрева продукта от координаты z (4).

$$T_2(z) = 405 - 256,25 \cdot z^2$$

На основании рассчитанных значений дисперсии воспроизводимости эксперимента оценивалась значимость коэффициентов уравнения (5). Оценка показала, что линейный эффект при z оказался незначимым. Проверка полинома (5) по критерию Фишера показала его адекватность.

Полученная зависимость имеет вид параболы, с вершиной в центре плана эксперимента, то есть на высоте 29,1 мм от дна банки. Половина высоты банки составляет 28 мм. Таким образом, эксперимент также подтвердил гипотезу.

Выводы:

Исследование наименее прогреваемой области банки Impress с продуктом различными способами подтвердило гипотезу о смещении наименее прогреваемой области вверх, относительно половины высоты банки Impress. Результаты исследования обобщены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования

Исследование	Геометрия	Моделирование	Эксперимент
Смещение, мм	1	1	1, 1

Литература:

- 1 **Власов А. В.** Исследование динамики теплообмена в стерилизационной камере автоклава / А. В. Власов, А. В. Кайченев, А. А. Маслов // Рыб. хоз-во. – 2009. – №6. – С. 77-79.
- 2 **Рындин Е.А.** Решение задач математической физики в среде Matlab / Рындин Е.А., Лысенко И.Е. – Таганрог.: Изд-во Таганрогского государственного радиотехнического университета, 2005. – с. 55-61.
- 3 **Попов В.В.** Теплофизические характеристики пищевых продуктов / Попов В.В., Виленская Г.Е., Багаутдинов И.И. и др. – Калининград.: Изд-во Калининградского технического института рыбной промышленности и хозяйства, 1981. – с. 3-31.
- 4 **Глазунов Ю.Т., Ершов А.М., Ершов М.А.** Моделирование процессов пищевых производств. – М.: Колос, 2008.– 360с.

**ИССЛЕДОВАНИЯ ФАРША И ИЗОЛЯТА РЫБНОГО
БЕЛКА ИЗ САЙКИ С ЦЕЛЬЮ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
НА ЕГО ОСНОВЕ БЕЗХОЛЕСТЕРИНОВОГО МАЙОНЕЗА**

Гроховский В. А., Клименко А. И. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТПП, alexandra2612@mail.ru)

Annotation. The researches on minced polar cod from the frozen raw material of different storage times using variability of times of washings, and on the fish protein isolates have been carried. The best functional characteristics of the fish protein isolates and mayonnaise based on it have been obtained, and they can be achieved after four or five times of washing while the semi-product should not be stored more than 4 months.

Одной из глобальных проблем человечества на сегодняшний день является дефицит пищевого белка. Создание и производство продуктов с высоким содержанием белка, таких как концентраты, изоляты, гидролизаты, и использование их для обогащения недостающими аминокислотами и замены более дорогостоящих компонентов в различных продуктах питания является одним из реальных путей обеспечить людей полноценными продуктами питания. Существенным направлением в

этом плане является развитие технологий по глубокой переработке белка гидробιονтов и производстве продуктов на их основе.

Изоляты, приготовленные из рыбного сырья, по содержанию белка в сухом продукте достигают от 88 до 93,5 %. Отношение количества незаменимых аминокислот к общему содержанию аминокислот в изолятах выше, чем в аналогичных продуктах.

В МГТУ проводятся исследования по изготовлению изолята рыбного белка (ИРБ) из сайки с последующим использованием его для получения различных пищевых продуктов, в том числе безхолестеринового майонеза. Для характеристики фарша сайки, а также белкового изолята, полученного методом щелочного гидролиза, были исследованы следующие функциональные свойства и показатели: содержание общего азота (ОА), небелкового азота (НБА), белкового азота (БА), азота летучих оснований (АЛО), аминного азота (АА), процентное содержание сырого и истинного протеина, содержание золы и воды, а также органолептическая оценка белковых изолятов: цвет, запах, вкус.

Получение белковых изолятов из рыбы включает в себя четыре основные стадии: растворение белка в водной среде с определённым значением pH; удаление нерастворимого осадка (костей, чешуи и т.д.) из раствора; выделение белка из раствора в виде творожистого сгустка путём изменения pH среды; высушивание или замораживание белковой фракции.

Объектами исследования являлись сайка мороженая после 1,5; 4 и 7 -месячного хранения, фарш из сайки мороженой после разделки и неоднократных промывок, а также полученный из него ИРБ. Для исследования количества небелкового азота, общего азота, азота летучих оснований использовали анализатор ProNitro.

Результаты экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1. - Результаты исследований фарша из сайки мороженой и изготовленного ИРБ

Наименование показателя	Исследуемые образцы рыбы		
	Сайка мороженая, срок хранения 1,5 месяца	Сайка мороженая, срок хранения 4 месяца	Сайка мороженая, срок хранения 7 месяцев
	Фарш после разделки		
Массовая доля воды, %	78,9±0,15	84,3±0,12	77,9±0,09
ВУС, %	-	-	61,12±0,15
ОА, %	3,14±0,03	-	-
АЛО, мг %	13,90±0,2	22,63±0,1	62,50±0,4

АА, %	-	-	0,274±0,01
Зола, %	1,62±0,05	1,63±0,03	1,67±0,02
Фарш после 4-х промывок			
Массовая доля воды, %	90,0±0,1	88,6±0,1	88,6±0,2
ВУС, %	-	-	63,00±0,13
ОА, %	1,49±0,04	1,64±0,019	1,24±0,03
НБА, %	0,050±0,001	0,047±0,001	0,080±0,001
АЛО, мг %	5,91±0,02	10,03±0,02	8,54±0,01
Фарш после 6-ти промывок			
Массовая доля воды, %	-	91,0±0,05	85,5±0,04
ВУС, %	-	-	57,16±0,12
ОА, %	-	1,31±0,01	1,59±0,07
НБА, %	-	0,04±0,00	0,06±0,003
АЛО, мг %	-	5,80±0,02	5,75±0,04
Изолят из мяса рыбы			
	Четырёхкратная промывка	Пятикратная промывка	Шестикратная промывка
Массовая доля воды, %	90,9±0,05	89,1±0,05	91,0±0,04
ОА, %	1,37±0,003	1,50±0,0025	1,00±0,0065
НБА, %	0,03±0,005	0,04±0,0013	0,05±0,005
Сырой протеин (ОА·6,25), %	8,57±0,0038	9,39±0,006	6,29±0,006
Белковый азот (БА), %	1,35±0,005	1,46±0,0012	0,96±0,009
Истинный протеин (БА·6,25), %	8,42±0,0012	9,13±0,0023	5,99±0,0044
Истинный протеин в пересчёте на сухое вещество, %	92,05±0,005	83,40±0,002	66,87±0,002
АЛО, мг %	1,0±0,01	1,1±0,01	4,1±0,02
Зола, %	0,45±0,003	0,85±0,008	0,21±0,003

Анализ данных, представленных в табл. 1, свидетельствует о следующем. Во-первых, после семимесячного хранения содержание аминокислотного азота в мышечной ткани сайки составило 0,2738 %, что превышает предельно допустимую норму (0,035 %) в 8 раз, что свидетельствует о высокой активности тканевых ферментов и интенсивности автолиза в

мышечной ткани данного вида рыбы. Во-вторых, в результате промывок происходит уменьшение содержания АЛО- от 62,5 до 5,75 мг % у сайки после 7 месяцев хранения после шестикратной промывки; от 22,63 до 5,80 мг % у сайки - после 4 месяцев хранения - после шестикратной промывки; от 13,90 до 5,91 мг % у сайки после 1,5 месяцев хранения - после четырех промывок (вследствие уменьшения аммиака, метиламиновых соединений, а также небелковых азотистых веществ, свободных аминокислот, мочевины и липидов, которые вымываются в процессе промывки).

Массовая доля воды в фарше изменяется в процессе промывок, это связано с неравномерной силой мануального отжима воды. При промывке сайки после 1,5 месяцев хранения были отмечены следующие отличия:

- после трехкратной промывки фарш приобретает консистенцию близкую к суспензии.
- после четырехкратной промывки отделение воды становится затруднительным.
- имеются сложности с определением количества воды по отношению к фаршу при последующих промывках (соблюдение пропорции), так как вода практически не отделяется от фарша.

Был найден возможный выход - уменьшить степень измельчения фарша и сократить количество промывок (с шести до пяти для сайки с продолжительностью хранения от 3 до 4 месяцев, с шести до четырех для сайки с продолжительностью хранения до 3 месяцев).

Серия экспериментов по изготовлению ИРБ из мяса сайки после полутора и четырех месяцев хранения подтвердила, что необходимая степень промывки фарша достигалась ранее проведенными опытами после четырех и шестикратной промывки соответственно (содержание АЛО составляет 5,91 и 5,80 мг % соответственно).

Полученный изолят из мяса рыб имеет различный химический и органолептический состав:

- изолят из мяса сайки (срок хранения 7 месяцев) имеет кремовый цвет, со временем изменяющийся до бело-серого, изолят из сайки (срок хранения 4 месяца) имеет белый цвет, переходящий в течение суток в бело-серый, изолят из мяса сайки (срок хранения 1,5 месяца) - белый, сохраняющийся в течение длительного времени.

- содержание истинного протеина в изоляте из мяса сайки (срок хранения 1,5 месяца) больше содержания истинного протеина в изоляте из мяса сайки (срок хранения 4 и 7 месяцев) на 9 и 25 % соответственно. Это позволяет сделать вывод, что содержание истинного протеина напрямую связано с исходным химическим составом и сроком хранения мяса рыбы.

В соответствии с полученными результатами исследований был изготовлен ИРБ из фарша сайки четырёхмесячного хранения с применением пятикратной промывки, химические показатели которого представлены в табл. 1.

Полученный ИРБ был направлен на изготовление майонеза бесхолестеринового. Изготовленный продукт имел отличные органолептические показатели и выдержал четырёхнедельное хранение при температуре 0 плюс 6 °С по комплексу органолептических, химических и микробиологических показателей для продукции данного типа в соответствии с требованиями СанПин 2.3.2.1078-2001/

Выводы

1. Проведены исследования химического состава фарша сайки, полученного из мороженого полуфабриката различной продолжительности хранения (от 1,5 до 7 мес.) и с учётом вариабельности кратности промывок полученного полуфабриката.

2. Установлена целесообразность изготовления ИРБ из мороженой сайки полуторамесячного срока хранения с четырёхкратной промывкой и четырёхмесячного срока хранения с пятикратной промывкой фарша.

3. На основе полученного по оптимальным режимам ИРБ из мяса сайки изготовлен майонез холестеринный с отличными качественными характеристиками.

ПОВЫШЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ КОПЧЕНОЙ ИКРЫ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРИРОДЫ

Ключко Н. Ю., Доминова И. Н. (г. Калининград, ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», кафедра пищевой биотехнологии, *kochelaba@mail.ru*)

The possibilities of the perfection of the technology of the roe of the bream of hot smoking by using the liquid smoking media, enriched by the biologically active materials of plants are investigated. The basic indices of quality of finished production are determined. The nature of the dynamics of organoleptic and physical chemistry indices in the dependence on the duration of storage is revealed. The analysis of qualitative and quantitative composition of fatty acids of lipids roe bream, found increased antioxidant action enriched liquid smoking media to tissue lipids of finished products.

Пищевая ценность копченой икры зависит, при равенстве других факторов технологии, от химического состава копильной среды, обуславливающей основные эффекты процесса.

В КГТУ разработана технология жидких копильных сред (ЖКС) «ФИТО» (ГУ 2455-033-00038155), обогащенных биологически активными веществами растений – фитопарафармацевтиками (фитоПФЦ) [1, 4]. Сущность технологии заключается в настаивании системы «копильный препарат – высушенное растительное сырье» при заданных условиях. Жидкая фракция после фильтрования представляет собой обогащенную фитоПФЦ-ми копильную композицию – ЖКС «ФИТО».

С целью совершенствования данной технологии было предложено модифицировать «базовый» способ путем приготовления настоя измельченных листьев мяты перечной (*Mentha piperita L.*) по общепринятой технологии с его последующим добавлением в копильный препарат «ВНИРО» до такой же концентрации по фенолам [3].

Заключение об эффективности «базового» и модифицированного способов приготовления копильных жидкостей принималось после оценки качества исследуемых ЖКС по комплексу технологических, органолептических и физико-химических показателей (таблица 1).

В результате сенсорных исследований было установлено, что особых отличий в органолептических показателях между указанными выше способами приготовления ЖКС не наблюдалось. Все образцы по совокупности характеристик имели максимальную оценку и представляли собой прозрачные жидкости коричневого цвета со специфическим мятным оттенком, который приятно сочетался с копильным ароматом.

Таблица 1 – Физико-химические показатели качества ЖКС, обогащенных листьями мяты перечной

Наименование показателя	Настой мяты перечной	Копильный препарат «ВНИРО»	ЖКС «ФИТО-мята», приготовленные путем	
			настаивания мяты перечной на копильном препарате «ВНИРО» (базовый способ)	смешивания настоя мяты перечной и копильного препарата «ВНИРО»
Массовая доля фенольных веществ, %	1,170	0,372	1,257	1,773
Суммарная антиоксидантная активность, мг/г	1,606	1,688	2,795	3,042

При изучении физико-химических характеристик ЖКС оказалось, что при обогащении коптильного препарата «ВНИРО» фитокомпонентами происходит накопление веществ с антиокислительным действием: флавоноидов, аскорбиновой кислоты и её производных и др. Так, при «базовом» способе приготовления ЖКС «ФИТО» и в случае использования настоя массовая доля фенольных веществ и суммарная антиоксидантная активность увеличились по сравнению с коптильным препаратом «ВНИРО» соответственно в 3,4 – 4,8 и 1,7 – 1,8 раза.

Сравнивая между собой технологии приготовления обогащенной ЖКС видно, что способ использования настоя лекарственного растительного сырья и его последующего смешения с коптильным препаратом позволяет больше насытить среду антиоксидантами, чем «базовый». Из таблицы 1 видно, массовая доля фенолов и суммарная антиоксидантная активность соответственно в 1,4 и 1,1 раза больше в модифицированном способе по сравнению с «базовым».

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что способ приготовления обогащенной фитоПФЦ-ми ЖКС среды путем использования готового настоя и его последующего смешения с коптильным препаратом является эффективным с биологической и технологической точек зрения.

Приготовленную модифицированным способом ЖКС «ФИТО-мята» апробировали при изготовлении икры леща горячего копчения по следующей технологической схеме. Промытые свежие ястыки леща обрабатывали в охлажденном насыщенном солевом растворе плотностью 1,20 г/см³ и температурой 10⁰С в течение 10 – 15 с [2].

Соленый полуфабрикат ополаскивали водой и направляли на стекание и подсушивание при температуре воздуха 60⁰С. Обработку коптильными компонентами осуществляли с помощью коптильного препарата «ВНИРО» (контрольный образец) и ЖКС «ФИТО-мята» (экспериментальный образец) однократным диспергированием. Проварку икры проводили горячим воздухом при температуре 100⁰С в течение 15 – 20 мин, после чего продукцию охлаждали до температуры 5⁰С и упаковывали в полимерные пакеты.

Результаты органолептических и физико-химических исследований качества контрольных и экспериментальных образцов икры леща бездымного горячего копчения представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика качества икры леща горячего копчения, приготовленная с использованием различных ЖКС

Наименование показателя	Икра леща охлажденная	Икра леща горячего копчения, приготовленная с использованием	
		коптильного препарата «ВНИРО»	ЖКС «ФИТО-мята»
Органолептическая оценка, баллы	-	13,70	14,05
Массовая доля, %:			
- воды	65,63	60,86	61,07
- белка	27,23	29,70	29,94
- жира	2,88	3,65	3,80
- поваренной соли	-	2,10	2,10
- фенолов (в пересчете на гваякол)	-	1,290	1,285
Общая кислотность (в пересчете на уксусную кислоту), %	0,26	0,38	0,35

Из данных, представленных в таблице 2 видно, что готовые копченые ястыки леща получили высокую оценку дегустаторов. Они имели чистую, сухую поверхность, без надломов и повреждений, упругую, нежную и рассыпчатую консистенцию, вкус и запах – свойственный копчености, очень приятный, без посторонних привкусов и оттенков. Незначительные отличия были выявлены только в колере продукции: в икре леща, приготовленной с использованием коптильного препарата «ВНИРО» преобладали коричневые тона, ЖКС «ФИТО-мята» - золотисто-коричневые.

Сравнительный анализ физико-химических показателей, представленных в таблице 1, позволил установить, что по общему химическому составу экспериментальные и контрольные образцы не имели принципиальных отличий: массовая доля воды находилась на уровне 60,86 - 61,07%, белка – 29,70 – 29,94%, жира – 3,65 – 3,80%, фенолов (в пересчете на гваякол) – 1,285 – 1,290 %, поваренной соли – 2,10%, общая кислотность (в пересчете на уксусную кислоту) – 0,35 – 0,38%.

Ключевым индикатором биологической ценности рыбопродукции является жирнокислотный (ЖК) состав ее липидов – наиболее ценных природных ингредиентов. Последние чрезвычайно чувствительны к повреждающим факторам внешней среды, что обусловлено высоким

содержанием важных в биологическом отношении полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК).

Результаты анализа качественного и количественного состава ЖК липидов, выделенных из икры леща, приготовленной с использованием копильного препарата «ВНИРО» и ЖКС «ФИТО-мята» приведены в таблице 3. Среди насыщенных ЖК (НЖК) в копченой икре обнаружены лауриновая, миристиновая, пальмитиновая и стеариновая; мононенасыщенных (МНЖК) – пальмитолеиновая, олеиновая и элаидиновая; полиненасыщенных (ПНЖК) – линолевая, линоленовая, арахидоновая, эйкозопентаеновая, докозопента- и гексаеновые кислоты.

Таблица 3 – Содержание жирных кислот в икре леща горячего копчения, приготовленной с использованием различных ЖКС, г/100 г сухого вещества

Жирные кислоты	Содержание жирных кислот в икре леща			
	охлажденной	приготовленной с использованием		
		копильного препарата «ВНИРО»	ЖКС «ФИТО-мята»	
Сумма насыщенных ЖК (НЖК), в том числе:	41,66	34,87	37,22	
12:0 (лауриновая)	1,44	0,42	1,00	
14:0 (миристиновая)	3,60	2,94	3,52	
16:0 (пальмитиновая)	31,70	26,98	27,85	
18:0 (стеариновая)	4,92	4,53	4,85	
Сумма мононенасыщенных ЖК (МНЖК), в том числе:	36,06	45,65	38,39	
16:1 (пальмитолеиновая) w_7	11,25	11,06	9,64	
18:1 (олеиновая) w_9	17,71	28,54	22,28	
18:1 (элаидиновая) w_9	7,10	5,07	6,47	
20:1 (гадолеиновая) w_9	-	0,98	-	
Сумма полиненасыщенных ЖК (ПНЖК), в том числе:	22,28	19,48	24,39	
18:2 (линолевая) w_6	3,13	3,25	4,19	
18:3 (линоленовая) w_3	0,60	1,28	1,96	
20:4 (арахидоновая) w_6	4,32	2,52	3,90	
20:5 (эйкозопентаеновая)	4,25	4,16	4,60	

$\omega 3$			
22:5 (докозопентаеновая)	1,36	1,07	0,84
$\omega 3$			
22:6 (докозогексаеновая)	8,62	7,20	8,90
$\omega 3$			
Сумма ЖК $\omega 3$ сем.	14,83	13,71	16,30
Сумма ЖК $\omega 6$ сем.	7,45	5,77	8,09
Сумма ЖК $\omega 9$ сем.	24,81	34,59	28,75
ПНЖК / НЖК	0,53	0,56	0,60

Анализ полученных данных позволил выявить тенденцию к увеличению ненасыщенных ЖК, особенно ПНЖК, в липидах икры леща, приготовленных с использованием обогащенной фитоПФЦ-ми ЖКС. Так, если в икре леща горячего копчения, приготовленной с использованием копильного препарата «ВНИРО» сумма ПНЖК составила 22,28 г/100 г сухого вещества, то в икре, обработанной ЖКС «ФИТО-мята» - 24,39 г/100 г сухого вещества.

Введение фитодобавки в копильную среду также способствует относительному увеличению абсолютного содержания биологически активных ЖК $\omega 3$ семейства (линоленовой, эйкозопентаеновой, докозопентаеновой и докозогексаеновой) в липидах копченой икры. Например, в экспериментальном образце сумма ЖК $\omega 3$ семейства (% от суммы ЖК) составила 16,30 г/100 г сухого вещества, тогда как в контрольном - 13,71 г/100 г сухого вещества, в охлажденной икре – 14,83 г/100 г сухого вещества.

Аналогичная тенденция наблюдается и относительно абсолютно содержания биологически активных ЖК $\omega 6$ семейства (линолевая, арахионовая) в липидах икры леща. Так, содержание ЖК $\omega 6$ семейства в образце, обработанном ЖКС «ФИТО-мята» составило (% от суммы ЖК) 8,09 г/100 г сухого вещества, тогда как в обработанном копильным препаратом «ВНИРО» - 5,77 г/100 г сухого вещества, в охлажденной икре – 7,45 г/100 г сухого вещества.

Из данных таблицы 3 также следует, что в образце с фитоконпонентами отношение ПНЖК к НЖК находится на уровне 0,60, что на 6,7 – 11,6% превышает этот показатель для охлажденной икры (0,53) и образца, приготовленного на базе копильного препарата «ВНИРО» (0,56), а также в 2 раза превосходит рекомендуемое значение – 0,3.

Таким образом, разработанная технология бездымного горячего копчения икры не только обеспечивает рост антиокислительного эффекта, но и способствует улучшению качественного состояния липидов в готовой продукции, что объясняется воздействием обогащенной копильной среды, включающей природные фитоантиоксиданты и стабилизаторы - флавоноиды и флавоны, каротиноиды, многоосновные органи-

ческие кислоты и т.д. Проведенные исследования показывают целесообразность и перспективность исследований по совершенствованию технологии икры горячего копчения из частичковых и других видов рыб.

Литература:

1. **Ключко Н.Ю.** Парафармацевтики в продуктах на основе гидробионтов / Н.Ю. Ключко, О.Я. Мезенова – Калининград: Издательство ФГОУ ВПО «КГТУ», 2009. – 346 с.
2. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы / под ред. А.Н. Белогурова и М.С. Васильевой. – М.: Пищ. пром-ть, 1994. – Т.2 – 590 с.
3. ТУ 15-1046-89. Коптильный препарат ВНИРО. Технические условия.
4. ТУ 2455-033-00038155-03 Жидкость коптильная «Фито». Технические условия

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УТЕЧКИ ХОЛОДНОГО ВОЗДУХА В ШКАФАХ-ВИТРИНАХ РЫБНЫХ МАГАЗИНОВ И СУПЕРМАРКЕТОВ

Голубев Б. В., Шутов А. В., Кобылянский И. Г., (Мурманск, МГТУ, кафедра технологического и холодильного оборудования, e-mail:kobyivan@yandex.ru)

In clause the data theoretical and experimental researches of outflow of cold air are submitted at realization of temperature tests and tests for thawing of cases - show-windows of refrigerating machinerics of fish shops and super-markets.

В 2005 году в Мурманском рыбном супермаркете ОАО “Норд Вест ФК” в соответствии с просьбой Мурманского арбитражного суда преподавателями кафедры технологического и холодильного оборудования и кафедры судовых энергетических установок Мурманского государственного технического университета были проведены согласно ГОСТа 23833-95 температурные испытания и испытания на оттаивания двух шкафов-витрин марок Z86-3 и Z86-4 испанской фирмы КОХКА.

В соответствии с ГОСТ 23833-95 эти испытания должны были быть произведены не на мороженой рыбе в полиэтиленовых пакетах в вакуумной упаковке, а на имитаторах рыбы - древесных брусках. Кроме того, в древесных брусках необходимо устанавливать 18 хромель-копелевых термопар, спаи каждый из которых согласно ГОСТа 23833-

95 должны быть заключены между двумя пакетами, наполненными смесью древесных опилок и слабого солевого раствора. Для выполнения всех требований по ГОСТ 23833-95 пришлось проделать большой объем работ - заготовить 600 кг древесных брусков; распилить их в соответствии с размерами полок шкафов-витрин; изготовить 36 картонных коробок размером 100x100x10 мм и заполнить их смесью древесных опилок и слабого солевого раствора; поместить спаи 18 термопар между двумя пакетами каждую из них и связать эти пакеты скотчем. Для выполнения всех требований ГОСТ 23833-95 пришлось произвести выгрузку из двух шкафов-витрин всей мороженной рыбы и на тележках отвезти в подвальное помещение, где вся мороженная рыба была уложена в камеры хранения с температурой воздуха $-18\div-20^{\circ}\text{C}$. Как видно необходимо было выполнить большой объем работ.

Нам представляется возможным, что все эти ненужные работы можно было бы избежать, если расширить действие ГОСТа 23833-95, т.е. сделать его состоящим из двух частей - первая часть - это проводить испытания на древесных брусках и пакетах с опилками и слабым солевым раствором. Эти испытания удобно проводить, когда проводятся прямо-сдаточные испытания после монтажа холодильной машины и холодильных шкафов-витрин. Вторая часть ГОСТа 23833-95 должна использоваться когда шкафы-витрины заполнены пакетами мороженной рыбы и уже проводилось ее хранение в шкафах-витринах. При открывании дверей шкафов-витрин покупателями, чтобы взять мороженную рыбу, холодный воздух, имеющий большую плотность при температуре $-18\div-25^{\circ}\text{C}$ через низ проема открытой двери выходит наружу, а его место сверху шкафа-витрины заполняется теплым воздухом магазина. Обычно температура теплого воздуха магазина бывает не ниже $+18\div+24^{\circ}\text{C}$.

Для того, чтобы можно было рассчитать средние температуры холодного воздуха в шкафах-витринах рыбных магазинов и супермаркетов в зависимости от частоты открывания дверей покупателями мороженной рыбы в вакуумной упаковке нами была смонтирована модель секции шкафа-витрины из органического стекла в масштабе 1:3,45 (рис.1).

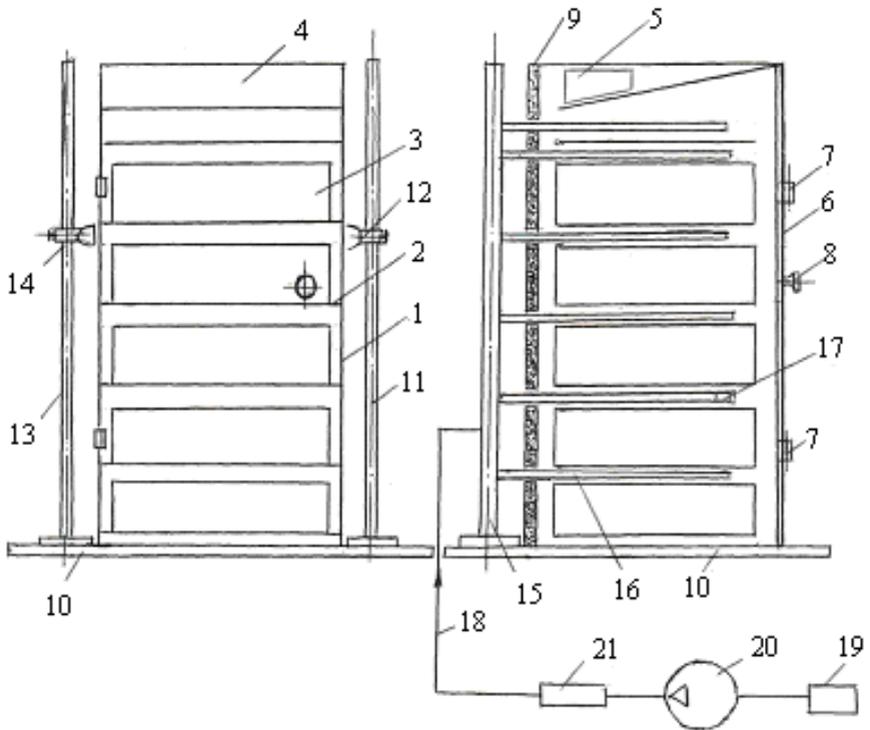


Рис.1 Устройство для обнаружения утечки охлажденного воздуха в модели холодильного шкафа - витрины: 1-модель; 2-полки; 3-имитаторы мороженой рыбы; 4-протвину; 5-наклонный щит имитатора воздухооохладителя; 6-дверь; 7-петли; 8-дверная ручка; 9-изоляционное ограждение; 10-панель; 11-вертикальная стойка с ползуном; 12-фотоэлемент; 13-вертикальная стойка; 14-ползун с источником света; 15-ресивер; 16-горизонтальные трубки; 17-коническая пробка; 18-гибкий шланг; 19-воздушный фильтр; 20-воздушный компрессор; 21-дымогенератор

Воздухоохладитель и штабели мороженой рыбы в данной модели шкафа-витрины являются имитаторами, изготовленными в этом же масштабе и представляют собой протвину из металлической сетки, внутри каждой из них были расположены полиэтиленовые пакеты, заполненные водным раствором хлористого кальция, температура которых перед теплотехническими испытаниями была в морозильном аппарате понижена до -25°C . За счет холода имитаторов пакетов с рыбой и

воздухоохладителя воздуха в модели шкафа-витрины температура воздуха понижалась до $-18 \div -20^{\circ}\text{C}$ за 15-20 минут.

Однако для того, чтобы холодный воздух, вытекающий при открывании дверей был виден данная модель шкафа-витрины была также оборудована устройством (рис.1) с помощью которого можно было через отверстия в задней стенке модели шкафа-витрины патрубки этого устройства в зазоры между полками с имитаторами рыбы и через эти патрубки подавать дым от разработанного нами дымогенератора малых размеров и защищенного двумя патентами (патент № 93629 от 10 мая 2010 года и патент № 97036 от 27 августа 2010 года). ГОСТ 23833-95 предусматривает также проведение теплотехнических испытаний холодильных шкафов-витрин при открывании всех дверей с определенным циклом (десять секунд одна дверь открыта и шесть минут закрыта). Однако, когда дверей в шкафу-витрине шесть открывание всех дверей в течение 10 часовых теплотехнических испытаний - работа весьма трудная и может оказаться не всем теплотехникам под силу. С целью определения реальной частоты открывания в шкафах-витринах магазина-супермаркета ОАО «Норд Вест ФК» нами в течение 3 месяцев проводилось хронометрирование частоты открывания шкафов-витрин, в результате чего было установлено, что максимальная частота открывания дверей покупателями не превышает $8 \div 9$ раз в час и только в двух случаях в одном из шкафов-витрин были открыты почти одновременно две двери.

Было также установлено, что при частом открывании дверей шкафов-витрин средняя температура холодного воздуха во всех шкафах-витринах повышалась. А в тех шкафах-витринах, которые очень редко открывались покупателями (хранение в шкафу-витрине дорогой деликатесной мороженой рыбы) температура воздуха была -18°C и ниже.

Частоту открывания дверей шкафов-витрин определили по формуле:

$$\nu = \frac{3600}{\tau_{ц}} \quad (1)$$

где ν - частота открывания дверей шкафов-витрин, 1/час.

$\tau_{\text{откр}}$ - период времени открывания шкафов-витрин, сек;

$\tau_{\text{закр}}$ - период времени закрытой двери, сек;

$\tau_{\text{ц}} = \tau_{\text{откр}} + \tau_{\text{закр}}$ - период цикла, сек.

В результате проведения хронометрирования открывания-закрывания шкафов-витрин покупателями было установлено, что частоты ν колеблются в пределах от 6 до 18 1/час, а частота полученная по данным ГОСТ 23833-95 составляет 9,73 1/час.

В связи с тем, что нами было принято решение исследовать утечки холодного воздуха из шкафов-витрин при открывании дверей покупате-

лями не на натуральных шкафах-витринах в магазинах, а на модели, которая была сделана в масштабе 1:3,45, поэтому прежде всего надо было установить насколько изменяется время проведения открываний и закрываний дверей по отношению к рекомендациям ГОСТ 23833-95. Время открывания и закрывания дверей модели шкафа-витрины можно определить с помощью критерия гомотронности, который представляет собой безразмерное время развития или проявления процесса. В нем линейная величина ℓ должна наиболее существенно характеризовать пространство, в котором протекает процесс. Критерий гомотронности идентичен и для модели и для натуре:

$$H_o = \frac{v_n \tau_n}{\ell_n} = \frac{v_m \tau_m}{\ell_m} = idem \quad (2)$$

где H_o - критерий гомотронности;

v_n, v_m - скорость утечки холодного воздуха в натурном объекте и на модели, м/сек;

τ_n, τ_m - время протекания процесса в натуре и на модели, сек;

ℓ_n, ℓ_m - линейные геометрические размеры сходственных (подобных) сторон натуре и модели, м.

Для расчета времени открывания, закрывания модели шкафа-витрины необходимо составляющие параметры выразить через известные величины. Например, через известную величину λ - являющуюся масштабом геометрического подобия натуре и модели шкафа-витрины. Функционально можно представить критерий гомотронности уравнением (3):

$$H_o = f(\lambda) \quad (3)$$

Для выражения скорости v в функции линейного масштаба геометрического подобия можно использовать критерий Фруда

$$F_r = \frac{v_n^2}{g \cdot \ell_n} = \frac{v_m^2}{g \cdot \ell_m} = idem \quad (4)$$

где v_n и v_m - скорость движения холодного воздуха в натурном и модельном шкафах-витринах, м/сек;

ℓ_n и ℓ_m - линейные геометрические размеры подобных сторон натуре и модели, м;

g - ускорение силы тяжести одинаковы для натуре и модели, поэтому могут быть сокращены в уравнении (4).

После сокращения уравнение (4) принимает вид:

$$\frac{v_n^2}{\ell_n} = \frac{v_m^2}{\ell_m} = idem \quad (5)$$

Уравнение (5) мы приводим к такому виду:

$$\frac{v_n^2}{v_m^2} = \frac{\ell_n}{\ell_m}$$

В этом уравнении отношение ℓ_n/ℓ_m обозначим через λ . Это линейный масштаб геометрического подобия натуре и модели шкафа-витрины.

$$\frac{v_n^2}{v_m^2} = \lambda \text{ или } v_n = v_m \cdot \sqrt{\lambda} \quad (6)$$

Используя в критериальном уравнении N_0 гомохронности (2) значение скорости из уравнения (6) получаем:

$$\frac{v_m \cdot \sqrt{\lambda} \cdot \tau_n}{\ell_n} = \frac{v_m \cdot \tau_m}{\ell_m} = idem \quad (7)$$

из выражения (7) получаем:

$$\frac{\tau_n}{\tau_m} = \frac{v_m \cdot \sqrt{\lambda}}{v_m} \cdot \frac{\ell_n}{\ell_m} = idem \quad (8)$$

после сокращения v_m уравнение (8) примет вид:

$$\frac{\tau_n}{\tau_m} = \frac{\lambda}{\sqrt{\lambda}} = \sqrt{\lambda} \quad (9)$$

откуда получаем:

$$\tau_n = \tau_m \cdot \sqrt{\lambda} \quad (10)$$

Уравнение (10) позволяет определить время продолжительности открывания двери модели, выразив ее через время продолжительности открывания и закрывания модели шкафа-витрины. В ГОСТ 23833-95 время продолжительности открывания-закрывания двери натурального шкафа-витрины имеется. Кроме того эта продолжительность нами получена в результате хронометрирования открывания и закрывания натуральных шкафов-витрин в супермаркете ОАО «Норд Вест ФК» в ноябре-декабре 2007 года.

Для утечки холодного воздуха при открывании-закрывании двери модели шкафа-витрины важно получить критериальное уравнение для расчета или пересчета массопереноса. Для решения этого вопроса необходимо выяснить условия массопереноса холодного воздуха при открывании дверей шкафов-витрин в магазинах покупателями деликатесной мороженой продукции.

Массообмен в шкафах-витринах протекает в пределах одной фазы, т.е. теплый и холодный воздух. Холодный воздух при открывании дверей шкафов-витрин покупателями перемещается вниз проема открытой двери

и так как плотность холодного воздуха при температурах -18°C и ниже намного выше плотности воздуха вне шкафа-витрины, то есть в магазине, ядром фазы воздуха будет теплый воздух, а его масса вне магазина значительно больше, чем у холодного воздуха, и в результате многочисленных открываний и закрываний дверей модели шкафа-витрины весь холодный воздух выйдет наружу и будет замещен теплым воздухом, находящимся в ядре, т.е. воздухом магазина с температурой $+20 \div +24^{\circ}\text{C}$.

Массоотдача - это перенос массы в пределах одной фазы, является гомогенным переносом.

Уравнение расхода капельной жидкости можно распространить и на расход газа или воздуха:

$$W_{\text{в}} = \omega \cdot v \quad (11)$$

где $W_{\text{в}}$ - расход воздуха, $\text{м}^3/\text{с}$;

ω - площадь живого сечения, через которое холодный воздух через низ проема открытой двери покидает шкаф-витрину, $\text{м}^2/\text{с}$;

v - средняя скорость утечки холодного воздуха, $\text{м}/\text{с}$.

Расход холодного воздуха мы должны выразить также в функции λ , т.е. выражением:

$$W_{\text{в}} = f(\lambda) \quad (12)$$

Уравнение расхода модели и натуре мы можем выразить следующим критериальным уравнением:

$$\frac{W_{\text{в.н}}}{W_{\text{в.м}}} = \frac{\omega_{\text{н}} \cdot v_{\text{н}}}{\omega_{\text{м}} \cdot v_{\text{м}}} \quad (13)$$

Уравнение (13) можно выразить через вышеприведенные уравнения:

$$\frac{W_{\text{н}}}{W_{\text{м}}} = \frac{\ell_{\text{н}}^2}{\ell_{\text{м}}^2} \cdot \frac{v_{\text{м}} \cdot \sqrt{\lambda}}{v_{\text{м}}} = \lambda^2 \sqrt{\lambda} \quad (14)$$

Из этого выражения расход холодного воздуха натуре шкафа-витрины выразить через расход холодного воздуха в модели:

$$W_{\text{н}} = W_{\text{м}} \cdot \lambda^2 \sqrt{\lambda} \quad (15)$$

Уравнение (15) необходимо для пересчета расхода холодного воздуха с натуре на модель и наоборот.

Полное удаление холодного воздуха в смеси с дымом определялось тремя способами:

1. Визуально по полному удалению дыма с холодным воздухом.
2. С помощью устройства, состоящего из тонкого луча света пронизывающего зазор между полками и фотоэлемента с усилителем и микровольтметром.

3. С помощью трех безинерционных термометров измерялись температуры уходящего холодного воздуха после каждого открывания двери до полного удаления (утечки) этого холодного воздуха.

В результате проведения исследований на модели шкафа-витрины при частотах открывания-закрывания двери равным 6,0; 10,00; 13,00; 15,00 и 18,00 1/час было получено количество открываний и закрываний дверей до полного удаления холодного воздуха и замены его теплым воздухом во всем объеме модели шкафа-витрины.

Вывод

Полученные данные упростят проведение натуральных испытаний холодильных шкафов-витрин в рыбных магазинах и супермаркетах.

Литература:

1. **Голубев Б.В., Кобылянский И.Г., Шутов А. В., Долматова Е. В.** Экономический эффект от внедрения нового способа температурных испытаний и испытаний на оттаивание шкафов-витрин в магазинах, кулинарных магазинах, ресторанах, кафе и столовых /Голубев Б.В., Кобылянский И.Г., Шутов А. В., Долматова Е. В. // Вестник МГТУ. – 2007. - Т.10, № 4. - С.577-580.

2. ГОСТ 23833-95. Оборудование холодильное торговое (Общие технические условия). Издание официальное, межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, Минск, 1995 год.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В КАЧЕСТВЕ ПРЕБИОТИКОВ

Конева Е. Л., Аминина Н. М. (*г. Владивосток, Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ФГУП «ТИНРО-Центр», e-mail: koneva@tinro.ru*)

The possibility of the dairy-milk products with *Bifidobacterium* creation on base of biogel from seaweed was investigated. Established its prebiotics activity of biogel from seaweed in connection with *Bifidobacterium bifidum*. It was shown that bifidobacteria can use sodium alginate as the sole source of carbon and energy. The technology of the probiotic products was made the preserve time was defined.

Создание пищевых продуктов функционального назначения, способствующих профилактике различных заболеваний, продлению жизни, повышению умственной и физической работоспособности приобретает

особую значимость, особенно в связи с ростом числа заболеваний, обусловленных несбалансированным или недостаточным питанием. К наиболее распространенным функциональным продуктам относятся кисломолочные продукты, оздоравливающий эффект которых в значительной степени обусловлен обеспечением организма необходимыми питательными веществами и биологически активными продуктами метаболизма пробиотических культур. Одним из способов усиления функциональных свойств пробиотиков является сочетание их с пребиотиками – веществами, стимулирующими рост и размножение полезной микрофлоры.

В последнее время большое внимание уделяется исследованиям по созданию пребиотических веществ, в том числе из морского растительного сырья. Например, имеются подтверждения бифидогенных свойств олигосахаридов альгината натрия (ОА), полученных из бурых водорослей (Wang et al., 2006). В связи с этим особый интерес могут представлять продукты переработки водорослей, содержащие полисахариды, а также другие биогенные элементы, органически связанный йод.

Цель настоящей работы состояла в определении влияния продуктов переработки бурых водорослей на размножение бифидобактерий.

Исследована возможность получения пробиотических продуктов с использованием биогеля из морских водорослей, где основным функциональным компонентом является альгинат натрия.

В качестве объектов исследований использовали: культуру *Bifidobacterium bifidum*, штамм 791; альгинат натрия, полученный из ламинарии японской (*Laminaria japonica Aresh*); биогель из бурых водорослей «Ламиналь», который содержит высокомолекулярный полисахарид - альгинат натрия (не менее 35%), клетчатку, белок, маннит и другие минорные компоненты (липиды, пигменты, микроэлементы) (Подкорытова, 1991).

Количественный учет жизнеспособных клеток бифидобактерий проводили методом предельных разведений на среде Блаурокка. Наиболее вероятное количество клеток в единице объема рассчитывали по таблице Мак-Креди (Руководство к практическим занятиям по микробиологии, 1983).

Установлено, что биогель из бурых водорослей с высоким содержанием альгината проявляет выраженные пребиотические свойства в отношении *Bifidobacterium bifidum in vitro*. При этом альгинат натрия может использоваться бифидобактериями в качестве единственного источника питания. Это подтверждается снижением концентрации альгиновой кислоты в процессе размножения бифидобактерий через 24 ч в 1,3-2,0 раза по сравнению с начальным содержанием (рис.1).

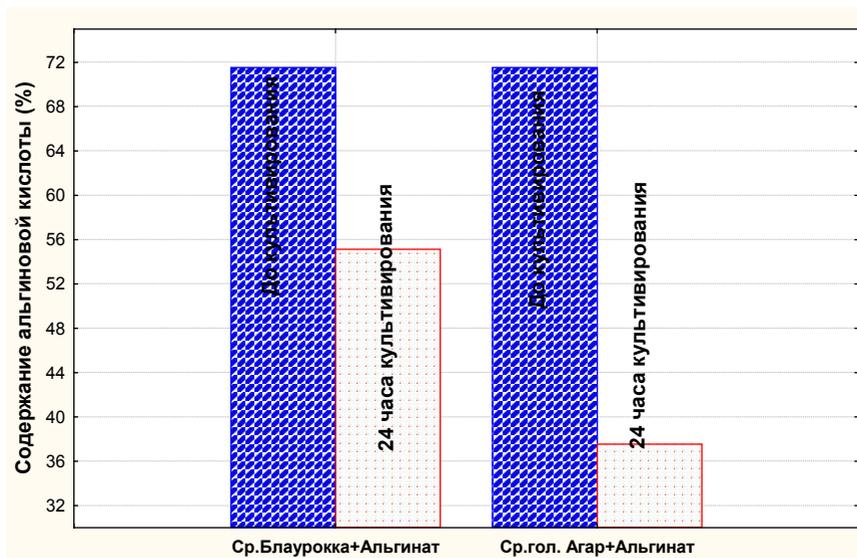


Рис. 1 Изменение содержания альгиновой кислоты в средах, содержащих альгинат, в процессе культивирования

Более интенсивное потребление альгината натрия бактериями при культивировании на голодном агаре объясняется отсутствием в данной системе каких-либо других питательных компонентов помимо альгината натрия. Однако альгинат натрия в чистом виде не является сбалансированным питательным субстратом для бифидобактерий. Колонии, выращенные на альгинате натрия, имеют значительно меньший размер.

Биогель является более благоприятным питательным субстратом для бифидобактерий, чем альгинат натрия. Через 24 часа культивирования численность бифидобактерий в среде, содержащей биогель, была на порядок выше, чем в среде с альгинатом натрия (рис.2). Можно предположить, что это связано с присутствием в биогеле других компонентов (клетчатки, макро- и микроэлементов) стимулирующих размножение бифидобактерий (Bezkorovainy, Miller-Catchpole, 1989).

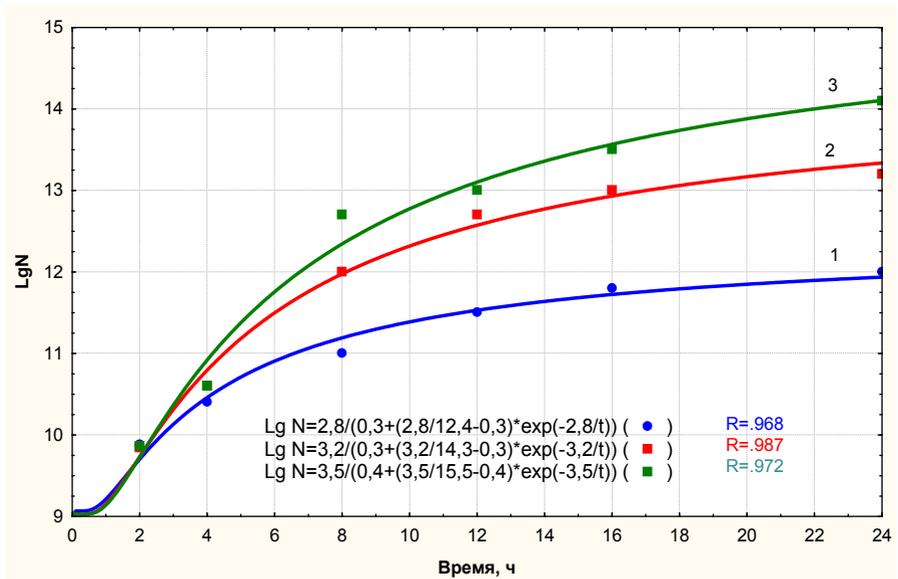


Рис. 2. Динамика численности *B. bifidum* на средах: 1 - среда Блаурокка, 2 - среда Блаурокка + альгинат натрия, 3 – среда Блаурокка + биогель «Ламиналь»

Установленные пребиотические свойства альгинатсодержащих продуктов переработки водорослей позволяют использовать их для производства функциональных продуктов питания.

Микробиологические исследования показали, что биогель достоверно активизирует размножение бифидобактерий в процессе ферментации. Введение биогеля из водорослей сокращает время сквашивания в 2,5-3,0 раза, улучшает структурно-механические свойства биопродукта и повышает жизнеспособность бифидобактерий. В результате полученный кисломолочный продукт обладает повышенной устойчивостью при хранении. Через 15 сут хранения титр бифидобактерий в продукте составляет 10^9 кл./мл.

Таким образом, установлено, что альгинатсодержащие продукты переработки водорослей стимулируют рост бифидобактерий *in vitro*, обладают бифидогенными свойствами и могут быть использованы в качестве пребиотиков в биотехнологии функциональных продуктов.

Литература:

1. **Подкорытова А. В.** Биологически активные вещества морских водорослей Дальневосточных морей // Всесоюзное совещание

«БАВ гидробионтов – новые лекарственные, лечебно-профилактические и технологические препараты». - Владивосток: ТИНРО, 1991. - С. 106.

2. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. Под ред. Н. С. Егорова. – М.: Изд-во «Моск. Ун-та», 1983. – 215 с.

3. **Bezkorovainy A., Miller-Catchpole R.** Biochemistry and physiology of Bifidobacteria. Boca-Raton, FL: CRC Press, 1989.- 213 p.

4. **Wang Y., Han F., Hu B., Li J., Yu W.** In vivo prebiotic properties of alginate oligosaccharides prepared through enzymatic hydrolysis of alginate // Nutrition research. – 2006. –Vol. 26 – I.11. – P. 597-603.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ СЫРЬЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И КОМПОЗИЦИЙ ИЗ ВОДОРОСЛЕЙ

Корниенко Н. Л., Бредихина О. В., Черкасова Л. Г. (*г.Москва Московский государственный университет прикладной биотехнологии, ул. Талалихина, 33., кафедра «Технология мяса и мясных продуктов» e-mail:rector@msaab.ru denis@msaab.ru*)

In connection with the ecological situation the necessity of use of the natural foodstuff balanced on micronutrients and containing (BAV) of a various spectrum of action, positively influencing functions and fabrics of the human bodies increases more and more. Seaweeds contains a complex BAV (biologically active polysaccharides, free amino acids, lipids, micro-macrocells, iodine containing substances, vitamins A and B), therefore they are widely used both in a natural kind, and in the form of food additives.

В условиях сложной экологической и социально-экономической ситуации качество питания ухудшается, в связи с чем приобретают актуальность разработка и внедрение в производство функциональных пищевых продуктов, которые содержат ингредиенты, повышающие сопротивляемость заболеваниям, способные регулировать физиологические процессы в организме человека.

Создание пищевых композиций функционального назначения и продуктов на их основе из животного и растительного сырья, повышающих сопротивляемость организма к неблагоприятным факторам окружающей среды и возможность снизить риск возникновения различных заболеваний. При разработки пищевых композиций возрастает роль микроэкологического фактора, поскольку экологическая система-организм человека и его нормальная микрофлора несут в себе элементы саморегуляции. Возрастает

роль факторов, стимулирующих интенсивное развитие и функциональную устойчивость основных видов кишечной микрофлоры.

При подготовке животного сырья выявляют соотношение основных нутриентов поскольку недостаток того или иного субстрата или метаболита служит регулирующим фактором для жизнедеятельности нормофлоры человека.

Внесение в животное сырье растительных экстрактов, полисахаридов и пищевых волокон способствует интенсивному развитию молочнокислых бактерий, занимающих особое место в нормофлоре человека.

Морские водоросли содержат комплекс БАВ (биактивные полисахариды, свободные аминокислоты, липиды, микро-макроэлементы, йодосодержащие вещества, витамины А и В), поэтому их широко используют как в натуральном виде, так и в виде пищевых добавок.

Химический состав и свойства морских водорослей позволяют с успехом применять их для профилактических и лечебных целей, широко применять для приготовления пищевых продуктов.

Разработка и реализация комплекса технологий пищевых продуктов функционального питания позволит не только рационально использовать запасы морских водорослей, но и расширить ассортимент и свойства функционально пищевых продуктов, что является актуальной задачей для науки и пищевой промышленности. Решение этих задач и выпуск новой продукции обеспечит население низкокалорийными, обогащенными БАВ продуктами, органолептические свойства которых не отличаются от традиционных и сбалансированных по пищевой ценности.

При производстве комбинированных продуктов возникают новые процессы: структурирование (образование микроструктуры), текстурирование (образование макроструктуры). Микро- и макроструктура дает представление о биологическом и преимущественно технологическом аспектах образования или преобразования структуры пищевых продуктов.

При этом следует иметь в виду, что органолептические, реологические и другие физические показатели являются производными микроструктуры, т. е. структуры формирующейся вследствие физико-химического взаимодействия на молекулярном уровне между белками, водой, углеводами, липидами и другими компонентами, входящих в состав пищевых продуктов.

При разработке технологии практически любого комбинированного мясного продукта необходимо знать функциональные свойства всех входящих в него компонентов. Функционально-технологические свойства добавок, вводимые в различные мясные продукты, зависят главным образом от свойств, содержащихся в них белков. Значение имеют вид и концентрация добавляемого белка, гидрофильных и гидрофобных групп, величина рН.

Создавая продукты функционального питания, необходимо понимать значимость микроорганизмов при их создании.

Активная биомасса способна создавать среду, при которой возрастает способность органолептических показателей, увеличение монолитности структуры и функционально-технологические свойства продукта.

Литература:

1. **Богданов В.Д. Сафронова Т.М.** Структурообразователи и рыбные композиции//1993г
2. **Мансветова Е.В.** Пищевые полисахариды и их использование в мясной промышленности//Мясная индустрия-2008г.
3. **Подкорыгова А.В.** Морские водоросли-2007г.
4. **Юдина С.Б.** Технология продуктов функционального питания//2008г.

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ЭМУЛЬГИРОВАНИЯ НА ДИСПЕРСНОСТЬ ЭМУЛЬСИЙ

Кращенко В. В., Сполохова В. А., Перцева А. Д. (г. Владивосток, ФГОУ ВПО «ДАЛЬРЫБВТУЗ», кафедра ТПП, charutti84@yandex.ru)

This article contains material work of research about influence time mix on the process creation emulsion system. In course this work will be examined size of fatty particles, which is characteristic factors stability and structure emulsion.

Одной из основных технологических стадий в процессе изготовления эмульсий является перемешивание или диспергирование. Для приготовления эмульсий, на практике пользуются механическими средствами, которые позволяют производить эффективное раздробление дисперсной фазы. В условиях современного производства многокомпонентных продуктов эмульсионной структуры необходимо получать частицы дисперсных фаз определенных размеров.

Процесс дробления и распределения фазы эмульсии основан на появлении в жидкой массе разности скоростей, вызывающей деформацию находящихся в аппарате частиц посредством вовлечения их в движение за счет вязкого трения, а затем их разрыв.

П. А. Ребиндер развил следующее представление о механизме эмульгирования. Первая стадия этого процесса заключается в растягивании каплей диспергируемой жидкости в поле скоростей дисперсионной среды. Вытягивание капли в нить сопровождается увеличением по-

верхности и затратой работы на преодоление молекулярных сил поверхностного натяжения. Такая вытянутая жидкая капля становится настолько неустойчивой что самопроизвольно распадается на мелкие сферические капельки. В этом и состоит вторая стадия образования эмульсий, сопровождается уменьшением поверхности и является самопроизвольным процессом. Затем наступает третья стадия, когда образовавшиеся капельки, с одной стороны, коалесцируют при столкновениях, а с другой - вновь растягиваются и распадаются на более мелкие до установления равновесия [1].

При получении эмульсии необходимо контролировать следующие характеристики: а) концентрацию; б) стабильность; в) размер частиц; г) вязкость. Эти свойства не являются независимыми друг от друга. Например, чем меньше размер частиц, тем больше вязкость и стабильность эмульсии.

Цель работы - исследовать влияние времени эмульгирования на размеры жировых частиц эмульсий, характеризующие стабильность и консистенцию эмульсии.

Объектом исследования являлись белково-липидные эмульсии. В качестве белковой фазы использовали измельченную мышечную ткань макруруса малоглазого. Липидная фаза представляла собой смесь рыбьего жира с растительным маслом. Количественное соотношение белковой и липидной фаз, % 70:30, которое обеспечивает стабильность структуры и хорошие сенсорные свойства эмульсии [2]. Продолжительность эмульгирования составляла, мин: 3; 6; 9 при скорости вращения рабочего органа эмульгатора 1200 об/мин. В качестве параметров, характеризующих эффективность процесса эмульгирования, исследовались: степень дисперсности и зависимость расслоения полученной эмульсии во времени.

Определение дисперсности и установление диаметров жировых частиц в исследуемых эмульсиях осуществляли методом микроскопирования.

Результаты исследования представлены на рис. 1,2,3.

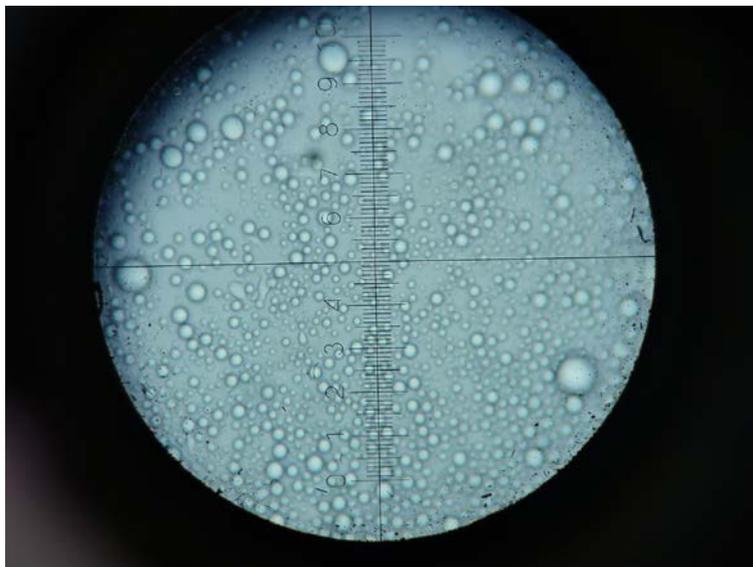


Рис. 1 – дисперсность жировых частиц белково-липидной эмульсии, время эмульгирования 3 мин



Рис. 2 – дисперсность жировых частиц белково-липидной эмульсии, время эмульгирования 6 мин



Рис. 3 – дисперсность жировых частиц белково-липидной эмульсии, время эмульгирования 9 мин

При исследовании влияния времени эмульгирования на размеры жировых частиц установлено, что перемешивание свыше 3 минут не улучшает качество эмульсий. При проведении операции эмульгирования средние размеры жировых частиц уменьшаются очень быстро в течение первых нескольких секунд и постепенно достигают предельного значения (0,1-0,3 мкм) за 3-6 минут. Увеличение времени эмульгирования до 9 минут и выше нецелесообразно вследствие: отрицательного действия кислорода, являющимся активатором окислительных процессов высоконенасыщенных жирных кислот, входящих в состав липидной фазы эмульсии больших затрат энергии.

Сравнительный анализ показал: все образцы характеризовались высокой, равномерной степенью дисперсности. По внешнему виду образцы представляли - идентичные между собой, высококонцентрированные, вязкие эмульсии, густой консистенции. Закономерность разделения каждой пробы эмульсии исследовали в течение 24 часов, по истечении времени наблюдения стабильность эмульсии составила 100 %.

Таким образом, исследована зависимость качества дисперсности эмульсий от времени эмульгирования. Полученные результаты свидетельствуют, что после 3-х минут эмульгирования качество дисперсно-

сти эмульсий изменяется не значительно. Вероятно, это связано с установлением агрегативной устойчивости и структурообразования эмульсионной системы, за данный промежуток времени.

Установленное в работе оптимальное время эмульгирования белково-липидных эмульсий – 3 минуты, позволяет получать тонкодисперсную эмульсионную систему с высокой агрегативной устойчивостью во времени.

Литература:

1. **Козин Н.И., Снегирева И.А., Беляева Г.К.** Применение эмульсий в пищевой промышленности. М.: Пищ. пром-ть. 1966. – С. 251.
2. **Сполохова В. А., Кращенко В. В.** Использование нетрадиционных видов сырья в технологии эмульсионных рыбных продуктов. // Всерос. науч.-практич. конференция «Инновационные наукоемкие технологии: Теория, эксперимент и практические результаты». – Тула: ТулГУ, 2010. С.25-27.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИБОРА «FOOD CHECKER» ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Куранова Л. К. (МГТУ, кафедра ТПП)

Реологические методы исследований рекомендуется использовать как для характеристики структурно-механических свойств пищевого сырья и продукции, так и для контроля технологического процесса её производства.

Одним из наиболее часто используемых методов исследования структурно-механических свойств пищевого сырья и продукции является пенетрация (зондирование). Пенетрацией называется метод исследования структурно-механических свойств полутвердых и твердых продуктов путем определения сопротивления продуктов проникновению в них инденторов (конус, шар, игла, цилиндр) со строго определенными размерами, массой и материалом при точно определенной температуре и за определенное время. Различают собственно пенетрацию, когда глубина погружения наконечника не превышает его высоты, и зондирование, если глубина погружения превышает его высоту.

Исследование может проводиться с постоянным усилием пенетрации (при этом определяется глубина погружения, так называемое, число пенетрации - ЧП); с постоянной скоростью погружения (регист-

рируется усилии в зависимости от глубины погружения); с постоянной глубиной погружения (измеряется усилии). Результаты пенетрационных испытаний являются объективными характеристиками, отражающими сопротивление материала смятию и сдвигу.

Пенетрационный метод испытаний как наиболее простой и легко воспроизводимый широко используется в лабораторной практике для сравнительной оценки (часто в условных единицах) реологических свойств пищевых масс при введении в них различных добавок (улучшителей качества или ускорителей того или иного технологического процесса), а также для изучения влияния какого-либо параметра технологического процесса (температуры, влажности, времени замеса и т. п.) на изменение консистенции продуктов. Этот метод можно применять, например, для контроля процесса изготовления и хранения консервов. В процессе консервирования наблюдается постепенное уменьшение значений ЧП, что свидетельствует об уплотнении тканей, которое зависит от особенностей гистологического строения мышечной ткани и её химического состава. При длительном хранении происходит старение консервов, характеризующееся ослаблением консистенции рыбы и, соответственно, увеличением ЧП.

На кафедре ТПП для оценки структурно-механических свойств пищевых продуктов (прочности, хрупкости, усилия резания, вязкости) используется японский прибор «Food Checker». Автором исследована возможность измерения величины пенетрации с помощью японского прибора «Food Checker».

«Food Checker» (прочностномер, гелометр) модель 302-B представляет собой комплекс испытательного прибора и измерительного устройства (рис. 1.), оснащённый регистрирующим приспособлением (самописцем), разработан г-ном Ямато, производство фирмы Ниппон Суйсан (Япония). Прибор укомплектован набором рабочих органов – инденторов и режущих насадок различной конфигурации и размеров. На вертикальной стойке находится измерительный столик, куда помещается исследуемый образец. Столик перемещается в вертикальном направлении, образец приводится в контакт с рабочим органом, вследствие чего прилагаемая нагрузка передаётся с помощью электромагнитной схемы на измерительно-показывающее устройство: стрелочный и цифровой индикаторы. При необходимости, производится непрерывная регистрация показаний на бумажном носителе самописца.

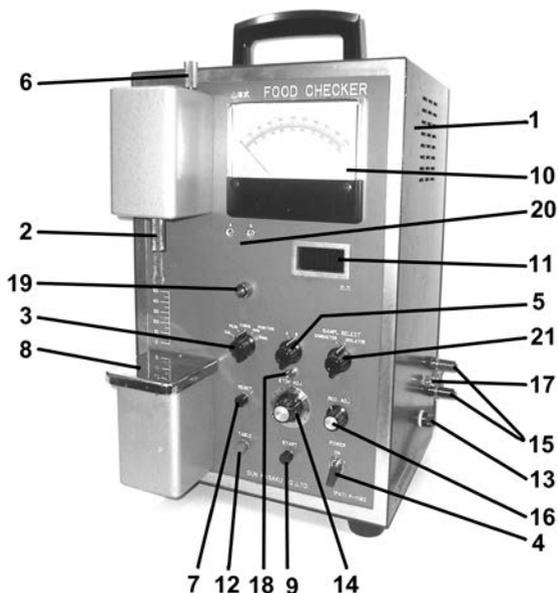


Рис.1 Прочностномер «Food Checker» (мод. 302-B):

1 – корпус; 2 – держатель рабочего органа; 3 – переключатель калибровки; 4 – включатель электропитания; 5 – переключатель силы нажатия; 6 – регулятор силы нажатия; 7 – включатель возврата в исходное положение; 8 – стол-подъемник для контрольного образца; 9 – включатель функционирования прибора; 10 – стрелочный индикатор; 11 – цифровой индикатор; 12 – кнопка включения стола; 13 – гнездо предохранителя; 14 – регулятор нажатия и релаксации под нагрузкой; 15 – вывод записывающего устройства; 16 – регулятор выходного напряжения; 17 – регулятор чувствительности; 18 – индикатор компаратора; 19 – сигнальная лампочка; 20 – регулировка индикации в граммах; 21 – выбор контрольного образца.

Принцип работы прибора основан на определении величины нагрузки, прилагаемой к образцу исследуемого продукта. При использовании прибора для определения пенетрации измеряется усилие (г), необходимое для проникновения плунжера на заданную глубину погружения. В качестве индентора используются плунжеры со стальным шарообразным наконечником.

Тумблером прибора (3) задаётся глубина погружения плунжера в исследуемый образец продукта, при достижении которой погружение автоматически останавливается. Достигнутое усилие проникновения, выраженное в граммах, снимается по стрелочному индикатору прибора (10).

Ход исследования.

Для исследования используется образец в виде измельчённого в фарш анализируемого продукта с прочной структурой (рыба, мясо и т. п.) или непосредственно вязкопластичные продукты (фарши, пасты, тесто).

Исследуемый образец помещают в кювету (бюксу), уплотняют с помощью шпателя так, чтобы кювета была заполнена доверху, а в продукте не осталось воздушных включений. С этой целью после наполнения контейнера исследуемый образец фарша подпрессовывают при минимальной нагрузке: поверхность фарша в бюксе закрывают полиэтиленовым кружком и ставят сверху разновес массой 100 г. Продолжительность подпрессовки (3 минуты) контролируют с помощью песочных часов или «задатчика» времени.

Кювету с подготовленным образцом исследуемого продукта укреплению на подвижном рабочем столе прибора так, чтобы плоскость образца касалась рабочего органа (шарообразной насадки диаметром 4 или 8 мм в зависимости от прочностных характеристик продукта). Тумблером функционирования прибора (9) рабочий стол приводится в движение. При движении стола прибора вверх происходит проникновение плунжера в образец. При достижении заданной переключателем прибора (3) глубины, равной 4 или 10 мм в зависимости от прочностных характеристик продукта, стол останавливается. В этот момент фиксируется значение усилия проникновения P (г). Показание снимается по стрелочному индикатору прибора (10). Измерения в каждом образце производят в трёх повторностях, за результат испытаний принимают среднее арифметическое трех определений.

Таким образом, по предложенной методике с использованием японского прибора «Food Checker» можно оценивать прочностные свойства пищевых продуктов методом пенетрации по величине «усилия проникновения» аналогично «числу пенетрации».

ИССЛЕДОВАНИЕ МЯСА ОЛЕНИНЫ НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

Туршук Е. Г. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра ТПП), Меднова Т. В. (Кооперативный техникум Мурманского Облпотребсоюза)

Актуальность выбранной темы – это получение новых видов продукции из одомашненного оленя Кольского полуострова – экологически чистого сырья, научно не достаточно исследуемого.

Недостаточность глубоких исследований, связанных с характеристиками мясной продуктивности, технологических свойств продукции оленеводства,

является серьезным сдерживающим фактором комплексной и целенаправленной переработки мяса оленины, что и предопределило актуальность проведения наших исследований.

Actuality of the chosen theme is a receipt of new types of products from the domesticated deer of the Kol'skogo peninsula – ecologically clean raw material, scientifically probed not enough.

Insufficiency of deep researches, related to descriptions of the meat productivity,, technological properties of products of the reindeer breeding is the serious retentive factor of the complex and purposeful processing of meat of venison, what predetermined actuality of leadthrough of our researches.

Мясо оленя является биологически полноценным высокобелковым диетическим продуктом. Его ценность по сравнению с говядиной значительно выше: витамины, микро - и макро элементы, даже селен, который выводит тяжелые металлы; потрясающий эффект – оленина способствует улучшению работы сердца и кровообращения, стимулирует половые функции, и многое другое, что дает статус оленине - экологически чистого продукта, уникального и известного во всем мире деликатеса.

Актуальность выбранной темы – это получение новых видов продукции из одомашненного оленя Кольского полуострова – экологически чистого сырья, научно не достаточно исследуемого.

Недостаточность глубоких исследований, связанных с характеристиками мясной продуктивности, технологических свойств продукции оленеводства, является серьезным сдерживающим фактором комплексной и целенаправленной переработки мяса оленины, что и предопределило актуальность проведения наших исследований.

Коренные жители Кольского полуострова традиционно занимаются оленеводством. В оленеводческих хозяйствах Мурманской области насчитывается около 56 тыс. голов оленей ненецкой породы. Для выпаса стад используется до 7,5 млн. гектаров оленьих пастбищ.

Оленина занимает одно из первых мест по биологической ценности и вкусовым качествам среди других мясных продуктов. Отличается высоким содержанием полноценных белков. Содержит макроэлементы: кальций, фосфор, магний, натрий, калий; микроэлементы: железо, марганец, цинк, медь, молибден, кобальт, никель, свинец содержит много селена - 25 мг/100г; витамины: А, С; свободные аминокислоты: цистин, лизин, гистидин, аргинин, аспарагиновая кислота, серин, глицин, глутаминовая кислота и т.д.

Основные исследования состояния мяса оленины проводились на базе СХПК «Тундра» - эпизоотически благополучного хозяйства, кото-

рое ежегодно поставляется на стол северянам свыше 400 тонн оленины. Продукция пользуется повышенным спросом у населения и реализуется как на внутреннем рынке, так и за рубежом (в Швеции).



Рис.1 Олени Кольского Полуострова
В СХПК "Тундра" сосредоточено основное поголовье лучших племенных оленей

Последний забой оленей, который проходил в феврале-марте 2011 года на мобильном убойном пункте с. Ловозеро показал, что нормы выхода оленины в % к живой массе оленей по упитанности составили средние показатели наиболее высокие, чем в других областях, осуществляющих переработку северных оленей % к живой массе оленей

Таблица 1 Нормы выхода мяса оленины, 1 и 2 категорий при переработке северных оленей

	Территориальные формирования мясной промышленности			
	Мурманская	Магаданская	Сахалинская	Якутия
Взрослые олени, всего	48,2	47,2	47,7	47,8
Молодняк, всего	47,6	45,6	47,2	46,9
Молодняк старшего возраста	48,1	46,1	47,3	47,2
Молодняк младшего возраста	47,9	45,7	47,0	46,7
Оленята 1 категории	48,8	47,6	47,9	48,2

Оленята 2 категории	46,4	45,9	46,1	46,2
---------------------	------	------	------	------

Анализируя показатели выхода нормы выхода оленины в % к живой массе оленей по упитанности на Кольском Полуострове, можно сделать вывод, что связано это с благоприятной экологией: ягельных сосняков и горных тундр. Оленем питаются также на прибрежные стациях, лесотундровых и заболоченных пространствах.

Рассмотрена товароведная характеристика мяса оленины животных Кольского Полуострова. Основная экспертиза проведена на базе СХПК «Тундра» на основании договора о сотрудничестве с учебным заведением. После проведения забойной компании, весь объем партии разделен на туши и полутуши, которые в дальнейшем замораживаются и являются основным сырьем для продукции из нее.

Проведен ряд исследований и определены показатели, подтверждающие соответствие качества данной продукции.

В феврале 2011 года испытания: оленины мороженой в тушах, объем партии 7 туш, на органолептические и микробиологические показатели, что соответствовало требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01

Таблица 2 Результаты испытаний

В марте 2011 года результатами исследовании продукции на соответствие СанПиН 2.3.2.1078-01 прил. 1 инд. 1.1.1. явились следующие показатели:

№ п/п	Наименование показателей	По нормативной документации	Значение определяемого показателя
			При испытании
1.	Внешний вид и цвет поверхности	Имеет корочку подсыхания бледно-розового или бледно-красного цвета	Имеет корочку подсыхания бледно-красного цвета
	Мышцы на разрезе	Слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтрованной бумаге, цвет свойственный данному виду мяса	Слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтрованной бумаге, цвет свойственный данному виду мяса
	Консистенция	На разрезе мясо плотное, упру-	На разрезе мясо в размороженном состоянии

		гое, образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро выравнивается	плотное, упругое; образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро выравнивается	
	Запах	Специфический, свойственный данному виду свежего мяса.	Специфический свойственный данному виду мяса	
Микробиологические показатели:		НД на метод испытания	По НД	При испытании
2	КМАФАнМ КОЕ в 1 г	ГОСТ 10444.15-94	Не более 1 x 10 ⁴	Менее 1 x 10 ¹
3	БУКП в 0,001 г	ГОСТ Р 50474-93	Не допускаются	Не выделены
4	Сальмонеллы в 25 г	ГОСТ 52814-2007 (ИСО 6579:2002)	Не допускаются	Не выделены
5	L/monocytogenes в 25 г	ГОСТ Р 51921-2002	Не допускаются	Не выделены

Таблица 3 Результаты испытаний

Проведены исследования оленины охлажденной в тушах (мороженая) на радиобиологические показатели, что соответствовало требований СанПина 2.3.2.1078-01 инд. 1.1.1

Определяемые показатели	Результат исследований, погрешность определения	Требование Нормативной документации	Единицы измерений	НД на методы исследований
Токсичные элементы:				
Массовая доля свинца	0,014	Не более 0,5	Мг/кг	МУК 4.1.986-00
Массовая доля мышьяка	Менее 0,025	Не более 0,1	Мг/кг	ГОСТ 26930-86
Массовая доля кадмия	0,014 +0,004	Не более 0,05	Мг/кг	МУК 4.1.986-00
Массовая доля ртути	Менее 0,001	Не более 0,03	Мг/кг	ГОСТ 26927-86
Пестициды:				

Содержание ГХЦГ	Менее 0,0001	Не более 0,1	Мг/кг	МУ № 2142-80
Содержание ДДТ и его ме- таболитов	Менее 0,0002	Не более 0,1	Мг/кг	МУ № 2142-80
Антибиотики: Тетрациклино- вая группа гризин бацитрацин	Не обнару- жены Не обнару- жены Не обнару- жены	Не более 0,01 Не более 0,5 Не более 0,02	Ед/г Ед/г Ед/г	МУ 3049-84

Таблица 3. Результаты испытаний

№ п/ п	Наименова- ние показателя	НД на метод испыта- ния	Значение определяемого показателя			
			Ед.	По НД	При ис- пытании	Погреш- ность Бк/кг +
Радиобиологические показатели						
1.	Уд. актив- ность Цезия – 137 (мясо без костей)	МУК 2.6.1.1194 -03	Бк/к г	32 0	92,5	13,0
2.	Уд. актив- ность Стронция – 90 (кости)		Бк/к г	20 0	62,1	23,2

Литература:

1. **Андреев, В. Н.** Научно-практические рекомендации по производству оленьего мяса / В. Н. Андреев // Проблемы Севера. – М., 1962. - Вып. 6. - С. 229-233.
2. Хранение и качественная оценка мяса домашних северных оленей : (метод. рекомендации) / Науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва Крайн. Севера ; науч. ред. Ф. М. Подкорытов. – Новосибирск, 1975. – 24 с.
3. **Шелепов, В. Г.** Заготовка и переработка северных оленей / В. Г. Шелепов, Н. Н. Аникиенко, М. Б. Носов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1999. – N 5. – С. 41-44.

4. Нормативные документы. СанПин 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», «Ветеринарно-санитарные требования предубойного осмотра животных» от 27.12.83г., с дополнениями от 17.06.88г.; «санитарные правила для предприятий мясной промышленности № 3238-85 от 27.03.85г., ГОСТ 10444.15-94,

5. ГОСТ Р 50474-93, ГОСТ 52814-2007 (ИСО 6579:2002), ГОСТ Р 51921-2002, ГОСТ 26930-86, ГОСТ 26927-86, МУ № 2142-80, МУ 3049-84, МУК 4.1.986-00, МУК 2.6.1.1194-03

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ РАЗВИТИЕМ ПРОФЕССИОНАЛИЗМА МОРСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Мойсеенко С. С., Мейлер Л. Е. (*Калининград, БГАРФ, кафедра «организация перевозок. moiseenkoss@rambler.ru , transport@bga.gazinter.net*)

В статье рассматриваются вопросы планирования и организационно-педагогического управления процессом развития профессионализма морских специалистов. На основе анализа проблем управления последипломным образованием специалистов выделена структура планов развития системы продолженного профессионального образования.

The article deals with the planning, organizational and pedagogical management of the process of professional development of marine professionals. Based on the analysis of problems management postgraduate education of specialists selected the structure plans for the development of continuing professional education.

Организационно-педагогическое управление развитием профессионализма специалистов рассматривается как главная стратегическая задача системы продолженного профессионального образования. Эта задача может быть решена только во взаимосвязи с другими задачами, к которым следует отнести: а) выполнение перспективных научных исследований; б) разработку методологического и методического обеспечения обучения, развития и саморазвития профессионализма морских специалистов; в) выполнение социально-организационных функций системы; г) создание новых развивающих технологий обучения и т.д. Из сказанного следует, что актуальной является задача оптимизации планирования и организационно-педагогического управления.

Оптимизация планирования и организационно-педагогического управления заключается в поиске решений, обеспечивающих «баланс» целей и средств достижения с учетом прогностических оценок будущих условий и влияния различных факторов на функционирование и разви-

тие системы. В этом контексте вопросы прогнозирования приобретают решающее значение. Так, прогнозирование будущих условий позволяет рассматривать и оценивать альтернативные варианты стратегий. Использование прогностических оценок при постановке игровых имитационных экспериментов, ориентированных на поиск оптимальной стратегии развития системы продолженного профессионального образования, позволяет обнаруживать возможные проблемы «узких мест» в будущем, а также изучать и оценивать вероятностные исходы стратегий при изменении ожидаемых условий, что позволяет оценить и степень устойчивости системы, ее адаптивные свойства [1].

Альтернативность является важной отличительной чертой процесса долгосрочного планирования, связанной с необходимостью вести постоянный стратегический выбор, основными элементами которого выступают: миссия и цели системы, стратегии, задачи, программы, ресурсы и др.

В планировании, особенно в долгосрочном, важное значение имеет анализ внешней среды. Результаты анализа служат инструментом, при помощи которого разработчики планов контролируют внешние по отношению к образовательной системе факторы с целью определения потенциальных проблем и новых возможностей. К факторам внешней среды мы относим: политические, социально-экономические, международные, технологические, рыночные, конкурентные. Основные аспекты анализа: факторы угрозы стратегии, факторы возможностей, степень влияния.

Стратегическое планирование развития профессионализма морских специалистов – это совокупность взаимосвязанных плановых документов, отражающих принятые управленческих решений и распределение ресурсов. Система планов служит формой материализации плановой деятельности системы продолженного профессионального образования, но не главным его результатом. Главным является определение целей, стратегий, программ, распределение ресурсов, позволяющих системе адаптироваться в изменяющихся условиях и выполнять свою миссию.

В результате системного анализа проблем стратегического управления последипломным образованием морских инженеров и экспертных оценок нами выделена структура планов развития системы продолженного профессионального образования. Это планы: маркетинга; научно-исследовательских работ; разработки методического обеспечения образовательной деятельности; образовательной деятельности в контексте развития профессионализма морских специалистов на протяжении всей жизни; развития образовательных технологий, ориентированных на профессиональное саморазвитие и самосовершенствование

личности морских специалистов; диверсификации; развития технологической и технической базы системы; финансовый; развития и социализации персонала образовательной системы. Названная система планов в последующем трансформируется в текущие и оперативные планы и планы-проекты, которые являются рабочим инструментом реализации стратегических планов.

Анализ литературных источников и работ, посвященных вопросам стратегического управления, показывает, что в социальной практике не существует четких рекомендаций, конкретных директив по организации процесса реализации стратегий, что объясняется многообразием как социальных систем, включая образовательные, так и многообразием стратегических ситуаций. Однако накопленный опыт работы зарубежных и отечественных социальных образовательных систем позволяет выделить инвариантные элементы процесса реализации стратегии, которые необходимо выполнить в процессе стратегического организационно-педагогического управления развитием профессионализма морских специалистов в системе продолженного профессионального образования. К числу таких элементов можно отнести: определение необходимых стратегических изменений; распределение ключевых управленческих задач; разработку системы планов; разработку бюджета; определение политики как ориентира для действий; определение критериев измерения результатов деятельности [1, 2].

В качестве важнейших условий реализации стратегий являются – мониторинг стратегической ситуации и интегративные процессы между подсистемами самой образовательной структуры и другими системами. Важное значение в организационно-педагогическом управлении играют такие подсистемы, как финансово-экономическая, маркетинга, технико-технологическая и др.

Финансово – экономическая подсистема реализует функции управления финансовыми потоками, разработкой бюджета, коммерческой деятельности, экономического планирования и анализа, обеспечением устойчивого экономического положения системы продолженного профессионального образования, эффективности системы.

Подсистема «маркетинг» обеспечивает решение стратегических и тактических задач в условиях рыночных отношений. Основными функциями маркетинга являются:

- анализ рынка образовательных услуг, изучение его состояния и динамики; исследование поведения клиентов и посредников; анализ деятельности конкурентов; прогнозирование конъюнктуры рынка и др.;

- разработка предположений и мероприятий по обеспечению устойчивого положения образовательной системы на рынке образовательных услуг;
- формирование стратегий и тактики работы с клиентами, определение ценовой политики;
- стимулирование деятельности персонала;
- организация, планирование и контроль маркетинга.

Технико-технологическая подсистема ориентирована на решение задач обеспечения учебного процесса современной лабораторной базой, тренажерами, техническими средствами обучения и др.

Экспериментально-исследовательская подсистема призвана решать задачи развития научных исследований и опытно-конструкторских работ. Предполагается, что исследования должны быть направлены на решения задач, связанных с обеспечением учебного процесса.

Подсистема «учебно-методическая и консультационная, дистанционного обучения» ориентирована на организацию и планирование учебной деятельности, оказание консультационных услуг, обеспечение учебного процесса учебно-методической литературой. Эта подсистема реализует также функцию дистанционного обучения, саморазвития и самосовершенствования морских специалистов. Функция консультирования в системе продолженного профессионального образования играет исключительно важную роль, так как развитие профессионализма на протяжении всей активной жизни специалиста обеспечивается, в первую очередь, через самообучение, саморазвитие и самосовершенствование. Специалисты «входят» в систему и получают полный «пакет» образовательных услуг в соответствии с их запросами. В этой связи эффективность дискретно-непрерывного процесса развития профессионализма зависит, при прочих равных условиях, от качества оказываемых услуг, включая выбор технологий обучения, обеспеченность методиками самодиагностики, учебно-методическими пособиями, виртуальными играми и др.

Административно-правовая подсистема призвана обеспечить общее организационное управление системой и, в первую очередь, стратегическое управление, т.к. оперативное управление в состоянии обеспечить руководители структурных подразделений и координирующий орган системы (учебно-методическое управление).

Информационно-аналитическая подсистема рассматривается нами в качестве основной, так как, по существу, управление – это информационный процесс.

Подсистема контроля и качества деятельности системы выполняет следующие функции: а) контроль выполнения стратегических и так-

тических (оперативных) планов; б) контроль качества деятельности системы в целом и отдельных подсистем; в) особой строкой выделяется контроль качества реализации процесса развития профессионализма морских специалистов.

В основе организационно-педагогического управления развитием профессионализма морских специалистов как стратегической задачи, ориентированной непосредственно на обучение, самообучение, саморазвитие и самосовершенствование продуктивной является идея метода комплексных целевых программ (КЦП) и программно-целевого управления.

Организационно – педагогическое управление процессом саморазвития и самосовершенствования морских специалистов в системе продолженного профессионального образования является центральной задачей, так как специалисты, входящие в систему, взаимодействуют с ней на протяжении всей их активной жизни. Основой развития является обучение и самообучение. В процессе обучения и самообучения специалисты имеют возможность актуализации полученных знаний на практике, что делает процесс саморазвития более эффективным. С другой стороны, специалисты, имеющие значительный опыт профессиональной деятельности, способны ставить перед собой сложные профессиональные задачи и находить пути их решения, причем для решения могут потребоваться новые знания, которые надлежит получить, используя имеющиеся знания [3]. Таким образом, развитие профессионализма специалиста движется по восходящей спирали.

Эффективность процесса саморазвития и самосовершенствования достигается высоким уровнем управления этим процессом и мотивации специалистов, повышением их готовности к саморазвитию и самосовершенствованию. Морской специалист, прежде всего, должен уметь организовать свою учебную деятельность, свою самостоятельную работу в контексте развития профессионализма.

Учебная деятельность – это, прежде всего, познавательная деятельность [4]. Поэтому «...ее организационно-психологическая структура включает в себя мотивацию; проблему (учебную ситуацию или учебную задачу в форме задания); исполнение (реализацию в форме учебных действий); контроль и оценку, переходящие в самоконтроль и самооценку (К. Прибрам, Ю. Галантер, Дж. Миллер).

Названные функции – это, по существу, функции организационно-педагогического управления, имеющие инвариантную структуру, и осуществляются они в условиях конкретных учебных ситуаций, решают определенную задачу, связанную с организацией учебной деятельности [1, 5].

В системе продолженного профессионального образования учебные ситуации могут возникать при обучении в ИПК на краткосрочных

курсах, когда слушатели работают непосредственно с преподавателями, так и в процессе самообучения, саморазвития и самосовершенствования. В этой связи, нами были исследованы наиболее общие и часто встречающиеся ситуации, определены основные этапы организации/самоорганизации деятельности в контексте профессионального развития специалиста: диагностика уровня профессиональной готовности и оценка учебной ситуации; самодисквалификация или объективная самооценка; программирование саморазвития и самосовершенствования; проектирование учебно-практической деятельности по самообучению, саморазвитию и самосовершенствованию; планирование реализации проекта; реализация проектов и планов [1]. Функциями, детерминирующими процессы саморазвития и самосовершенствования, являются мотивация, регулирование, диагностика и контроль.

Процесс профессионального саморазвития активизируется процессами проблематизации, требованиями социальной практики, факторами внешней среды и внутренней мотивацией. Профессиональное саморазвитие является важной компонентой профессиональной деятельности специалиста, но для того, чтобы система профессионального саморазвития «заработала» принципиально важным является создание адекватных организационно-педагогических условий и высокий уровень стратегического планирования и управления развитием профессионализма специалистов на протяжении всей активной жизни.

Литература:

1. **Мойсеенко С.С.** Социально-педагогические условия продолженного профессионального образования морских инженеров: Монография. - Калининград: БГА РФ, 2004. -210 с.
2. **Симонов В.П.** Педагогический менеджмент.-М.: Российское педагогическое агенство, 1997. -264 с.
3. **Сластенин В.А.** и др. Гуманистическая парадигма и личностно ориентированные технологии профессионально-педагогического образования. – М., 1999.
4. **Сериков В.В.** Образование и личность. Теория и практика проектирования педагогических систем. – М.: Логос, 1999. – 272 с
5. **Третяков П.И., Митин С.Н., Бояринцева Н.Н.** Адаптивное управление педагогическими системами. - М.: Академа, 2003.

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ УЛЬТРАЗВУКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОПТИЛЬНОГО ПРЕПАРАТА

Никонова А. С., Иваней А. А. (г. Мурманск, МГТУ, *nikonova5422@yandex.ru*)

В данном докладе рассматриваются вопросы получения высококачественного препарата для копчения с применением ультразвука. Полученный препарат для копчения будет содержать более полный комплекс ключевых химических компонентов, обуславливающих проявление основных эффектов копчения в обрабатываемых продуктах, по сравнению с уже существующими препаратами.

Ключевые слова: препарат для копчения, ультразвук, химические компоненты, эффект копчения.

In the given report questions of reception of a high-quality preparation for smoking with ultrasound application are considered. The received preparation for smoking will contain fuller complex of the key chemical components causing display of the main effects of smoking in processed products, in comparison with already existing preparations.

Key words: preparation for smoking, ultrasound, chemical components, effect of smoking.

В настоящее время все большее значение приобретает решение проблемы максимального сохранения биологической ценности пищевой продукции. В свете этого особую актуальность имеет вопрос поиска способов производства копченой продукции, альтернативных традиционным технологиям «дымового копчения», в том числе использование техники бездымного копчения.

Копчение в дыму обладает рядом весьма существенных недостатков: высокая вероятность попадания в продукт канцерогенных составляющих дыма (полициклических ароматических углеводородов, среди которых особую опасность представляет бензпирен, нитрозаминов и др.), неоднородность партии готовой продукции, необходимость в содержании дымогенераторного хозяйства, значительные вредные выбросы в атмосферу.

Применение коптильных жидкостей позволяет минимизировать содержание в готовом продукте канцерогенов, а в некоторых случаях - исключить совсем; обрабатываемый продукт будет иметь однородный состав по всей партии, причем его свойства могут быть заранее спроектированы (дозировкой, способом обработки и выбором жидкой коптильной среды определенного химического состава). Отпадет необхо-

димось санитарной обработки большого количества оборудования, улучшатся условия работы работников производства, снизится риск профессиональных заболеваний, появится возможность максимально автоматизировать производство, также уменьшатся выбросы в окружающую среду. Производство значительно интенсифицируется при использовании жидких коптильных сред, повышается выход готовой копченой продукции.

Однако бездымное копчение пока не так широко применяется на практике. Это объясняется и тем обстоятельством, выкопченный продукт зачастую обладает некоторыми специфическими свойствами по сравнению с традиционным, и недостаточностью проработки аппаратного оформления процесса нанесения бездымных коптильных сред на продукт, также имеет место проблема очистки сточных вод, содержащих большое количество фенолов и кислот.

В настоящее время, несмотря на разнообразие коптильных препаратов на российском рынке, существует необходимость в разработке новых коптильных сред с улучшенными технологическими свойствами, т. к. даже лучшие на сегодняшний день коптильные препараты (ВНИРО, «Ольховый дым», «Жидкий дым», «Жидкий дым плюс», «Вахтоль», «Фито-тысячелистник», «Сквама», «Нара», «Аромарос», «Ароматизатор коптильный») не позволяют получить продукт, который был бы неотличим от продукта, выкопченного традиционным способом (в среде технологического дыма, полученного непосредственно из дымогенератора).

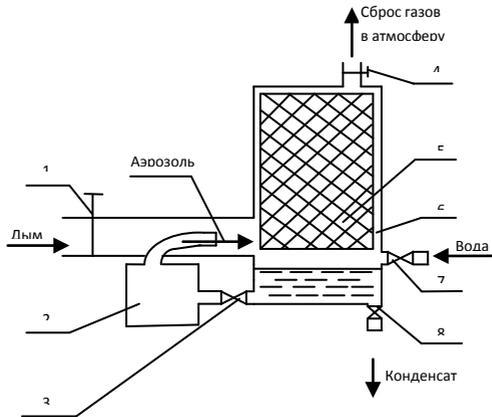
Одной из причин этого является неполная адекватность химического состава современных бездымных коптильных сред дымо-воздушной среде технологического дыма, что выражается в появлении специфических особенностей в свойствах готовой копченой продукции. Замена дымо-воздушной смеси – сложной химической среды, включающей свыше тысячи соединений, - задача повышенной сложности. К достижению этого результата стремятся разработчики коптильных препаратов, внедряя в производство все более совершенные технологии их получения.

Предлагаемому вниманию проект имеет своей целью получение значимых научных результатов, позволяющих переходить к созданию нового вида научно-технической продукции - коптильной жидкости с улучшенными свойствами, которые также могут быть использованы для осуществления опытно-конструкторских работ, направленных на налаживание серийного выпуска установки для получения коптильной жидкости.

Разработан способ получения коптильного препарата, позволяющий приблизиться к названному результату путем более полного улавливания компонентов дисперсной фазы дымо-воздушной смеси техно-

логического дыма. Результат достигается за счет распыления абсорбирующей жидкости с помощью ультразвукового генератора в аэрозоль с размером частиц 1-5 мкм (значительно меньше, чем размеры частиц воды, получающиеся при механическом способе распыления - 20-30 мкм), что приближается к размерному ряду основной массы коптильных частиц дымовых газов 0,1 – 0,5 мкм. При достижении эффекта более полного улавливания жидкостью коптильных компонентов технологического дыма, полученный коптильный препарат будет содержать более полный комплекс ключевых химических компонентов, обуславливающих проявление основных эффектов копчения в обрабатываемых продуктах, по сравнению с уже существующими препаратами.

Впервые предлагается способ производства коптильного препарата на установке, где осуществляется генерация водяного аэрозоля посредством применения ультразвука. Предлагается следующий способ аппаратурного оформления процесса: в конденсационную камеру заливается некоторое количество дистиллированной воды, включается ультразвуковой генератор аэрозоля. При открытом вентиле I, вся налитая жидкость попадает на волновод – излучатель, на котором под воздействием ультразвуковых колебаний при атмосферном давлении происходит распыление жидкости. Образующаяся взвесь избыточным давлением воздуха выносится из реактора, увлекая за собой дым, поступающий из дымогенератора (открывается задвижка I). Происходит перемешивание частиц дисперсной фазы дыма и капелек мелкодиспергированной жидкости. Дымо-воздушный поток, включающий в себя капельки распыленной жидкости, попадает в конденсационную камеру, где происходит конденсация препарата на решетке, его стекание в нижнюю часть камеры - накопителя и сброс газов в атмосферу (открывается задвижка II). После завершения первого цикла состояние запорной арматуры: вентили I, II, III закрыты, задвижки I, II закрыты. После стекания всего образовавшегося конденсата в накопитель начинается второй цикл, все процессы аналогичны первому, вместо дистиллированной воды в ультразвуковой генератор подается конденсат дыма. После некоторого числа циклов, необходимого для наиболее полного улавливания коптильных веществ из дыма, готовый коптильный препарат в виде конденсата удаляется из установки через нижний патрубок и сливной вентиль III. Схема установки представлена на рис. 1. Данное техническое решение защищено патентом на полезную модель № 101617, зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей РФ 27 января 2011 г.



1 – задвижка I; 2 - ультразвуковой генератор аэрозоля; 3 - вентиль I; 4 – задвижка II; 5 – решетка; 6 - конденсационная камера; 7 – вентиль II; 8 – вентиль III.

Рис. 1 – Схема установки для получения коптильного препарата

В ходе работ по претворению проекта в жизнь перед исполнителями были поставлены следующие задачи:

- разработка аппаратурного оформления способа получения коптильной жидкости: проектирование установки;
- монтаж установки;
- оптимизация работы установки, определение режимов наилучшего ее функционирования;
- проведение серии экспериментов, согласно способу, приведенному выше;
- исследование функциональных и технологических свойств полученных образцов коптильного препарата: определение органолептических, физико-химических, микробиологических показателей, а также показателей безопасности;
- анализ полученных результатов, оптимизация и апробация технологии получения коптильного препарата;
- разработка и утверждение нормативной документации на полученный препарат.

Первый этап исследований в рамках данного проекта осуществляется на базе лаборатории «Современные технологические процессы переработки гидробионтов» кафедры Технологии пищевых производств МГТУ на экспериментальной установке, состоящей из ИК-дымогенератора, абсорбера, ультразвукового увлажнителя воздуха Aquasom MX-850.

Объектом исследования в данном проекте является копильный препарат, полученный на экспериментальной установке, включающей в себя ультразвуковой генератор аэрозоля. В ходе выполнения работ по проекту будут получены опытные образцы копильного препарата, произведен анализ их функциональных и технологических свойств: органолептических, физико-химических (количественная оценка - общая кислотность, содержание фенольных и карбонильных соединений), также количественная оценка показателей безопасности (концентрация 3,4-бенз(а)пирена и нитрозодиметиламинов) - согласно требованиям Сан-ПиН 2.3.2.1293-03 «Гигиенические требования к применению пищевых добавок». Заключительным этапом работ по получению образца копильного препарата будет стандартная процедура очистки для удаления смолистой фракции.

По окончании работы над проектом предполагается получить копильный препарат, который мог бы применяться для обработки рыбной и мясной продукции, в результате чего получился бы готовый продукт, по органолептическим свойствам максимально приближенный к выкопченному традиционным дымовым способом. В случае достижения указанного результата можно утверждать, что продукт исследований – новый копильный препарат будет обладать некоторыми конкурентными преимуществами перед аналогичными продуктами и найдет свою нишу на рынке.

Использование результатов данного проекта даст положительный эффект в социальной плоскости: будет наблюдаться улучшение потребительских качеств продукции, изготовленной с использованием разработанного копильного препарата (улучшение органолептических свойств).

Потенциальными потребителями научно-технического результата проекта, то есть нового копильного препарата, могут стать пищевые предприятия города Мурманска и региона, а также всей России.

Литература:

1. **Иваней А.А., Никонова А.С., Голубева О.А.** Устройство получения копильной жидкости. Патент на полезную модель № 101617 Заявка 2010135229/13 23.08.10г. Приоритет полезной модели 23.08.10г. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей 27.01.11г. Срок действия патента истекает 23.08.20г. Опубликовано 27.01.11г. Бюл. № 3

2. **Голубева О.А., Никонова А.С.** Применение ультразвука при производстве копильного препарата/ О.А. Голубева, А.С. Никонова. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их реше-

ния в науке, транспорте, производстве и образовании 2010». Том 6. Технические науки. – Одесса: Черноморье, 2010. – с. 76-79.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕННОЙ КУЛИНАРНОЙ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ «РЫБА ЗАЛИВНАЯ, В ЖЕЛЕ, РЫБНЫЕ ЗЕЛЬЦЫ» НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКАТА КОЛЮЧЕГО

Шокина Ю.В., Петров Б.Ф., Богданова О.Ю., Обухова Н.Е., Порцель М. Н. (г. Мурманск, ФГОУВПО «МГТУ», кафедра ТПП, кафедра микробиологии, кафедра химии, *sokochka7@mail.ru*)

Аннотация. One of the most important tasks of modern civilization is to improve the quality of life of human society. The concept of «quality of life» should be understood primarily as welfare of the individual and society as a whole. In addition to economic and social components, there are one more aspect which can not be overstated - the quality of food. In a comprehensive update of Russian society in recent years the state embarked on a social reorientation of the economy. Its aim is meeting the needs of people in a healthy eating as well as the saturation of the domestic market with consumer goods and services in the desired range and a high-quality approaching to the best examples of world-class. In solving these problems the importance of culinary food production, as part of quality of life, can not be overrated.

Питание является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье населения. Правильное питание обеспечивает нормальный рост и развитие детей, способствует профилактике заболеваний, prolongation жизни людей, повышению работоспособности и создает условия для адекватной адаптации их к окружающей среде. На протяжении практически всего периода существования человеческой цивилизации пища, преимущественно, рассматривалась как средство, предназначенная для удовлетворения чувства голода, аппетита и вкусовых потребностей. Но в последние десятилетия ввиду роста числа хронических заболеваний и установления их причинной связи с несбалансированным питанием, к пищевым продуктам стали относиться и как к эффективно-му средству поддержания физического и психического здоровья и снижения риска возникновения многих заболеваний. Компенсировать серьезный дефицит нутриентов и предотвратить серьезные отрицательные последствия для здоровья невозможно без включения в рацион обогащенных продуктов питания.

Производство таких продуктов является одним из направлений «Концепции государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации». В области производства пищевых продуктов Концепция называет в качестве приоритетных задач получение новых видов пищевых продуктов, использование побочного сырья пищевой и перерабатывающей промышленности для производства полноценных продуктов питания, создание технологий производства качественно новых пищевых продуктов и продуктов лечебно - профилактического назначения для предупреждения различных заболеваний и укрепления защитных функций организма.

Таким образом, разработка новых технологий обогащенных продуктов питания высокой степени кулинарной готовности на основе новых видов пищевого сырья, в том числе водного происхождения, богатого эссенциальными микро- и макроэлементами, представляет собой весьма актуальную задачу.

Выбор в качестве сырья для приготовления рыбного бульона для заливных блюд нетрадиционного для Северного бассейна промыслового объекта – ската колючего обусловлен рядом причин, среди которых основными являются:

- хрящи ската содержат комплекс биологически активных веществ,
- на вылов ската колючего отсутствует квота;
- значительные ресурсы для масштабной добычи ската, тогда как его производство и обработка развиты в недостаточной степени;
- низкая стоимость сырья позволит сделать готовую кулинарную продукцию конкурентоспособной.

На протяжении нескольких последних десятилетий ученые разных стран мира ведут разработки препаратов из хрящей акулы и ската [1], используемых при лечении воспалительных процессов, а также в качестве противоопухолевых агентов. Любые продукты из хрящей указанных рыб заслуживают самого высокого внимания в качестве профилактических средств при воспалительных заболеваниях опорно-двигательного аппарата. Они являются главными источниками хондроитинсульфатов и глюкозамина. Хондроитинсульфаты - это кислые гетерополисахариды, отличающиеся сульфатированием разных гидроксильных групп в моносахаридных звеньях, числом сульфатных групп, а также изомерами моносахаридов [1]. При гидролизе хондроитинсульфатов образуется дисахарид хондрозин. В костных тканях хондроитинсульфаты связаны с белками, которые составляют до 17-22% от массы смешанной макромолекулы. Такие смешанные макромолекулы называют протеогликанами. Активность хондроитинсульфатов определяется остат-

ком сложных сахаров, называемых глюкозаминогликанами, которые обладают способностью заново образовывать хрящ и оказывать противовоспалительное действие и помогать лечению сердечных заболеваний [1].

В последнее время состояние здоровья населения характеризуется негативными тенденциями: продолжительность жизни населения в России значительно меньше, чем в большинстве развитых стран, наблюдается рост заболеваемости сердечно-сосудистой системы и онкологических заболеваний. Одной из основных причин такого положения является нарушение полноценного, рационального питания, вызванное кризисным состоянием производства пищевых продуктов и резким снижением покупательной способности большей части населения страны. Остро стоит проблема качества пищевых продуктов и продовольственного сырья. Эти обстоятельства позволяют однозначно рассматривать пищевую продукцию из ската колючего как обогащенную, способную сыграть важную роль в профилактике заболеваний населения.

Учеными МГТУ под руководством профессора Ершова А.М. [2] в конце 90-х годов разработана технология переработки ската колючего на пищевые цели. Основным препятствием для переработки ската колючего на пищевые цели являлось высокое содержание мочевины в мышечной ткани, что обуславливало специфические запах и вкус мяса после тепловой обработки. Проведенными исследованиями было установлено, что эффективным способом удаления мочевины из тканей ската является отмачивание дефростированного мяса ската в воде при комнатной температуре в течение от 1,0 до 1,5 часов при соотношении рыба: вода 1 : 2 [2].

Известно, что мочевина легко разлагается при температуре выше 65 °С [2]. Данное свойство мочевины, может быть использовано при разработке технологии кулинарной рыбной продукции из мяса и хрящей ската колючего, а также заменить длительную операцию отмачивания дефростированного полуфабриката, неизбежно влекущую к потере значительной доли ценных биологически-активных водорастворимых компонентов хрящевой и мышечной ткани, на кратковременное бланширование дефростированного полуфабриката. Под воздействием высокой температуры произойдет разрушения мочевины, а также упростится процесс разделки ската при сохранении полезных соединений тканей, нечувствительных к действию высоких температур.

На основании вышеизложенного предложено заменить длительную операцию отмачивания дефростированного полуфабриката, на кратковременное бланширование. Для подтверждения данного предложения проведены исследования азотистых соединений тканей ската колючего, подвергнутого после дефростации отмачиванию и бланширова-

нию, и сравнительный анализ полученных результатов. Экспериментально подтверждена эффективность бланширования для удаления мочевины. Данная операция введена в технологическую схему процесса, для нее определены рекомендуемые технологические режимы [4] .

В результате проведенных экспериментов разработаны технологические схемы производства широкого ассортимента продукции рыбы заливной, в желе и рыбных зельцев: «Рыба заливная под соусом майонез с креветками», «Треска заливная классическая», «Рулетики из трески с грибами», «Заливное ассорти со скатом», «Студень из ската», «Студень из мяса ската и креветок», «Студень из мяса ската и форели», «Заливное из трех видов рыбы», «Студень из мяса ската с овощами».

Для каждого их перечисленных выше ассортиментов кулинарной продукции разработана рецептура, состав которой оптимизирован на основе интегральной оценки качества готовой продукции с применением методов математического планирования эксперимента.

При разработке интегрального показателя качества (далее ИПК, методика Шокиной-Мартыненко [3]) новых видов продукции учтены:

- органолептическая оценка продукции по разработанной шкале с учетом коэффициентов значимости показателей;
- реологические параметры (для рыбы заливной, в желе и рыбных зельцев);
- степень соответствия фактического соотношения в готовой продукции основных пищевых нутриентов (белки, жиры, углеводы, микро- и макроэлементы, витамины, хондроитинсульфат) рекомендуемым нормам потребления для разных групп населения;
- содержание мочевины.

Каждому из перечисленных комплексных и единичных показателей назначен обоснованный весовой коэффициент, учитывающий вклад каждого в качество и безопасность продукта в целом.

Результаты оптимизации позволили разработать рекомендуемые технологические режимы изготовления продукции. В дальнейшем исследования позволят разработать рекомендации по предпочтительному употреблению новых видов кулинарной рыбной продукции отдельными потребительскими группами.

Совместно с кафедрой микробиологии МГТУ проведены исследования по гигиеническому обоснованию сроков годности. Исследования проводились для трех температурных режимов хранения продукции:

- от 5 до 8 °С;
- от минус 2 до 2 °С;
- от минус 8 до минус 5 °С.

В продукции согласно разработанного исходя из предполагаемого срока хранения (5 суток) графика исследований (фон, 3, 5, 9-е сутки хранения) определялись микробиологические показатели (СанПиН 2.3.2.1078): МАФАНМ, а также БГКП, сульфитредуцирующие клостридии, сальмонелла, плесени и дрожжи. Параллельно с микробиологическими исследованиями проводилась органолептическая оценка образцов продукции. Анализ полученных результатов позволил определить оптимальные с точки зрения безопасности и потребительских свойств режимы хранения новых видов рыбной кулинарной продукции [4].

Экспериментально исследованы реологические показатели гелей на основе бульона из хрящей и кожи ската колючего. В основу исследования положены методики, позволяющие определять прочность геля и температуру его плавления. Анализ полученных результатов позволил установить возможность отказа от использования структурообразователя (желатины) при приготовлении ланспига для заливной рыбы, рыбы в желе и рыбных зельцев, а также установить каковы перспективы использования в качестве гельобразующих веществ продуктов высокотемпературного гидролиза соединительнотканых белков хрящей и кожи ската колючего. В традиционной технологии использование уксуса при приготовлении ланспига обусловлено именно созданием оптимальной pH (сдвиг относительно ИЭТ в кислую область), способствующей повышению прочности геля. Таким образом, для установления рекомендуемых технологических режимов приготовления ланспига на основе рыбного бульона из крыльев ската по традиционной схеме, а также изучения предпосылок для отказа от использования традиционного структурообразователя и замены его на другой желирующий агент, например, хрящи и кожу ската колючего, необходимо определить ИЭТ желатины [4].

Использование бульона на основе хрящей, отходов от разделки и кожи ската в качестве основы для ланспига позволяет получать гели. Однако проведенными исследованиями установлено, что использованные соотношения сырьевых компонентов для приготовления бульона не обеспечивают требуемых механической прочности и термоустойчивости гелей.

Изменение соотношения рыба : вода при варке бульона в сторону увеличения компонентов (хрящи ската, кожа ската) из которых в процессе высокотемпературного гидролиза при варке бульона образуются соединения, увеличивающие прочность и термоустойчивость гелей, позволит в дальнейшем полностью исключить желатину из рецептуры бульона для ланспига. Экспериментально установлены предельные значения содержания отдельных видов используемого рыбного сырья

(хрящей ската и кожи ската) для варки бульона – основы ланспига, в процентах на общую массу рыбного сырья. Они составляют не менее 50 % хрящей ската и 15,0 % кожи ската на общую массу рыбного сырья соответственно [4].

Литература:

1. **Сорокоумов И.М., Ежова Е.А., Быкова В.М., Немцев С.В., Шмидт Е.А., Албулов А.И.** Хондроитинсульфат из хрящей рыб / Рыбпром. -- №3, 2007

2. **Ершов, А.М.** Исследование возможности использования мяса ската колючего на пищевые цели / А. М. Ершов, В. В. Корчунов, Б. Ф. Петров // О приоритетных задачах рыбохозяйственной науки в развитии рыбной отрасли России до 2020 года : материалы междунар. науч.-практ. конф., Москва, 24-25 ноября 2004 г. / ВНИРО. – Москва, 2004. - С. 224-226.

3. **Шокина, Ю.В.** Исследование мурманского рынка рыбной кулинарной продукции / Ю. В. Шокина, Л. М. Третьякова, Н. С. Сергеева, Ю. Ф. Файзуллова // Техника и технологии переработки гидробионтов и сельскохозяйственного сырья : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. Н. Н. Рулева, 24-25 апр. 2008 г. / МГТУ. - Мурманск, 2008. - С. 68-71.

4. **Шокина Ю.В., Обухова Н.Е., Богданова О.Ю., Петров Б.Ф., Райбуллов С.П., Шамаилова Т.М., Щетинский В.В.** Разработка технологии функциональных рыбных кулинарных изделий на основе использования нетрадиционных объектов промысла Северного бассейна / Ю.В. Шокина, Н.Е. Обухова, О.Ю. Богданова, Б.Ф. Петров, С.П. Райбуллов, Т.М. Шамаилова, В.В. Щетинский // Освоение водных биологических ресурсов Арктики международное сотрудничество : материалы междунар. семинара, Норвегия, г. Тромсе, 15 – 17 сентября, 2010 г. / Барк «Седов», Тромсе, 2010. – С. 98-101.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЧАСТИЧНОГО ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ ЛОСОСЕВЫХ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ РЫБНЫХ БУЛЬОНОВ

Панчишина Е. М., Кращенко В. В. (г. Владивосток, ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», кафедра технологии продуктов питания, e-mail: victoriy_vl@mail.ru)

This article considers the results of setting rational figures (ferment concentration, the duration of processing) of partial fermentative gidrolis of

salmon food wastes for production fish brothes. The comparative grade of fish brothes produced by heat gidrolis and partial fermentative treatment of raw materials are presented.

Известно, что бульоны, полученные при термической обработке рыбных пищевых отходов, являются источником белковых веществ, представленных в основном коллагеном или продуктами его гидролиза (желатиноподобные вещества). Физиологическую ценность таких бульонов характеризует, очевидно, количество и форма коллагена.

Коллаген, содержащийся в тканях, можно гидролизовать не только тепловым способом, но и применением протеолетических ферментов [1].

Ферментативный гидролиз, как наиболее щадящий способ деструкции, позволяет сохранить ценные компоненты без нарушения их структуры и модификации [2,3].

Поскольку глубина или степень ферментативного гидролиза сырья предопределяет качество конечного продукта (гидролизата), то цель наших исследований состояла в установлении рациональных параметров его частичного проведения при получении рыбных бульонов.

Объектами исследования служили модельные системы (МС) из вторичных коллагенсодержащих ресурсов филейного производства горбуши (кожа, кость хребтовая). Массовое соотношение кожи и костей в МС естественное (природное).

В качестве ферментного препарата использовали микробиальную протеазу – протамекс из *Bacillus* (протеолетическая активность 4,81 Пе/г).

Условия ферментативного гидролиза следующие: рН среды 7,0; соотношение воды и тканей 1:2; количество вносимого препарата: 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 мг/г; температура 37 ± 2 °С; продолжительность 6 ч. Каждые 2 ч отбирали пробы жидкой фракции для определения количества общего азота (рефрактометрическим методом), аминного азота (потенциометрическим методом) с последующим вычислением степени гидролиза [4].

Зависимость степени гидролиза от концентрации ферментного препарата и продолжительности ферментирования выражена графически и представлена на рис.1.

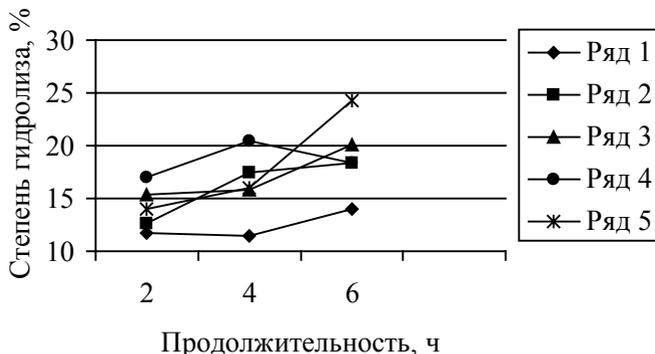


Рис.1 Зависимость степени гидролиза от продолжительности ферментирования при различных концентрациях ферментного препарата (мг/г): 0,5 (1), 1 (2), 1,5 (3), 2 (4), 2,5 (5).

Из полученных данных следует, что с ростом концентрации ферментного препарата и продолжительности гидролиза в основном наблюдается увеличение количества общего и аминного азота и соответственно степени гидролиза белка. Исключение из общей закономерности составляют отдельные образцы. Максимальная степень гидролиза белков при концентрации ферментного препарата 1,5 и 2,5 мг/г и продолжительности гидролиза 6 ч, составила 21 и 24,3 % соответственно.

Поскольку перед нами не стояла задача в лимитирующей глубине гидролиза белка, то наиболее рациональными параметрами получения бульонов с частичным ферментативным гидролизом установлены: концентрация фермента 2 мг/г (или 0,01 Пе/г) и продолжительность гидролиза 4 ч. При этом степень гидролиза приближена к максимальной и составила 20,5 %.

С целью инактивации ферментного препарата и достижения кулинарной готовности бульонов для последующей их оценки, МС с установленными условиями ферментативного гидролиза подвергли термической обработке при температуре 90 ± 2 °С в течение 40 мин. После чего, жидкую фракцию (условно обозначенную Б-1), отделили от твердой фильтрацией.

В качестве образца сравнения служил бульон (Б-2), полученный тепловым гидролизом пищевых отходов лососевых в следующих условиях: температура 90 ± 5 °С; соотношение сырья и воды 1:2; продолжительность 60 мин; прямой нагрев; режим свободного испарения воды.

Полученные образцы бульонов исследовали органолептически по комплексному показателю – «внешний вид», характеризующему еди-

ническими показателями – прозрачность (мутность) и цвет. Результаты оценки представлены в виде профилограммы (рис.2).

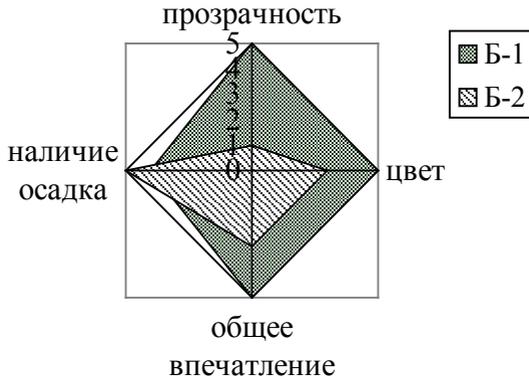


Рис.2 Профилограмма органолептической оценки исследуемых образцов рыбных бульонов

Из данных рис.2 следует, что частичный ферментативный гидролиз заметно улучшает органолептические показатели - бульоны прозрачные с золотистым (ярко-желтым) цветом. Наличие осадка высотой 1-2 мм в виде хлопьев не сказывается на общем впечатлении.

Параллельно исследуемые образцы бульонов оценивали на способность к застудневанию при температуре 2 ± 2 °С, характеризующую показатель «характеристика структуры». Так, Б-1 в охлажденном состоянии имел структуру жидкости, тогда как, Б-2 – структуру плотного студня. Это объясняется тем, что ферментативный гидролиз коллагена не обеспечивает необходимого количества желатиноподобных веществ.

Однако содержание сухих веществ при этом во всех образцах бульонов составило 5,4 – 6,6 %.

При биологической оценке рыбных бульонов использовали стандартную синхронизированную культуру инфузории вида *Tetrahymena pyriformis*. Биологическую ценность характеризует скорость протекания процессов жизнедеятельности индикаторного организма под воздействием количества и качества пищевого объекта, что может быть оценено по приросту числа клеток инфузорий по дням опыта. Чем выше биологическое качество или биологическая активность продукта, тем лучше он усваивается, и отмечается более интенсивный рост инфузорий на средах [5]. Для этого ежедневно проводили подсчет числа выросших

инфузорий, в качестве контроля служила сырая мышечная ткань горбуши и стандартный казеин. Полученные результаты выражены графически и представлены на рис.3.



Рис.3 Динамика роста инфузорий *Tetrahymena pyriformis* на средах с бульоном Б-1 (1), Б-2 (2), мышечной тканью горбуши (3) и казеином (4) 10^4

Как следует из рис.3, в первые двое суток в средах с бульоном Б-1 наблюдался интенсивный рост числа клеток инфузорий. Такой прирост можно объяснить тем, что в результате ферментативного гидролиза структура белка имеет лучшую атакуемость пищеварительными ферментами, и, как следствие, продукт легче усваивается. Аналогичный рост наблюдался и в среде с Б-2 и мышечной тканью, но в замедленном темпе. Отсюда можно предположить, что при тепловом гидролизе белок, так же как и в нативном состоянии (сырая мышечная ткань), находится в трудно усваиваемой форме.

Сравнительная характеристика относительной биологической ценности (ОБЦ) исследуемых образцов бульонов относительно стандартного казеина и мышечной ткани горбуши представлены в виде диаграммы (рис.4).

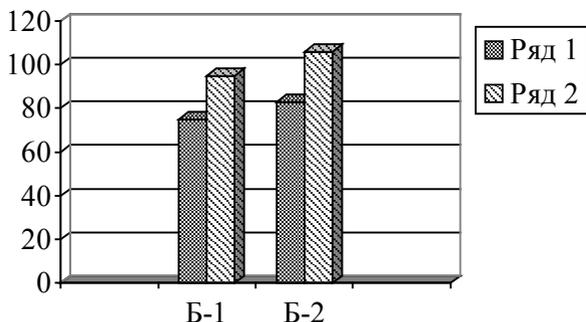


Рис.4 Сравнительная характеристика ОБЦ (%) исследуемых образцов бульонов относительно стандартного казеина (1) и мышечной ткани горбуши (2)

Относительная биологическая ценность исследуемых образцов бульонов достаточно высокая и составляет 75 - 83 % относительно казеина, и превышает значения ОБЦ относительно мышечной ткани горбуши на 24 %.

Таким образом, в ходе проведенных исследований установлены рациональные условия проведения частичной ферментативной обработки пищевых отходов лососевых: концентрация фермента 0,01 Пе/г, продолжительность гидролиза 4 ч. Проведенная сравнительная оценка рыбных бульонов показала, что частичная ферментативная обработка сырья позволяет получать бульоны с высокими показателями качества, и такие бульоны можно рекомендовать в качестве основы рыбных супов и соусов для повышения пищевой и биологической ценности.

Литература:

1. **Богданов, В.Д.** Структурообразователи и рыбные композиции [Текст] / В.Д. Богданов, Т.М. Сафронова // М.: ВНИРО, 1993.- С. 96-100.
2. **Пивненко, Т.Н.** Биотехнологические способы переработки и направления практического применения хрящевой ткани гидробионтов [Текст] / Т.Н. Пивненко, Г.Ю. Суховерхова // Владивосток, 2009. - 115 с.
3. **Давидович В.В.** Биотехнология биологически активной добавки к пище «Моллюскам». [Текст]: автореф. дис. ... к-та техн. наук по специальности 05.18.07 / ФГУП «ТИНРО-Центр» - Владивосток, 2005. – 23 с.

4. **Пивненко Т.Н.** Технология белковых гидролизатов и продуктов на их основе (методические указания к лабораторным работам) [Текст] / Владивосток: Дальрыбвтуз, 2007. - С. 3-12.

6. **Шульгин, Ю.П.** Ускоренная биотическая оценка качества и безопасности сырья и продуктов из водных биоресурсов: монография [Текст] / Ю.П. Шульгин, Л.В. Шульгина, В.А. Петров // Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2006. - С. 58 – 66.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ВИДОВ ПРОДУКЦИИ В КОНСЕРВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

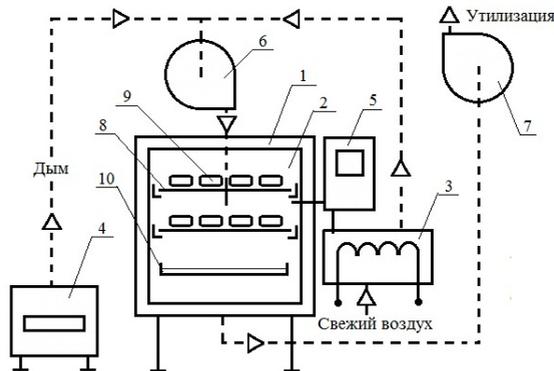
Похольченко В. А., Ершов М. А. (г. Мурманск, ФГОУ ВПО «МГТУ», кафедра технологического и холодильного производства, *decthf@yandex.ru*, кафедра технологий пищевых водств, *ershovma@mstu.edu.ru*)

Abstract. The general material about legitimations of the heat and mass exchange at the hot and semihot fish smoking has been applied for projecting the rational regimes of semihot smoking fish for canning and also producing the new kinds of delicacy canned.

Копченый полуфабрикат для консервов традиционно производится в промышленных условиях путем горячего копчения рыбы, поддержание и регулирование которого является довольно сложной задачей. При этом в консервах, изготовленных из рыбы горячего копчения, часто возникает проблема соответствия продукта всем требованиям стандарта. Наиболее распространены такие дефекты как сползание кожи, разрывы спинки рыбы, недостаточное обезвоживание, повышенный уровень водного отстоя в масле и др. В большинстве случаев это связано с несоблюдением требуемых режимов горячего копчения на протяжении всего процесса, а также конструктивными недостатками действующего коптильного оборудования (1, 2). Таким образом, предварительная тепловая обработка копчением является процессом, определяющим в высокой степени качество готовых консервов.

Целью исследований явилась проверка разработанных ранее режимов производства полуфабриката полугорячего копчения (3, 4) и обоснование возможности их применения для производства новых видов консервов.

На производственной площади учебно-экспериментального цеха МГТУ инженерами Ершовым М.А. и Похольченко В.А. сконструирована малогабаритная коптильно-сушильная установка для уточнения и поиска оптимальных режимов копчения и сушки рыбы (функциональная схема приведена на рис.1).



1-корпус; 2 – камера сушки (копчения); 3 – электрокалорифер; 4 – дымогенератор; 5 – регулятор-измеритель температуры с датчиками; 6, 7 – приточный и вытяжной вентиляторы; 8 – сетки для продукта; 9 – продукт; 10 – поддон для стекания жира

Рис.1. Схема функциональная малогабаритной копильно-сушильной установки

Внедрение и использование данной установки позволяет корректно проводить эксперименты в научных целях, в учебном процессе и обрабатывать режимы обезвоживания продукта. Установка характеризуется небольшими габаритами (1180x780x1430 мм); равномерным полем скоростей внутри камеры; автоматическим регулированием режимов тепловой обработки на протяжении всего процесса в диапазоне температур (от 18 до 75 °С).

В качестве сырья использовали традиционный объект промысла северного бассейна – треску (филе обесшкуренное мороженое). Режимные параметры температура t , °С, и относительная влажность теплоносителя φ , %, в камере объединены безразмерным параметром, характеризующим жесткость режима (1, 4, 5): $x_p = t(1 - 1/\varphi)$.

Результаты ранних исследований по разработке рациональных режимов полугорячего копчения на примере мойвы и сайки (4) регламентируют применение мягких режимов ($x_p = 36-38$) для рыб с высоким содержанием жира и более жестких ($x_p = 44-48$) - для маложирных рыб. При этом продукция, изготовленная по рациональным режимам из «жирного» и «тощего» сырья отличалась высокими вкусовыми качествами и по всем показателям соответствовала требованиям стандарта на консервы из копченой рыбы в масле (ГОСТ 7144-2006 «Консервы из копченой рыбы в масле. Технические условия»).

При разработке нового вида продукции из филе трески обесшкуренного руководствовались следующим. Поскольку филе трески является сырьем с низким содержанием жира, возможно было применить относительно жесткие режимы полугорячего копчения $x_p=44-48$. Но в связи с тем, что обесшкуренное порционированное филе – деликатный продукт, способный интенсивно обезвоживаться (средняя удельная поверхность $0,27 \text{ м}^2/\text{кг}$), решено было проверить более щадящие режимы с жесткостью $x_p=38$. Кроме того, проверкой более жестких режимов были ограничены недостаточной для этого мощностью калорифера (предполагается установка дополнительного ТЭНа). В работе предложено поддержание постоянной жесткости режима $x_p=38$ на протяжении всего процесса.

Проведена серия следующих исследований. В ходе процесса обезвоживания производили промежуточные взвешивания полуфабриката с целью определения его массопотерь и установления закономерностей обезвоживания рыбы. Кривая кинетики обезвоживания рыбы приведена на рис. 2.

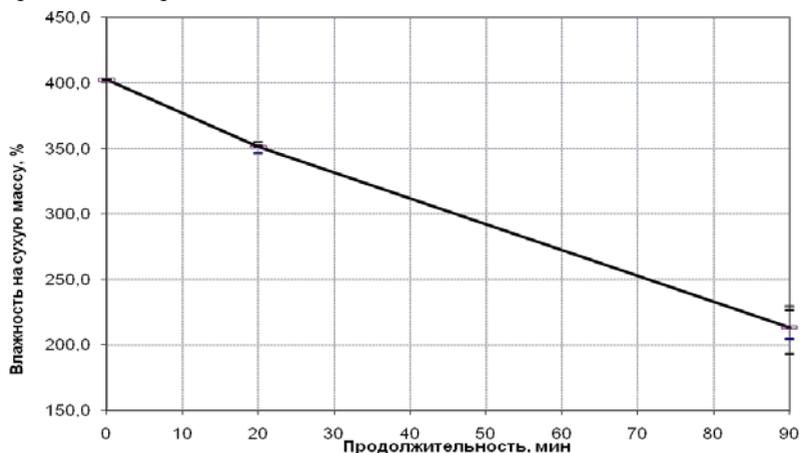


Рис 2. Кривая кинетики обезвоживания филе трески

Как видно из графика, процесс обезвоживания протекает достаточно интенсивно и за 1,5 часа (при относительно плотной загрузке камеры сырьем) составил в среднем порядка 30,6 % влагопотерь на общую массу рыбы.

Микробиологической лабораторией кафедры технологий пищевых производств МГТУ установлена промышленная стерильность полученных образцов консервов.

В лабораторных условиях кафедры ТПП определены физико-химические показатели качества готовых консервов. Было установлено, средний уровень водно-белкового отстоя составил в среднем 11,2 %, в

то время как ГОСТ 7144 регламентирует 11 % (13 % - для хека). Однако, по результатам оценки органолептических показателей группой дегустаторов кафедры, продукция имела уровень качества от хорошего до отличного. В качестве альтернативы были предложены консервы с аналогичным режимом предварительной тепловой обработки, но с большей продолжительностью 2,00 ч (влагопотери полуфабриката около 38 %). Последние имели уровень качества от удовлетворительного до хорошего.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы и предположения. Мягкие режимы полугорячего копчения позволяют получить качественный продукт и из тощего сырья, однако для комплексного его соответствия требованиям стандарта (также и по физико-химическим показателям) целесообразно жесткость режима несколько повысить (до $x_p=44$). Серия таких исследований запланирована на ближайшее время. Кроме того, использование размороженного сырья требует большего удаления влаги при копчении (до 36 %) для снижения водного отстоя в масле (объясняется повышенной водоотдачей такого продукта в процессе стерилизации). Применение охлажденного сырья также может улучшить показатели качества готовых консервов.

Полученные образцы консервов (опытная партия) были представлены на XII международной специализированной выставке «Море. Ресурсы. Технологии – 2011» и награждены дипломом победителя дегустационного конкурса в номинации «За производство нового вида продукции»: консервы «Треска (филе) полугорячего копчения в масле».

Литература:

1. **Ершов, А. М.** Копчение пищевых продуктов. Повышение энергетической эффективности : учеб. пособие : в 2 ч. / А. М. Ершов, В. В. Зотов, С. И. Ноздрин. - Мурманск : МГТУ, 1996. - 98 с.
2. **Похольченко, В. А.** Результаты модернизации копильных установок типа «Квернер Брук» и «НИКМА-500» / В. А. Похольченко, А. М. Ершов // 3 междунар. спец. выставка «Море. Ресурсы. Технологии - 2002» : материалы докл. практ. семинара «Стратегия развития берегового рыбоперерабатывающего комплекса и технологий в современных условиях региона» (Мурманск, 13 -16 марта 2002) / МГТУ. - Мурманск, 2002. - С. 15 - 20.
3. **Похольченко, В. А.** Расчетно-аналитический метод проектирования режимов горячего копчения рыбы / В. А. Похольченко, А. М. Ершов // О приоритетных задачах рыбохозяйственной науки и развитии рыбной отрасли России до 2020 года : науч.- практ. конф. : тезисы докладов / ВНИРО. - М., 2004. - С. 182 - 183.
4. **Похольченко, В.А.** Совершенствование процессов копче-

ния рыбы при производстве консервов / В.А. Похольченко. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2010. – 100 с.

5. **Ершов, М.А.** Совершенствование методов расчета обезвоживания в процессах холодного копчения и вяления рыбы: автореф. диссертации на соискание уч. степени канд. техн. наук. Спец. 05.18.12 / М.А.Ершов. - Мурманск: МГТУ, 2007. - 23 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ПЕЧЕНИ И СЕРДЦА ОДОМАШНЕННЫХ СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ

Туршук Е. Г., Лобода Е. А. (*г. Мурманск, Мурманский Государственный Технический Университет, кафедра Технологии Пищевых Производств, ekaterinaloboda@yandex.ru*)

North reindeer byproducts can be used in food. But they are not enough research. We investigated food value of liver and heart of north reindeer. North reindeer byproducts are an excellent source of full value protein, fat, vitamins and minerals. Liver and heart is a good product for use in a food, for example as paste, canned food.

Северное оленеводство — разведение одомашненного северного оленя, важнейшая отрасль сельского хозяйства Крайнего Севера. Оленеводство в Мурманской области – традиционная отрасль, полностью базирующаяся на естественной кормовой базе. В рационе северного оленя нет промышленных кормов. Результатом такого питания являются уникальные питательные свойства оленины и субпродуктов – низкое содержание жира, сбалансированное содержание микроэлементов.

Отсутствие затрат на корма делает оленину самым дешевым мясом по себестоимости. Однако рентабельность оленеводства не высока, вследствие того, что пока главное внимание уделяется только производству мяса, а остальная продукция почти не используется. В целях повышения продуктивности северного оленеводства требуется рентабельное использование вторичного сырья. Применение современных технологий при промышленной переработке печени, сердца, ливера, языка позволило бы изготавливать паштеты, консервы, колбасные изделия из этих продуктов.

Почти все субпродукты являются высокопитательными пищевыми продуктами. Являясь дополнительным ресурсом, прежде всего белкового питания, некоторые из субпродуктов обладают высокой пищевой ценностью и используются как в виде натуральных продуктов, так и в качестве сырья для изготовления различных изделий.

Мы исследовали пищевую ценность печени и сердца одомашненного северного оленя. Исследования проводились в период массового убоя в совхозе «Тундра». Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Пищевая ценность печени и сердца одомашненного северного оленя, в сравнении с говяжьими и свиными печенью и сердцем, г.

показатель	оленьи		говяжьи		свиные	
	печень	сердце	печень	сердце	печень	сердце
белок	18,66	20,98	17,9	16,0	18,8	16,2
жир	3,53	1,59	3,7	3,5	3,8	4,0
зола	1,41	1,41	1,4	1,4	1,4	1,0
вода	76,4	76,02	71,7	77,5	71,3	76,2

Как видно из таблицы 1 печень одомашненного северного оленя содержит меньше жира, чем говяжья и свиная печень, превосходит говяжью печень по содержанию белка и немного уступает свиной печени, поэтому же показателю. Сердце одомашненного северного оленя содержит больше белка, чем говяжье и свиное сердце и меньше жира по сравнению со свиным и говяжьим сердцем. Все субпродукты являются важным источником белков, жиров и витаминов. Все это еще раз подтверждает уникальные питательные свойства субпродуктов одомашненных северных оленей и целесообразность их использования в питании человека.

Нами разрабатывается рецептура паштета из оленьеи печени. Печень среди продуктов убоя скота по разнообразию питательных веществ не имеет себе равных, и потому относится к специфическим продуктам деликатесного и диетического назначения. Она содержит большое количество полноценных белков, В оленьеи печени содержится масса минеральных веществ (железо, медь, кальций, цинк, натрий, селен и др.) причем железо и медь печени легко усваиваются организмом. Содержание антиоксиданта селена в оленьеи печени очень велико (92 мг в 100 г). Печень также богата витаминами (А, В, С, В6, В12 и др.) и гормональными веществами. Добавление в состав паштета растительных компонентов дополняет отсутствующие или недостающие питательные вещества. Так введение в состав паштета ламинарии позволяет обогатить его йодом, нехватка которого отмечена в Мурманской области.

Из вышеизложенного следует, что перспективным путем решения проблемы организации полноценного питания населения нашей страны является разработка и создание новых высококачественных продуктов из неиспользуемых или малоиспользуемых естественных ресурсов.

Литература:

1. **Машистова П.А., Мкртчян П.И.**, Пути интенсификации оленеводства. – Мурманск: Мурманское книжное издательство, 1988.- 64с.
2. **Владимиров Л.Н., Решетников И.С., Роббен В.А.**, Научные аспекты возрождения северного оленеводства.-Якутск, 2005.-336 с.
3. **Мухачев А.Д.**, Оленеводство. – М.: Агропромиздат, 1990.-268.
4. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / ин-т питания РАМН; Под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна.-М.:ДеЛи принт, 2002.-236 с.
5. **Цибульская С.А.** Использование субпродуктов в мясном производстве//Мясное дело. 2005. №6.

**ПРОИЗВОДСТВО КУЛИНАРНЫХ
ИЗДЕЛИЙ ИЗ НОВОГО СЫРЬЯ**

Фам Бик Ха, Шпак Н.П., Бредихина О. В. (г. Москва, Московский государственный университет прикладной биотехнологии, ул. Талалихина,33, кафедра «Технология мяса и мясных продуктов», e-mail: *shpak.np@ya.ru*)

At the contemporary period, production of culinary manufacture is topical. The prospective material is Tilapia. As a food additive in fish cookery is widely used starch. In many countries it is produced from starch-containing materials: potato, wheat, corn and rice. However, there are many other plants rich in these polysaccharide such as water chestnut (*Eleocharis dulcis*).

На современном этапе развития кулинарной продукции в связи с изменением экономической ситуации, усовершенствованием технологии комплексной переработки сырья, расширением видового состава, достижениями науки и техники, обозначились современные тенденции производства рыбной кулинарии и полуфабрикатов. Одним из направлений является использование новых видов сырья и пищевых добавок.

Перспективным видом рыбы для производства кулинарных изделий является тилапия. Тилапия (*Oreochromis, Sarotherodon, Tilapia*) или пресноводный окунь – рыба из отряда окунеобразных (*Perciformes*) семейства цихлидовых (*Cichlidae*). Обитает в пресных водах Африки и Азии, является одним из древнейших объектов культурного разведения, всеядна.

Тилапия является второй после карпа пресноводной рыбой по объему выращивания в мире. По данным портала Intrafish объем мирового производства тилапии достиг 2 млн. тонн, приблизившись, таким образом, к объему мирового производства фермерского лосося. Особенно широко разводят мозамбикскую тилапию (*Tilapia mossambica*). Ос-

новными поставщиками тилапии на мировой рынок являются Китай, Индонезия, Тайвань и Вьетнам. В продажу тилапия поступает свежемороженой и в виде обезшкуреного филе (шкура имеет горьковатый вкус и в пищу не употребляется). Белое сладковатое мясо тилапии имеет консистенцию средней плотности, что делает его удобным для кулинарной обработки различных видов. Высокое содержание белка и низкое – жиров делает мясо тилапии ценным диетическим продуктом.

Вьетнам известен широким потреблением в пищу продуктов из рыбы. На сегодняшний день во Вьетнаме существует потребность в увеличении объема производства рыбной кулинарии и полуфабрикатов. Тилапия вследствие ее больших объемов добычи и дешевизны пользуется широким спросом у населения Вьетнама. В настоящее время производители выпускают только филе тилапии в замороженном состоянии. Для расширения ассортимента рыбной кулинарии и полуфабрикатов необходима разработка технологии производства данного вида продукции исходя из предпочтений потребителя и наличия сырья. А вследствие того, что во Вьетнаме имеются большие запасы рыбы тилапии и ее низкой стоимости (как уже говорилось выше), а также существенного спроса у населения на данные продукты (по причине национальных предпочтений в еде), то имеется необходимость в разработке этих продуктов. В данный момент тилапия активно поставляется на российский рынок и пользуется популярностью у населения, что делает ее актуальной для российских производителей рыбной продукции.

При производстве рыбной кулинарии широко используются пищевые добавки, влияющие на свойства готового продукта. Одной из такой добавок является крахмал. Ингредиенты, присутствующие в сырье животного происхождения, оказывают определенное действие на функционально-технологические свойства крахмалов и степень их выраженности во время термообработки: наличие белка и жира сопровождается обволакиванием молекул крахмала, что замедляет гидратацию гранулы и снижает как скорость гелеобразования, так и уровень вязкости, адгезии, ВСС.

Во многих странах мира крахмал вырабатывается из крахмало-содержащего сырья: картофеля, пшеничницы, кукурузы, риса. Однако существует еще множество растений богатых этим полисахаридом, таким например является болотница сладкая (*Eleocharis dulcis*).

Болотница сладкая имеет небольшие, округлой формы клубне-луковицы с хрустящей белой плотью. Они являются популярным ингредиентом блюда китайской кухни. Во Вьетнаме, их чаще всего едят сырыми, иногда подсластить. Из болотницы получают крахмал, кото-

рый используется для изготовления мучных и других видов изделий. Клубнелуковицы болотницы сладкой богаты углеводами (около 90 процентов от сухого веса), особенно крахмала (около 60 процентов от сухого веса), а также хороший источник клетчатки, рибофлавина, витамина В6, калия, меди и марган. Он может использоваться для лечения гипертония, рака, желтуха, разложение металла (медь). Крахмал болотницы сладкой обладает повышенной вязкостью, стабильностью, адгезией и водосвязывающей способностью.

Таким образом, в перспективе для кулинарных изделий можно использовать мясо тилапии и крахмал болотницы сладкой.

Литература:

1. **Борисочкина Л.И.** Производство рыбных кулинарных изделий. Технология и оборудование. – М.: Агропромиздат, 1989
2. **Будина В.Г., Рехина Н.И., Полякова Л.К., Верхотурова Ф.И.** Производство рыбных колбасных изделий. – М.: Пищевая промышленность, 1976
3. **Комисарова Н.Ю.** Технология приготовления и рецептуры рыбных колбас, сосисок и ветчин / Н.Ю. Комисарова // Обработка рыбы и морепродуктов. Научно-технический реферативный сборник. – М. – 1977
4. **McGee, Harold** (2004). *On Food and Cooking (Revised Edition)*. Scribner
5. **Green, Aliza** (2004). *Field Guide to Produce*. Quirk Productions

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕСЕРВОВ ИЗ МОЛОК ЛОСОСЕВЫХ ПРИ ХРАНЕНИИ

Федосеева Е. В. (г. Владивосток, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет кафедра технологит-продуктов питания, elena-692008@mail.ru)

The technology of preserves from salmon milt in different sauces and fillings is developed. Organoleptic and microbiological indexes of preserves during the storage are studied. The storage life of observable preserves is set.

Выпуск продукции высокого качества при рациональном использовании сырьевых ресурсов - одна из главных задач, указанных в Концепции государственной политики в области здорового питания населения РФ.

Производство пресервов является важным направлением современной технологии обработки гидробионтов, совершенствование, кото-

рой связано с расширением ассортимента, переработкой нетрадиционного сырья, переходом от искусственных добавок к натуральным и другими тенденциями, направленными на повышение пищевой ценности готовой продукции.

Нами была разработана технология пресервов из молок лососевых рыб в различных соусах и заливках. Технологический процесс изготовления пресервов заключался в следующем: мороженые молоки кеты и горбуши, соответствующие по качеству ТУ 9267-037-33620410-04 «Печень и молоки дальневосточных лососевых рыб мороженые» и СанПиНу 2.3.2.1078-01 размораживали на воздухе, промывали водой, очищали от жировых отложений и остатков крови. Посол осуществляли сухим способом. Количество соли составляло 6 % к массе сырья.

После посола молоки ополаскивали охлажденным чистым солевым раствором. Затем их выдерживали на перфорированной поверхности для стекания избыточной влаги. Далее целые молоки укладывали в полимерные фигурные банки вместимостью 200 см³, а порционированные молоки – в овальные банки вместимостью 180 см³ и вносили заливки и соуса комбинированным способом. Затем банки с пресервами направляли на укупоривание, созревание и хранение. Хранили пресервы при температуре от 0 до минус 5 °С.

Готовые пресервы имели привлекательный внешний вид, нежную, слегка уплотненную консистенцию, ярко выраженный приятный вкус и аромат, определяемые видом заливки, используемой при приготовлении продукта без привкуса сырости

Соуса и заливки являются неотъемлемой частью пресервов, формируя общую гамму вкуса данного вида продукции. В качестве заливок использовались уксусная, укропная, уксусно- сладкая, желирующая, соевая, лимонная, соевочесночная, растительное масло, ароматизированное растительное масло. Масло ароматизировали двумя способами: коптильным препаратом «Жидкий дым плюс» и смесью перца красного сладкого и томатной пасты.

Цель данной работы - изучение органолептических показателей и микробиологической безопасности пресервов в процессе хранения при температуре от 0 до минус 5 °С.

Для оценки качества пресервов с различными соусами и заливками использовалась специально разработанная 5 – бальная шкала с участием постоянного состава дегустаторов [1].

На основе проведенных дегустаций были выбраны наиболее сочетаемые и гармоничные по вкусу соуса и заливки для пресервов из молок лососевых: образец № 1-пресервы «Молоки кеты в ароматизированном масле» (коптильным препаратом), образец № 2- пресервы «Молоки

горбуши в ароматизированном масле) (смесь красного перца и томат-пасты), образец № 3 – пресервы «Молоки горбуши в лимонном соусе», образец № 4– пресервы «Молоки кеты в соевочесночной заливке».

Микробиологическая оценка качества сырья, вспомогательных материалов и продукции в процессе производства и хранения проводилась по стандартным показателям величины КМАФАнМ, количеству плесневых грибов и дрожжей, а также наличию патогенных и условно-патогенных микроорганизмов[2].

Известно, что основными источниками попадания микроорганизмов в пресервы являются сырье и вспомогательные материалы [3]. Поэтому предварительно были проведены исследования общей бактериальной обсемененности молоток мороженых и составляющих пресервов. Уровень КМАФАнМ находился в пределах допустимых значений и составил для мороженых молоток кеты $4,6 \times 10^2$ КОЕ/г, мороженых молоток горбуши $5,0 \times 10^2$ КОЕ/г, далее этот показатель снижался и составлял в соленом полуфабрикате из кеты $1,9 \times 10^2$, соленом полуфабрикате из горбуши $1,8 \times 10^2$. Для жидкой части пресервов уровень КМАФАнМ составил: ароматизированного масла $2,4 \times 10^3$ и $3,1 \times 10^3$, лимонного соуса $4,7 \times 10^3$, соевочесночной заливки $4,3 \times 10^3$. Условно-патогенная и патогенная микрофлора в исследуемых образцах не выделена.

На рис. 1 представлена динамика КМАФАнМ в пресервах при продолжительности хранения 150 сут.

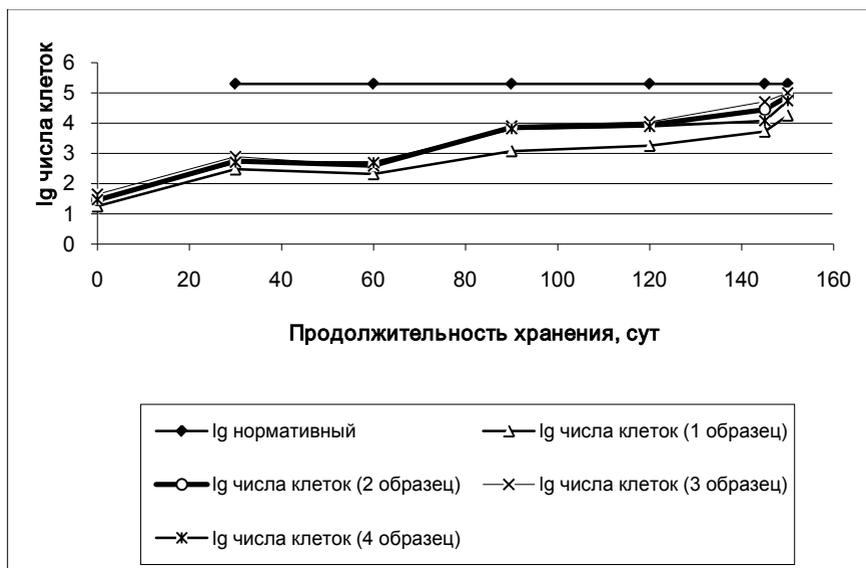


Рис. 1 Изменение КМАФАнМ в процессе хранения пресервов

В течение первых 30 сут хранения зафиксирован рост микрофлоры с $1,8 \times 10^1$ до $3,0 \times 10^2$, с $2,9 \times 10^1$ до $5,6 \times 10^2$, с $2,0 \times 10^1$ до $4,9 \times 10^2$, с $3,0 \times 10^1$ до $5,1 \times 10^2$ КОЕ/г соответственно с 1 по 4 образец, в последующие 30 сут хранения наблюдалась тенденция к снижению общей бактериальной обсемененности до $2,1 \times 10^2$, $4,0 \times 10^2$, $3,8 \times 10^2$, $3,9 \times 10^2$ КОЕ/г (консервирующий эффект), после 60 сут хранения – незначительное увеличение этого показателя и на 150 сут увеличение до $1,8 \times 10^4$, $7,9 \times 10^4$, $5,6 \times 10^4$, $5,5 \times 10^4$ КОЕ/г соответственно. Данный факт можно определить, как период некоторой активации микрофлоры, обусловленный химическими изменениями в пищевой системе.

По микробиологическим исследованиям экспериментальных образцов пресервов из молок лососевых с добавлением ароматизированного масла, лимонного соуса и соевочесночной заливки установлено, что все исследуемые образцы удовлетворяют требованиям СанПиН по КМАФАнМ, КОЕ/г продукта, количеству микроскопических грибов и плесеней, наличию *Proteus vulgaris* в 1г. Следует отметить, что в исследуемых образцах БГКП (колиформы), палочка из рода *Salmonella*, золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*), сульфитредуцирующие клостридии, бактерии рода протеев [4] в объемах, требуемых нормативной документацией обнаружены не были. Данный факт свидетельствует о гарантированной безопасности готовой продукции.

Из рис. 1 видно, что на протяжении исследуемого периода хранения пресервов из молок показатель КМАФАнМ не превысил допустимого значения.

Качественный анализ микроорганизмов [5] показал, что микрофлора экспериментальных образцов в течение всего периода хранения представлена кокковыми формами (49% всей микрофлоры), представителями семейства *Microsoccaceae* и *Streptosoccaceae*, а также споровыми формами палочек семейства *Bacillaceae* (27% всей микрофлоры). Среди микроскопических грибов в пресервах присутствовали дрожжи и плесени (14% и 10% всей микрофлоры). Данный состав микрофлоры является традиционным для пресервной продукции и не несет потенциальной опасности.

Полученные микробиологические данные согласуются с органолептической оценкой готовой продукции: экспериментальные образцы отмечены 4,9;4,7;4,7;4,8 балла после 70 сут хранения, с увеличением продолжительности хранения оценка постепенно снижается до 4,4;4,2;4,1;4,2 соответственно. После 150 сут хранения оценка достигает 3,8;3,7;3,8;3,9 балла, отмечается пожелтение тканей молок, помутнение

масла, наличие осадка в заливке, кислый привкус, ослабление консистенции.

На рис. 2 показаны изменения органолептических показателей качества (вкуса, запаха, консистенции) образцов в процессе хранения.

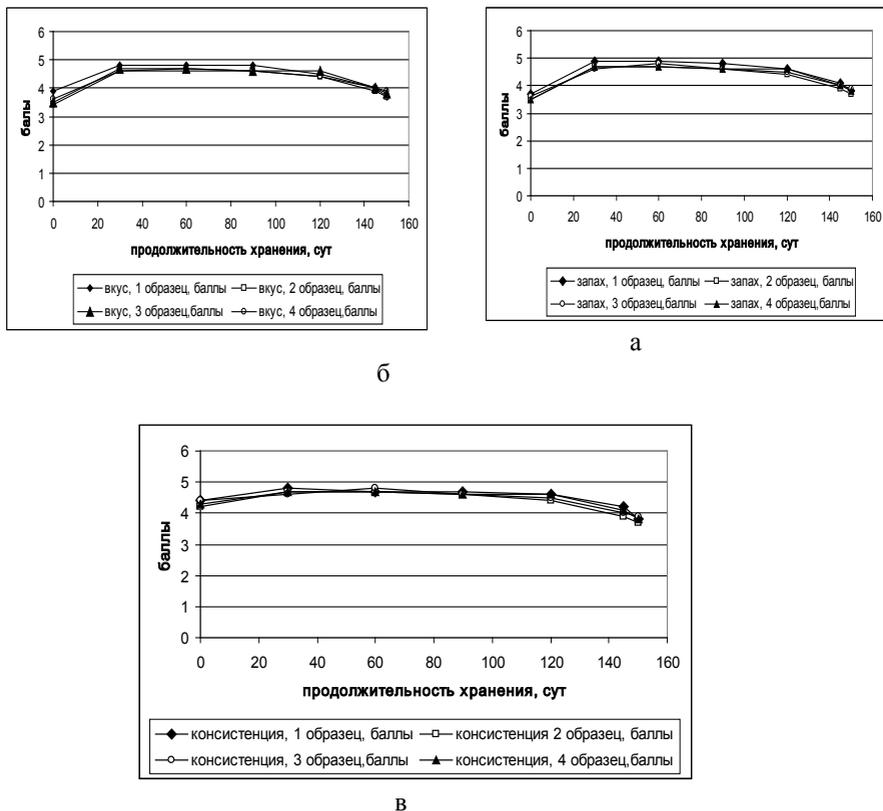


Рис. 2 Органолептические показатели: а- вкуса, б- запаха, в- консистенции пресервов

Наилучшие органолептические показатели пресервов приходятся на 30-е - 70-е сутки хранения, что имеет место в отечественной пресервной практике [6]. Данные периоды можно рассматривать как созревание продукции данного вида.

Как следует, из данных рис.2 на протяжении исследуемого срока хранения (150 сут) экспериментальные образцы отличались высокими вкусовыми достоинствами.

Таким образом, разработанная технология приготовления пресервов из молок лососевых в различных соусах и заливках позволяет получать санитарно безопасную продукцию с высокими органолептическими показателями.

Учитывая результаты, проведенных исследований, можно сделать вывод, что срок хранения исследуемых пресервов ограничен 4 месяцами при температуре 0 минус 5⁰ С.

Литература:

1. **Ким Г.Н.** Сенсорный анализ продуктов из гидробионтов / Г.Н. Ким, И.Н. Ким, Т.М. Сафронова, Е.В. Мегеда. - М.: Колос, 2008. - 534 с.
2. **Долганова Н.В.** Микробиология рыбы и рыбных продуктов / Н.В. Долганова, Е.В. Першина, З.К. Хасанова. - М.: Мир, 2005. – 224 с.
3. **Ким И.Н.** Пищевая безопасность морепродуктов / И.Н.Ким, В.В. Кращенко, А.А. Кушнирук. - Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. - 452 с.
4. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности сырья и пищевых продуктов. Санитарные эпидемиологические правила и нормативы. – М.: ФГУП «Интер СЭН», 2001. - 168 с.
6. Определитель бактерий Берджи / под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С.Уильямса: В 2 т. - 9 изд. - М.: Мир, 1997.- 799 с.
7. **Слущкая Т.Н.** Созревание соленых рыб // Рыбное хозяйство. – 1991. - № 7. – С. 75 – 78.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕННОЙ КУЛИНАРНОЙ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ «РЫБА, ЗАПЕЧЕННАЯ С ГАРНИРОМ В СОУСАХ» НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЯСА СКАТА КОЛЮЧЕГО

Шамаилова Т.М., Порцель М. Н., Шокина Ю.В., Петров Б.Ф., Райбуллов С. П., Шамаилова З. М. (г. Мурманск, ФГОУВПО «МГТУ», кафедра ТПП, кафедра химии, tamila9@yandex.ru)

Аннотация. One of the most important tasks of modern civilization is to improve the quality of life of human society. The concept of «quality of life» should be understood primarily as welfare of the individual and society as a whole. In addition to economic and social components, there are one more aspect which can not be overstated - the quality of food. In a comprehensive

update of Russian society in recent years the state embarked on a social reorientation of the economy. Its aim is meeting the needs of people in a healthy eating as well as the saturation of the domestic market with consumer goods and services in the desired range and a high-quality approaching to the best examples of world-class. In solving these problems the importance of culinary food production, as part of quality of life, can not be overrated.

В последнее десятилетие состояние здоровья населения Российской Федерации характеризуется негативными тенденциями. К наиболее опасным тенденциям относятся - значительное сокращение продолжительности жизни населения по сравнению с большинством развитых стран, а также увеличение сердечно - сосудистых и онкологических заболеваний среди работоспособного населения, детей и подростков, что, безусловно, в определенной степени связано с ухудшением питания.

Исходя из значимости здоровья нации и важности здорового питания, была разработана «Концепция государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации», в которой четко определены цели, задачи и этапы реализации государственной политики в области здорового питания. В области производства пищевых продуктов Концепция называет в качестве приоритетной задачу создания технологий производства качественно новых пищевых продуктов лечебно - профилактического назначения для предупреждения различных заболеваний и укрепления защитных функций организма, снижения риска воздействия вредных веществ, в том числе для населения, проживающего в зонах экологически неблагоприятных по различным видам загрязнений.

Таким образом, разработка новых технологий обогащенных продуктов питания высокой степени кулинарной готовности на основе новых видов пищевого сырья, в том числе водного происхождения, богатого эссенциальными микро- и макронутриентами, представляет собой весьма актуальную задачу.

С целью реализации приоритетных задач «Концепции государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на кафедре Технологии пищевых производств» Мурманского государственного технического университета в апреле 2009 года была открыта новая госбюджетная тема научно-исследовательских работ (ГР № 01200904212) «Разработка новых видов кулинарной рыбной продукции». Основанием для открытия темы послужили результаты проведенных ранее, в 2008 году маркетинговых исследований рынка рыбных кулинарных продуктов, предоставляемых потребителям крупными торговыми сетями, работающими в Мурманской области [1]. На основе

общепринятых методов маркетинговых исследований был определен перспективный ассортимент рыбной кулинарной продукции, наиболее потенциально востребованной жителями областного центра и крупных городов Мурманской области. К такой продукции подавляющее большинство опрошенных в ходе анкетирования респондентов отнесло рыбу и морепродукты запеченные с гарнирами в различных соусах.

На основе априорной информации, а также в результате изучения широко применяемых ранее способов производства рыбных кулинарных продуктов были разработаны технологические схемы производства широкого ассортимента продукции: рыбы запеченной с гарниром в соусах («Скат, запеченный с картофелем и грибами в сливочном соусе»; «Форель, запеченная с картофелем и грибами в сливочном соусе»; «Горбуша, запеченная с картофелем и грибами в сливочном соусе»; «Треска, запеченная с картофелем и грибами с добавлением мяса ската в сливочном соусе»; «Форель, запеченная с картофелем и грибами с добавлением мяса ската в сливочном соусе»; «Горбуша, запеченная с картофелем и грибами с добавлением мяса ската в сливочном соусе»; «Лазанья с горбушей»; «Лазанья с форелью»; «Лазанья с горбушей и добавлением мяса ската»; «Лазанья с форелью и добавлением мяса ската»; «Паэлья с морепродуктами»; «Паэлья с морепродуктами и добавлением мяса ската»; «Котлетки из трески и ската, фаршированные грибами, с рисом под соусом польским»; «Мясо ската и трески, запеченное с картофелем в омлете»; «Мясо ската, запеченное с рисом в сливочном соусе»; «Лазанья с фаршем рыбным в томатном соусе»; «Мясо ската и трески, запеченное с рисом в сливочном соусе»; «Мясо ската и трески, запеченное с креветками в омлете»; «Мясо ската, запеченное с креветками и картофелем в сливочном соусе»).

Выбор в качестве сырья ската колючего обусловлен особенностями химического состава его хрящевой ткани, отсутствием квотирования на вылов, большими промысловыми запасами, низкой стоимостью.

К особенностям химического состава хрящевой ткани ската колючего относится большое содержание в ней протеогликанов [2]. Иммунофлуоресцентным анализом и методом «отпечатка пальцев» было определено, что в хряще рыбы среди протеогликанов доминируют альфа- и бета –цепи коллагена. Вторым по значимости компонентом хряща ската колючего является кислый мукополисахарид – хондроитин сульфат, который образует комплекс с белками посредством эфирной связи [2]. Более детальные исследования по анализу хондроитин сульфата, проведенные японскими исследователями [2] позволили выделить девять основных компонентов – сульфатов гексасахаров. Благодаря указанным особенностям химического состава хрящевой ткани пластиножаберных

рыб, к которым относится скат колючий наряду с акулами, главным применением для нее является использование препаратов из хрящевой ткани для успешного лечения новообразований сосудов. Последнее обстоятельство позволяет однозначно рассматривать пищевую продукцию из ската колючего как обогащенную, способную сыграть важную роль в профилактике сосудистых онкозаболеваний детей и взрослых в Мурманской области.

Для каждого их перечисленных выше ассортиментов кулинарной продукции разработана рецептура, состав которой оптимизирован на основе интегральной оценки качества готовой продукции с применением методов математического планирования эксперимента.

Разработана шкала интегрального показателя качества (ИПК [3]) новых видов продукции. Каждому из выбранных комплексных и единичных показателей назначен обоснованный весовой коэффициент, учитывающий вклад каждого в качество и безопасность продукта в целом.

Одним из ключевых показателей, влияющих на органолептическую оценку продукции, учитываемую в разработанной шкале ИПК, является массовая доля мяса ската в готовой кулинарной продукции. Поиск близкого к оптимальному значения основного влияющего фактора проводился на основе анализа экспериментальных данных, представленных на рисунке 1, анализ которых позволяет определить значение фактора (23 %), при котором согласно результатам моделирования получено максимальное значение функции отклика.

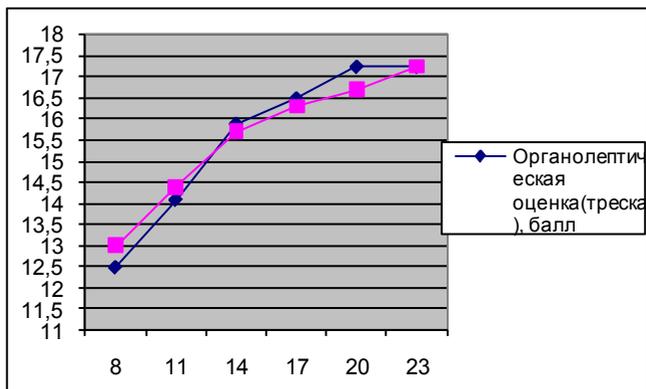


Рис.1 - Органолептическая оценка «Ската запеченного с картофелем и грибами в сливочном соусе» в зависимости от массовой доли ската в запеканке

Полученные рекомендуемые значения факторов учтены в окончательном варианте рецептуры новой кулинарной продукции.

Предложено заменить длительную операцию отмачивания дефростированного мяса ската, на кратковременное бланширование [4]. Проведены исследования азотистых соединений тканей ската колочего, подвергшегося после дефростации отмачиванию и бланшированию, и сравнительный анализ полученных результатов. Экспериментально подтверждена эффективность бланширования для удаления мочевины [4]. Данная операция введена в технологическую схему процесса и определены рекомендуемые режимы ее осуществления.

Для шести ассортиментов продукции проведены исследования по гигиеническому обоснованию сроков годности. Исследования проводились для трех температурных режимов хранения продукции: от 5 до 8 °С; от минус 2 до 2 °С; от минус 8 до минус 5 °С. В продукции согласно разработанного исходя из предполагаемого срока хранения (5 суток) графика исследований (фон, 3, 5, 9-е сутки хранения) определялись микробиологические показатели согласно СанПиН 2.3.2.1078 [4].

Оптимальным с точки зрения санитарной безопасности новой кулинарной продукции является температурный режим хранения от минус 5 до минус 8 °С, он позволяет существенно увеличить срок хранения новых видов рыбной кулинарной продукции, изготовленной с добавлением мяса ската колочего по сравнению с действующим нормативом (СанПин 2.3.6.1079-01 - 12 часов при температуре от 0 до 8 °С). Хранение при температуре от минус 2 до 2 °С возможно до 3-х суток (36 часов по СанПиН). Исследования показали, что выбранный на основе априорной информации срок хранения 5 суток не приемлем при выбранных температурных режимах по причине ухудшения органолептических показателей. Однако результаты исследований позволяют утверждать, что срок хранения от 2 до 3 суток при температурном режиме от минус 5 до минус 8 °С вполне приемлем [4].

Результаты проведенных исследований представлены на рисунке 2. Параллельно с микробиологическими исследованиями проводилась органолептическая оценка образцов продукции. Анализ полученных результатов позволил определить оптимальные с точки зрения безопасности и потребительских свойств режимы хранения новых видов рыбной кулинарной продукции.

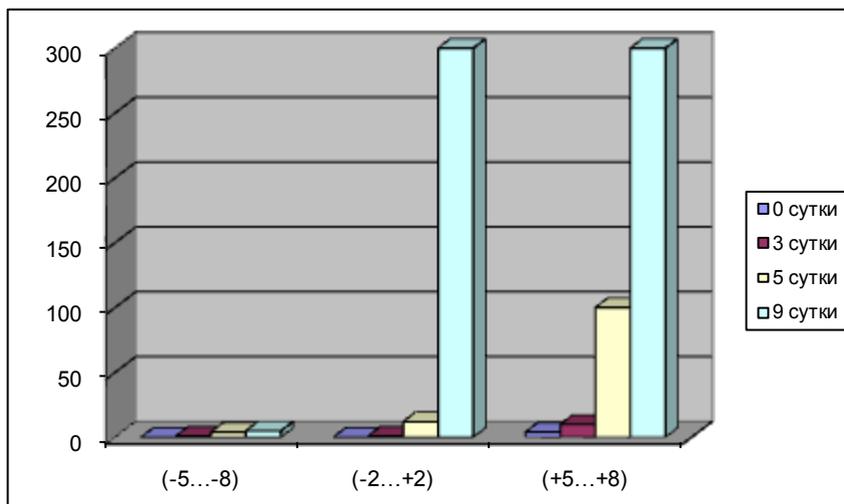


Рис. 2 – Количество МАФАНМ в зависимости от температурных режимов хранения.

Проведенные комплексные исследования позволили разработать технологии продуктов питания высокой степени кулинарной готовности на основе использования нетрадиционных для Северного бассейна видов пищевого сырья водного происхождения, богатого эссенциальными микро- и макроэлементами. Образцы новых видов рыбной кулинарной продукции были представлены на XI Международной специализированной выставке «Море. Ресурсы. Технологии-2010» (г. Мурманск, 11-13 марта, 2010 г.), где завоевали диплом победителя дегустационного конкурса в номинации «За разработку новых технологий». Образцы новых видов рыбной кулинарной продукции – «Скат, запеченный с креветками в сливочном соусе», «Кулинарная продукция из ската в ассортименте» были представлены на XII Международной специализированной выставке «Море. Ресурсы. Технологии-2011» (г. Мурманск, 10-12 марта, 2011 г.), где завоевали диплом победителя дегустационного конкурса в номинации «За оригинальность исполнения».

Литература:

1. **Шокина, Ю.В.** Исследование мурманского рынка рыбной кулинарной продукции / Ю. В. Шокина, Л. М. Третьякова, Н. С. Сергеева, Ю. Ф. Файзуллова // Техника и технологии переработки гидробионтов и сельскохозяйственного сырья : материалы межд. науч.-практ.

конф., посвящ. памяти проф. Н. Н. Рулева, 24-25 апр. 2008 г. / МГТУ. - Мурманск, 2008. - С. 68-71.

2. **Ершов, А.М.** Исследование возможности использования мяса ската колючего на пищевые цели / А. М. Ершов, В. В. Корчунов, Б. Ф. Петров // О приоритетных задачах рыбохозяйственной науки в развитии рыбной отрасли России до 2020 года : материалы междунар. науч.-практ. конф., Москва, 24-25 ноября 2004 г. / ВНИРО. – Москва, 2004. - С. 224-226.

3. **Шокина, Ю. В.** Разработка универсальной методики оценки качества новых видов рыбной продукции на основе интегрального показателя / Ю. В. Шокина, О. В. Мартыненко, Ю. Ф. Файзуллова, Н. С. Сергеева // Техника и технологии переработки гидробионтов и сельскохозяйственного сырья : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. Н. Н. Рулева, Мурманск, 24-25 апреля, 2008 г. / МГТУ. - Мурманск, 2008. - С. 52-66.

4. **Шокина Ю.В., Обухова Н.Е., Богданова О.Ю., Петров Б.Ф., Райбуллов С.П., Шамаилова Т.М., Щетинский В.В.** Разработка технологии функциональных рыбных кулинарных изделий на основе использования нетрадиционных объектов промысла Северного бассейна / Ю.В. Шокина, Н.Е. Обухова, О.Ю. Богданова., Б.Ф. Петров, С.П. Райбуллов, Т.М. Шамаилова, В.В. Щетинский // Освоение водных биологических ресурсов Арктики имеждународное сотрудничество : материалы междунар. семинара, Норвегия, г. Тромсе, 15 – 17 сентября, 2010 г. / Барк «Седов», Тромсе, 2010. – С. 98-101.

ОБОГАЩЕНИЕ ПРОДУКТОВ ИЗ РЫБЬЕГО ФАРША ЗА СЧЁТ КОСТНОЙ ПАСТЫ

Мальшева Е. В., Куранова Л. К., Гроховский В. А. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологий пищевых водств malyshevaev@mstu.edu.ru, v.grokhovsky@mail.ru, kuranovalk@mstu.edu.ru*)

Abstract: this article present a new way of using food waste as mineral component and for saving raw material

Современный уровень развития пищевой и перерабатывающей промышленности страны, а также состояние её сырьевой базы требуют принципиально нового подхода к проблеме использования сырьевых ресурсов. Рациональное и наиболее полное использование пищевых

ресурсов является одной из основных задач рыбоперерабатывающей отрасли.

Производство различных видов кулинарных изделий из рыбного фарша отвечает требованиям комплексного и полного использования сырья. Значительную перспективу имеет создание комбинированных продуктов.

Новым и интересным решением в создании комбинированных продуктов с использованием костной пасты, полученной из ликвидных рыбных отходов, представляющих собой остатки после разделки обезглавленной и потрошенной рыбы, содержащие позвоночные кости с прирезами мяса, хвостовые плавники и кожу.

Химический состав и пищевая ценность пасты характеризуется следующими показателями: 75-80 % воды, 16-17% белка, 2,5% кальция, 1,5% фосфора, 0,05 процентов магния и около 1 мг/кг меди. Хотя белка в костной пасте содержится столько же, сколько и в мороженной рыбе, однако белок этот имеет низкую биологическую ценность. Но биологическая ценность белка конечного продукта сохраняется без значительных изменений при введении в фаршевую смесь костной пасты до 30%. Дальнейшее повышение доли костной пасты приводит к понижению биологической ценности белка. Усвояемость рыбных продуктов, с добавлением костной пасты до 30% остаётся на уровне контроля.

Фосфора и кальция костная паста содержит гораздо больше, чем мышечная ткань рыбы. Повышение их содержания в конченном продукте можно считать положительным для него, а костную пасту можно рассматривать как источник кальция и фосфора.

Содержание токсичных элементов, таких как свинец, мышьяк, ртуть - в несколько раз ниже максимальных уровней.

Кроме того, использование отходных материалов при изготовлении пасты, приводит к экономии пищевых ресурсов до 30 %

Фаршевые продукты, с включением костной пасты, можно рекомендовать в качестве диетического продукта и использовать её рационах при гипокинезии, массивных переломах костей, остеопорозах и при других состояниях, требующих в организм поступления повышенных количеств кальция.

Нами проводились эксперименты по изготовлению костной пасты из пищевых отходов разделки полярной тресочки (сайки). Кости, кожа, плавники подвергаются мойке и измельчению на куттере. Затем полученную массу направляли на варку в течении 4-ех часов про соотношении рыба:вода 1:1,5. Далее бульон отделяли, а рыбную массу направляли на повторное измельчение на куттере. Изготовленную таким

образом пасту упаковывают в полиэтиленовые пакеты и направляют на хранение при температуре 0 - -5 °С в течении 24 часов.

Выводы:

1. Анализ технической литературы в области различного использования гидробионтов свидетельствует о перспективах применения рыбных пищевых отходов для изготовления различных видов продуктов, в том числе костных рыбных паст.

2. В ходе проведённых исследований установлена возможность изготовления костной пасты из отходов разделки сайки.

Литература:

1. **Кухаренко А. А.** Некоторые аспекты рационального использования вторичных сырьевых ресурсов на предприятиях агропромышленного комплекса /А. А. Кухаренко// Хранение и переработка сельхозсырья, № 10, 2004. С. 7.

2. **Доценко С. М.** Разработка рецептур и технологии кулинарных изделий на основе комбинированного рыбного фарша /С. М. Доценко, Е. С. Стаценко// Хранение и переработка сельхозсырья, № 10, 2004, с. 7

3. Заключение о возможном использовании продукции в питании населения по согласованию НТД с органами госсаннадзора по теме «Токсико-гигиенические исследования продукции с добавлением тонкоизмельченной костной пасты из рыбного сырья и рекомендации по её использованию в питании населения» Москва, 1991, 14 С.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ОХЛАЖДЕННОЙ РЫБЫ С ГИГИЕНИЧЕСКИМ
ОБОСНОВАНИЕМ СРОКОВ ГОДНОСТИ ПРОДУКЦИИ**

Шокина Ю. В., Апарин В. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра «Технологии пищевых производств» *shokinayuv@mstu.edu.ru*)

In this report the actuality and practical significance of researches are substantiated. The improvement of cooled fish technology is the purpose of the research. The presented results of the research of microbiological and biochemical changes in cooled fish tissue (cod, radiant trout, carp) are achieved by the improved technology of keeping and transporting for three temperature regimes. The analysis of this experiment results allowed to confirm the expe-

diency and possibility to improve the technology of keeping and transporting cooled fish on a shore in vacuum packing.

Стратегической целью развития отечественного рыбохозяйственного комплекса (РХК), сформулированной в принятой 30 марта 2009 года Федеральным агентством по рыболовству «Концепции развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года», является достижение к 2020 году уровня экономического и социального развития рыбного хозяйства, соответствующего статусу России как ведущей мировой державы XXI века, занимающей передовые позиции в глобальной экономической конкуренции.

Достижение этой цели, по сути, представляет собой формирование инновационной системы в рыбном хозяйстве, включая такие элементы, как создание и внедрение новой техники и технологий глубокой и комплексной переработки сырья; совершенствования методов хранения и транспортировки рыбной продукции.

По данным наиболее авторитетного российского маркетингового агентства «РБК» в 2010 году российский рынок рыбной продукции характеризовался следующими особенностями:

1. На российском рынке рыбной продукции большую часть составляет отечественная продукция, однако доля импорта достаточно высока и составляет от 20 до 25 %.

2. По оценкам «Intesco Research Group» объем российского рынка рыбы и рыбной продукции стабильно растёт последние три года.

3. Показатель потребления рыбы и рыбной продукции в РФ в 2009 году вырос и составил 19,4 кг на душу населения. При этом в развитых странах среднедушевое потребление рыбы и рыбопродуктов превышает 20 кг в год (лидируют - Япония, Франция, Норвегия, США).

4. Основную долю – более 35 % - всей рыбы и рыбопродуктов, потребляемых в России, покупают жители Москвы. На втором месте - Московская область (около 20 %), на третьем - Краснодарский край (14 %). На Ростовскую область и Санкт-Петербург приходится по 10 %.

5. В структуре российского рынка по видам рыбы и рыбной продукции крупнейшими сегментами являются: сегмент мороженой рыбы (более 50 %), сегмент охлажденной и живой рыбы (более 25 %).

6. Объем розничных продаж рыбы, рыбной продукции и морепродуктов в 2009 году вырос по сравнению с 2008 годом на 12 %, при этом специалисты РБК прогнозируют дальнейшее и стабильное увеличение этого показателя. Наибольшие розничные продажи зафиксированы

ны в Москве, на втором месте - Московская область, на третьем - Свердловская область.

7. По прогнозам «Intesco Research Group», в 2010 году рынок рыбы и рыбной продукции в РФ вырастет.

Все перечисленные выше факты дают основание считать совершенствование технологии производства, а главное, транспортирования и хранения охлажденной рыбы весьма актуальной и экономически целесообразной задачей, решение которой востребовано производством.

С целью совершенствования технологии транспортирования и хранения охлажденной трески нами предлагается ввести в традиционную схему дополнительно ряд технологических операций. Цель этих операций - исключить необходимость использования водного льда и оборотной полимерной тары при транспортировке охлажденной рыбопродукции рефрижераторным автомобильным транспортом в крупные города – Москву и Санкт-Петербург.

Однако требуются комплексные физико-химические и микробиологические исследования, направленные на изучение возможности сохранения высокого качества охлажденной рыбы в процессе хранения и транспортирования к потребителю в вакуумной упаковке, в том числе в мелкой расфасовке, в полимерных многооборотных ящиках или в ящиках из гофрированного картона. Кроме того, необходимо провести гигиеническое обоснование сроков годности продукции, изготовленной по усовершенствованной технологии.

На данном этапе проведены предварительные исследования биохимических и микробиологических изменений, протекающих в тканях охлажденной рыбы при двух температурных режимах хранения продукции, упакованной под вакуумом: 1 режим – от минус 2 до минус 5 °С; 2 режим – от минус 5 до минус 8 °С; нормативный – режим сравнения (ГОСТ 814-96, ТИ № 109 по хранению рыбы, рыбных продуктов и морепродуктов на береговых холодильниках и рефрижераторных судах) – от 0 до минус 2 °С.

Выбор температурных диапазонов хранения охлажденной рыбы, упакованной под вакуумом, обусловлен необходимостью понизить температуру охлаждающей среды в связи с возросшим термическим сопротивлением продукции из-за наличия слоя полимерной упаковки, обладающего плохими теплопроводящими свойствами: для сравнения термическое сопротивление трески б/г потрошеной (при коэффициенте теплопроводности около 0,5 Вт/(м·К) и толщине около 0,05м) составляет 0,1 (м²·К)/Вт, а полимерной пленки вакуумной упаковки - 0,0034 (м²·К)/Вт, что примерно в 300 раз меньше, чем у рыбы.

Продукцию исследовали в течение 13 суток, исходя из предполагаемого срока хранения продукции – 10 суток (соответствует нормативному). График исследований согласно МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания» составил 0-е сутки хранения (Фон), 6-е, 10- и 13-е сутки хранения. Результаты представлены на рис. 1.

В рыбе определяли микробиологические показатели согласно СанПиН 2.3.2.1078 – КМАФАнМ, КОЕ в 1 г; БГКП в 0,001 г; *Staphylococcus aureus* в 0,01 г; Сульфидредуцирующие клостридии в 0,01 г; Сальмонеллы в 25 г; *L.Monoctyogenes* в 25 г; *V.Parahaemolyticus*, КОЕ в 1 г. Исследования проводились на базе лаборатории «Центра исследований сырья и продукции» кафедры ТПП МГТУ.

Также определяли показатели азота летучих оснований (АЛО), % - показатель, свидетельствующий как о глубине микробиологических процессов, аминный азот (АА), % - показатель, свидетельствующий о глубине протеолитических процессов в тканях рыбы при хранении. Результаты исследований представлены на рис.2 (а, б, в).

Как следует из представленных материалов, при всех исследованных режимах хранения продукция по санитарным показателям соответствовала требованиям СанПиН 2.3.2.1078, за исключением трески при температуре хранения от минус 5 до минус 8 °С.

Рост числа микроорганизмов сопровождался увеличением массовой доли азота летучих оснований в тканях рыбы, что наглядно иллюстрируют данные для трески атлантической (рис.3).

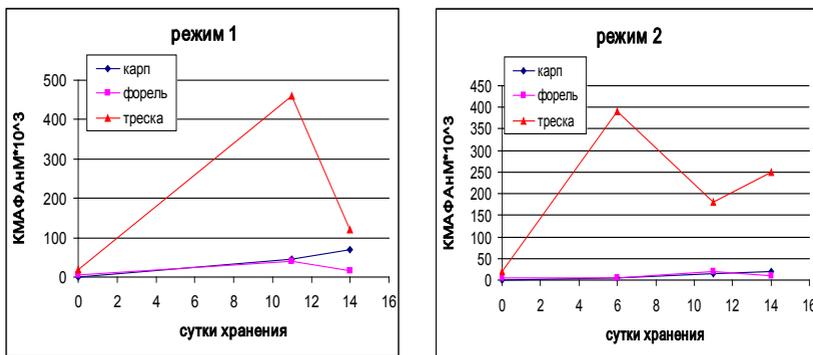


Рис.1. Результаты исследований микробиологических изменений в охлажденной рыбе при хранении в вакуумной упаковке (КМАФАнМ – количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов в 1 г продукции, колоний образующих единиц)

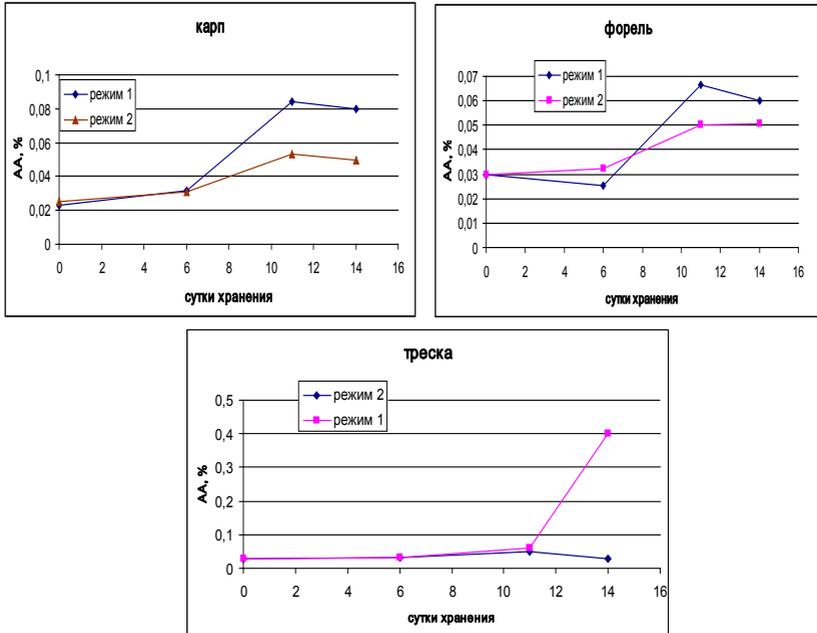


Рис. 2. Результаты исследований глубины протеолитических процессов в охлажденной рыбе при хранении в вакуумной упаковке: а) карпа; б) форели радужной; в) трески атлантической (АА – аминный азот, %)

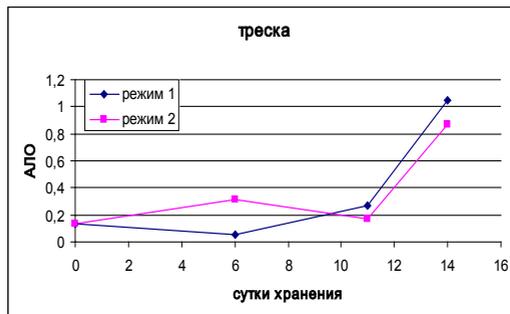


Рис.3. Результаты исследований микробиологических и биохимических изменений в охлажденной треске при хранении в вакуумной упаковке (АЛО - азот летучих оснований, %)

Органолептическая оценка, проводимая по разработанной шкале, показала плавное (до 80 % от максимального уровня) снижение показателя

теля в процессе хранения, за исключением трески атлантической, на 6-е сутки хранения при температуре от минус 5 до минус 8 °С.

Проведенные предварительные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Подтверждена целесообразность и возможность совершенствования технологии охлажденной рыбы в части ее хранения и транспортирования на берегу.

2. Установлен предварительный рекомендуемый режим хранения охлажденной рыбы в вакуумной полимерной упаковке, который составил от минус 2 до минус 5 °С. Данный режим позволяет максимально сохранить органолептические свойства, характерные для охлажденной рыбы, изготовленной по традиционной технологии, и не допускает перехода продукции в категорию «подмороженная».

3. Микробиологические исследования показали хорошую сохраняемость продукции при выбранных температурных режимах в течение нормативного срока хранения. Однако для продления сроков хранения охлажденной рыбы в вакуумной упаковке требуются дополнительные исследования, в том числе с введением в продукцию разрешенных к использованию в пищевой промышленности консервантов.

4. Исследования биохимических изменений азотистых соединений в тканях охлажденной рыбы показали отсутствие существенных отличий от характера и интенсивности аналогичных процессов, протекающих в тканях охлажденной рыбы традиционной технологии.

5. Требуются дополнительные исследования биохимических процессов, протекающих в жировой компоненте охлажденной рыбопродукции, так как очевидно, что упаковывание под вакуумом может рассматриваться для данной компоненты как дополнительных консервирующий фактор.

Литература:

1. Мировые тенденции роста рисков рыбохозяйственного развития и место ВАРПЭ в работе по их преодолению Ю.И. Кокорев// Рыбное хозяйство № 4, 2008 г., с. 11

2. Анализ финансового состояния рыбохозяйственного комплекса (на 01.01.2008 г.) Алдошина В.С. // Материалы II Международной научно-практической конференции «Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов», Москва, ВВЦ, пав. № 38, 57 26-27 ноября 2008 г., с. 34-37

ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ПИЩЕВОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ РЫБНОГО ЖИРА И МАСЛА АМАРАНТА

Лебская Т. К., Хоменко Р. В. (г. Киев, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, кафедра технологи м'ясних, рыбных и морепродуктов, net)

Are studied structure and properties BAS on the basis of fish fat and amaranth oil. The product combines biologically effective lipids – phospholipids, skvalen, phytosterols, vitamin E, fat acids of family ω -6 and ω -3 which are recommended for normalization липидного an exchange and increase of the immune status of an organism.

Сохранение здоровья человека и увеличение продолжительности жизни являются одной из актуальных проблем современности. Дефицит эссенциальных факторов питания в рационе современного человека приводит к возникновению многих заболеваний, избежать которые возможно при употреблении природных биологически активных пищевых добавок [1]. Одной из таких природных добавок является рыбный жир морских гидробионтов, представляющий собой комплекс физиологически необходимых для организма человека жирных кислот – линолевой, линоленовой, арахидоновой (витамин F), жирорастворимых витаминов А, Д, Е и ПНЖК ω -3, ω – 6 [2,3]. Присутствие этих кислот в липидах морских организмов обеспечивает высокую их биологическую активность, однако, вследствие высокой степени ненасыщенности липиды легко поддаются окислению. В связи с этим, а также с целью повышения биологической активности созданы разнообразные композиции рыбного жира с экстрактами лекарственных трав, морских водорослей и иглокожих [4, 5, 6]. Тем не менее, поиск новых сырьевых ресурсов для расширения ассортимента рыбного жира и повышения его ценности продолжается и не теряет своей актуальности. Одним из перспективных видов сырья для расширения ассортимента БАДов на основе рыбного жира является масло амаранта.

Объекты исследования – рыбный жир из печени черноморской акулы катран (*Squalus acanthias*) и масло амаранта (*Amaranthus L.*). Предмет исследования – биологическая эффективность рыбного жира из печени черноморской акулы катран, масла амаранта и композиции на основе продукта из вышеуказанных объектов, получившей название «Сквамарин».

Органолептическую оценку и определение показателей качества липидов (кислотное, перекисное, йодное числа), содержание витамина Е проводили в соответствии с общепринятыми методами, состав метиловых эфиров жирных кислот определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе HRGC-5300 (Италия), состав фракций – методом тонкослойной хроматографии.

Родиной амаранта является Центральная и Южная Америка, где в пищу и для косметических целей используют масло, полученное методом холодного прессования или экстракции из светлоокрашенных семян амаранта. Масло содержит до 50% ПНЖК, 120-150 мг/100 г токоферолов, 5-7% сквалена, 3% фитостеринов, 8% фосфолипидов [7]. По содержанию сквалена амарант занимает одно из первых мест среди растений. Так, в оливковом масле выявлено 0,7, масле из рисовых отрубей – 0,3, из пшеничных зародышей – 0,1 % сквалена, соответственно [8]. Сквален ациклический представляет собой тритерпен с 6 двойными (ненасыщенными связями) и является промежуточным звеном в биосинтезе холестерина. Результаты многочисленных экспериментальных и клинических исследований свидетельствуют о положительном влиянии сквалена, содержащегося в масле амаранта, на липидный обмен [9]. Под действием сквалена отмечено понижение содержания холестерина и триглицеридов в крови. Аналогичное влияние на липидный обмен в организме человека оказывают и фитостерины, входящие в состав масла амаранта. По своей химической природе фитостерины представляют собой высокомолекулярные циклические спирты, различающиеся числом двойных связей в циклическом кольце, степенью ненасыщенности и длиной боковой цепи. Особенности структуры фитостеринов способствуют уменьшению степени всасывания холестерина в кишечнике. Благодаря этим свойствам масло амаранта в последние годы используют в качестве дополнительного источника ПНЖК, сквалена и фитостеринов и включают в состав ряда БАД к пище [8].

Изучению свойств рыбного жира и масла амаранта посвящено незначительное количество работ, которые носят, главным образом, разрозненный характер.

Сравнительная характеристика органолептических показателей масла амаранта и рыбного жира из печени катран приведена в таблице 1.

Таблица 1 Органолептические показатели масла амаранта и рыбного жира из печени черноморской акулы катран

Показатель	Масло амаранта	Рыбный жир
Цвет	От светлого до коричневого	От светло желтого до желтого
Запах и вкус	Характерный и	Характерный запах и

	свойственный данному виду масла	вкус рыбного жира
Прозрачность	Прозрачный при температуре 15–20 °С	Прозрачный при температуре 15–20 °С
Кислотное число, мг КОН на 1 г	0.09±0.4	0.56±0.5
Перекисное число, % I ₂	0.02±0.03	0.2±0.06
Йодное число, % I ₂	81±18	120±20

Результаты исследований биологической эффективности масла амаранта и рыбного жира по показателям в их фракционного и жирнокислотного состава представлены в таблице 2.

Таблица 2 Фракционный и жирнокислотный состав липидов амаранта и рыбного жира

Показатель	Масло амаранта	Рыбный жир
Фракционный состав, % от суммы фракций		
Триглицериды	78±2.7	85±1.3
Фитостерины	2±1.0	–
Свободные жирные кислоты	4±2.1	6.3±1.9
Фосфолипиды	8±4.1	6.2±1.5
Сквален	4±3.5	1.0±0.05
Эфиры стериннов	2±1.5	1.2±0.4
Алкоксиглицериды	–	10.7±2.3
Витамин Е, мг/100 г	240±30	130±20
Жирные кислоты, % от суммы жирных кислот		
Насыщенные	24.73	20.91
Мононенасыщенные	23.91	24.53
Полиненасыщенные, в том числе:	51.04	38.15
линолевая (18:2) ω-6	48.80	26.83
γ-линоленовая (18:3) ω-6	0.27	–
α-линоленовая (18:3) ω-3	1.01	0.31
арахидоновая (20:4) ω-3	–	1.47
докозагексаеновая (22:6) ω-3	–	4.55
Соотношение суммы ПНЖК ω-6/ω-3	48.31/1	4.23/1

Сравнительный анализ состава липидов масла амаранта и рыбного жира свидетельствует о том, что каждый из этих продуктов является БАД. В тоже время, только по некоторым показателям эти продукты в отдельности могут удовлетворять потребности человека в незаменимых липидах [9].

Биологическая эффективность масла амаранта обусловлена присутствием фитостерина, фосфолипидов, сквалена и витамина Е; рыбного жира – фосфолипидами, скваленом, алкоксиглицеридами и витамином Е. Фитостерин масла амаранта могут быть использованы для регуляции обменных процессов, проявления антисклеротического, антиоксидантного эффектов и онкопрофилактики. Как масло амаранта, так и рыбный жир являются источниками фосфолипидов, необходимых для поддержания структуры и функции клеточных мембран. Сквален оказывает позитивное влияние на липидный обмен, которое проявляется в снижении холестерина и триглицеридов в крови и др. Наиболее благоприятное для питания человека соотношение жирных кислот ω -6 и ω -3 находится в рыбном жире. Так, по рекомендациям нутрициологов оптимальным соотношением этих кислот является 10:1, при патологических состояниях, вызванных нарушением липидного обмена, это соотношение составляет 5:1 и 3:1 [1]. Сочетание рыбного жира с маслом амаранта, содержащим высокие концентрации витамина Е, позволит замедлить окислительные процессы в нем и обогатить композицию фитостеринами, скваленом и ацилглицеридами. Сравнительная характеристика биологической эффективности ингредиентов (масла амаранта и рыбного жира из печени черноморской акулы катран) и композиции, которая была названа «Сквамарин», приведена в таблице 3.

Таблица 3. Оценка биологической эффективности липидов композиции масла амаранта с рыбным жиром из печени черноморской акулы катран (при употреблении 80-100 г липидов)

Показатель	Масло амаранта	Рыбный жир	"Сквамарин"	Адекватный уровень употребления, г	Верхний допустимый уровень употребления, г
Фосфолипиды	8.00	6.00	6.70	7.00	15.00
Сквален	4.00	1.00	2.00	0.40	1.50
Алкоксиглицериды	–	10.70	7.20	1.00	2.00
Витамин Е, мг/100 г	240.00	130.00	167.00	15.00	100.00
Жирные кислоты:					
насыщенные	24.73	20.91	22.18	25.00	–
мононенасы-	23.91	24.53	24.32	30.00	–

ценные					
полиненасыщенные	51.04	38.15	42.45	11.00	20.00
П ПНЖК ω -6	1.01	26.83	32.24	10.00	-
ПНЖК ω -3	49,07	10.70	7.47	1.00	3.00
Соотношение ПНЖК ω -6/ ω -3	48,31:1	4,23:1	4,32:1	5:1	3:1

В соответствии с представленными данными «Скварин» на основе масла амаранта и жира из печени черноморской акулы катран в большей степени удовлетворяет потребности человека в незаменимых липидах по сравнению с исходными компонентами. Особую ценность в этом продукте представляет суммарное содержание ПНЖК ω -3, количество которых может покрывать дефицит этих кислот в других продуктах питания. В тоже время, содержание таких соединений, как сквален, алкоксиглицериды, витамин Е существенно превышают рекомендуемые нормы. Поэтому «Скварин» следует рассматривать в качестве концентрата вышеуказанных ингредиентов и употреблять в соответствии с рекомендуемыми нормами [10].

Новизна результатов исследований заключается в создании БАД, в которой сочетаются природные биологически эффективные липиды – фосфолипиды, алкоксиглицериды, сквален, витамин Е в количествах, приближенных к рекомендуемым нормам для человека. Результаты исследований могут быть реализованы при выпуске биологической добавки для профилактики и лечения нарушений липидного обмена, повышения антиоксидантной системы организма вследствие высокого содержания витамина Е, алкоксиглицеридов и сквалена.

Литература:

1. **Тутельян В. А.** Стратегия развития, применения и оценки эффективности биологически активных пищевых добавок к пище / В. А.Тутельян // Вопросы питания. — 1996. — № 6. — С. 3—11.
2. **Ackman R. G.** Total lipid and nutritionally important fatty acids of some Nova Scotia fish and shellfish food products / R. G.Ackman, C. McLeod // J. Food Sci. Technol. — 1988. — Vol. 21. — N 4. — P. 390—398.
3. **Ржавская Ф.** Жиры рыб и морских млекопитающих / Ф. Ржавская — М. : Пищевая пром-сть, 1976. — 470 с.
4. **Рамбега Е.** Новые направления исследований в области традиционных технологий переработки рыбы : науч.-техн. сб. /

Е.Ф.Рамбеза, Л.С.Байдалинова.— Т. 2 — Калининград : Изд-во АтлантНИРО, 1996. — С. 47—54.

5. Пат. 2129809 RU Российская Федерация, МКИ ⁶ А 23 L 1/325, А 61 К 35/60, А 23 Р 1/04. Способ получения пищевого продукта в капсулах / А. В. Захарчук, Е. Г. Гневушев, А. А. Арутюнян. — № 98107294/13 ; заявл. 24.04.98 ; опубл. 10.05.99, Бюл. № 10. — 1 с.

6. Пат. 2162647 Российская Федерация, МКИ ⁷ А 23 L 1/325. Способ обогащения рыбного жира биологически активными веществами из беспозвоночных гидробионтов / Лебская Т. К., Дубницкая Г. М., Байдалина Г. Ф. — № 99102228/13 ; заявл. 04.02.99 ; опубл. 10.02.01, Бюл. № 4. — 1 с.

7. Влияние масла амаранта на показатели липидного обмена у больных ишемической болезнью сердца и гиперлиппротеидемией / К. В. Гонор, А. В. Погожева, С. Н. Кулакова и др. // Вопросы питания. — 2006. — Т. 75, № 3. — С.17—21.

8. Масло амаранта: особенности химического состава и влияние на показатели липидного обмена у крыс / С. Н. Кулакова, А. Л. Поздняков, И. И. Корф и др. // Вопросы питания. — 2006. — Т.75, № 3. — С. 36—42.

9. **Панкова Н. И.** Фонофорез амарантового масла при лечении некоторых заболеваний слизистой оболочки полости рта / Н. И. Панкова, А. Р. Сидоренко // 2-й межд. симп. "Нетрадиционные растения и перспективы их использования", 12–14 сент. 1997 г., М., Пущино : материалы симп. — М : Пущино, 1997. — С. 152.

10. Методические рекомендации 2.3.1. 19150–04. Рациональное питание. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ : утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 02 июля 2004 г. — 24 с.

Энергетика и транспорт

ВНУТРЕННЯЯ НЕУРАВНОВЕШЕННОСТЬ ДВИГАТЕЛЕЙ КАК ИСТОЧНИК ВИБРАЦИЙ

Щеглов В. А., Думброван М. И. (г. Калининград, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота, кафедра Сервис автомобильного транспорта, www.kafedra_avto@bga.gazinter.net)

Annotation. When it was examined in external balance. Crankshaft engine and frame were considered as a completely rigid body. But in reality this part of engine are able to deform. Because of that the different points of engine are moving. Of this reason there are one more type of inbalance. It is a internal inbalance. So, in this artice showing relative analytic estimate of internal inbalance of some straight engines.

Двигатели 8ЧРН32/48 (8NVD48) фирмы SKL Motoren различных серий, установленные на судах проектов 502, 502Э, 502ЭМ в качестве главных, и имеющие широкое применение на флотах, в различных судоходных компаниях за время эксплуатации показали низкую надежность рамовых и мотылевых подшипников коленчатых валов, в связи, с чем отмечаются аварии судовых дизельных двигателей с тяжелыми повреждениями, со снижением срока эксплуатации всего двигателя [1].

Опыт эксплуатации в судоходных компаниях показал низкую эффективность конструктивных изменений судов, направленных на повышение жесткости фундаментов судовых дизелей. Повреждения рамовых подшипников дизелей продолжают иметь место на двигателях, как с обычными, так и с подкрепленными фундаментами.

При оценке внешней уравновешенности коленчатый вал и рама дизеля рассматриваются как абсолютно жесткие тела. В действительности эти элементы дизеля обладают податливостью, и в случае приложения сил и моментов они способны деформироваться, вызывая перемещения различных точек дизеля. По этой причине возникает еще один вид неуравновешенности дизеля – внутренняя неуравновешенность.

Даже в том случае, когда сумма внешних остаточных моментов каждого вида равна нулю, многоцилиндровый дизель всегда будет иметь внутренний неуравновешенный момент, изгибающий коленчатый вал с частотой его вращения. В статье рассмотрено изменение внутренних неуравновешенных моментов широко распространенных 4-х, 6-ти и 8-ми цилиндровых рядных двигателей, имеющих полную уравновешенность по внешним моментам.

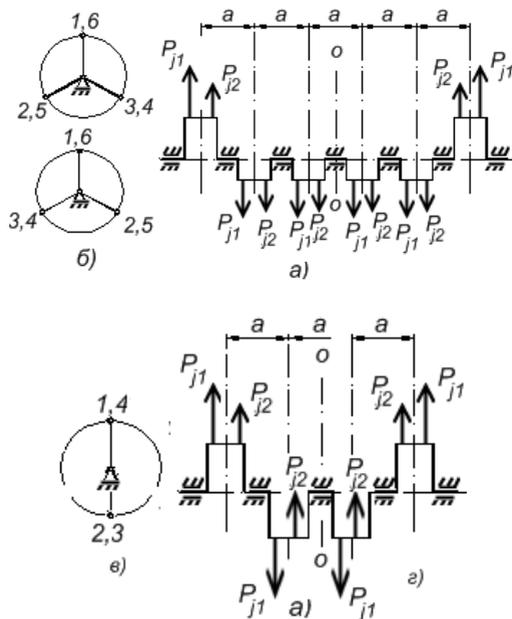
Расчет выполняется так же, как и в случае внешнего неуравновешенного момента, но с одним существенным отличием: моменты рас-

считываются относительно середины коленчатого вала для каждой его половины отдельно. При четном числе цилиндров середина коленчатого вала попадает в промежуток между двумя цилиндрами, а при нечетном совпадает со средним цилиндром, который по этой причине не влияет на результаты расчета внутренней неуравновешенности.

Расчет внутренних моментов необходим для ориентировочной оценки деформации остова двигателя, возникающих в нем напряжений и вибраций. В конструкциях двигателей, имеющих внешние неуравновешенные моменты, на остов двигателя действуют опорные реакции фундамента, существенно влияющие на величину внутренних моментов [2].

Поэтому в связи с ограниченным объемом статьи ниже будут рассмотрены только некоторые конструкции двигателей, не имеющие внешних неуравновешенных моментов.

Актуальность такой оценки вызвана тем, что повышенные вибрации корпусов в результате действия внутренних неуравновешенных моментов могут приводить к появлению усталостных разрушений самих корпусов и крепящихся к ним агрегатов, трубопроводов, нарушению работы уплотнений.



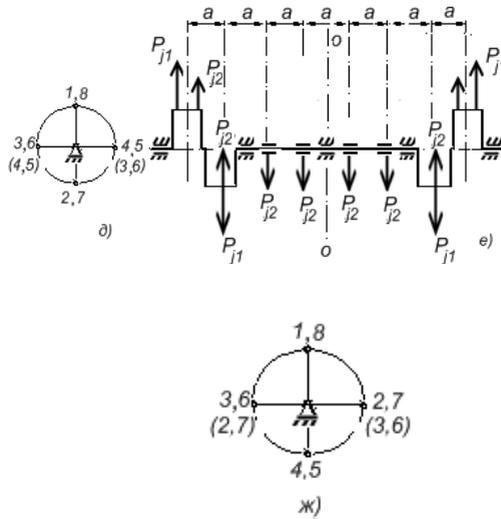


Рис. 1. Расчетные схемы рядных двигателей

Внутренняя неуравновешенность рядного шестицилиндрового двигателя рассчитана относительно оси "O":

момент от сил инерции первого порядка:

$$M_{j1} = - m P_{\max} R \omega^2 [\cos(0 + \alpha) 2,5a + \cos(240 + \alpha) 1,5a + \cos(120 + \alpha) 0,5a]$$

момент от сил инерции второго порядка:

$$M_{j2} = - m P_{\max} R \omega^2 \lambda [\cos 2(0 + \alpha) 2,5a + \cos 2(240 + \alpha) 1,5a + \cos 2(120 + \alpha) 0,5a].$$

где P_{\max} - максимальное значение силы, действующей на шатунные шейки; m - приведенная масса поршневой группы; R - радиус кривошипа; ω^2 - квадрат угловой скорости коленчатого вала; a - расстояние между цилиндрами



Рис.2 – Изменение внутреннего неуравновешенного момента 6-ти цилиндрового рядного двигателя

Внутренняя неуравновешенность рядного восьмицилиндрового двигателя рассчитана относительно оси "O":

момент от сил инерции первого порядка:

$$M_{j1} = - m P_{\max} R \omega^2 [\cos(0 + \alpha) 3,5a + \cos(180 + \alpha) 2,5a + \cos(270 + \alpha) 1,5a + \cos(90 + \alpha) 0,5a]$$

момент от сил инерции второго порядка:

$$M_{j2} = - m P_{\max} R \omega^2 \lambda [\cos(0 + \alpha) 3,5a + \cos(180 + \alpha) 2,5a + \cos(270 + \alpha) 1,5a + \cos(90 + \alpha) 0,5a].$$

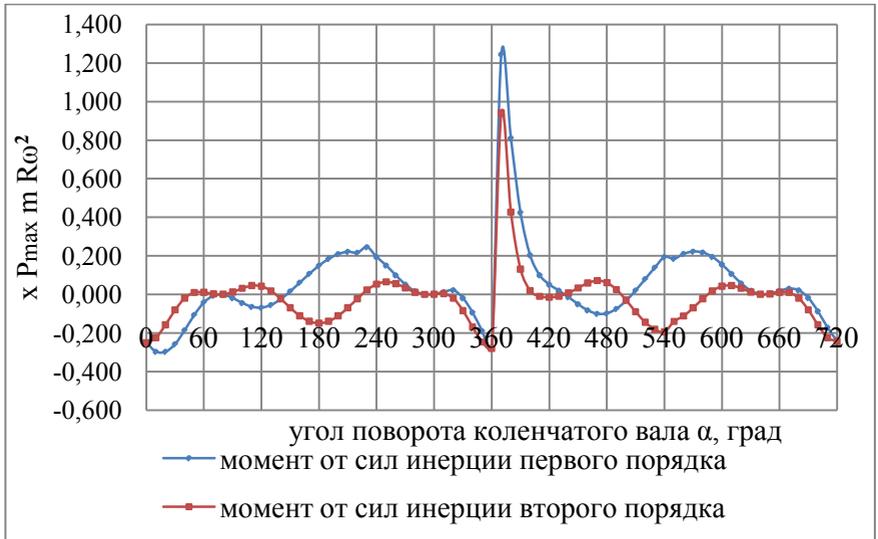


Рис. 3 – Изменение внутреннего неуравновешенного момента восьмицилиндрового двигателя

Внутренняя неуравновешенность рядного четырехцилиндрового двигателя рассчитана относительно оси "О":

момент от сил инерции первого порядка:

$$M_{j1} = - m P_{\max} R \omega^2 [\cos(0 + \alpha) 1,5a + \cos(180 + \alpha) 2,5a + \cos(270 + \alpha) 0,5a]$$

момент от сил инерции второго порядка:

$$M_{j2} = - m P_{\max} R \omega^2 \lambda [\cos(0 + \alpha) 1,5a + \cos(180 + \alpha) 0,5a].$$

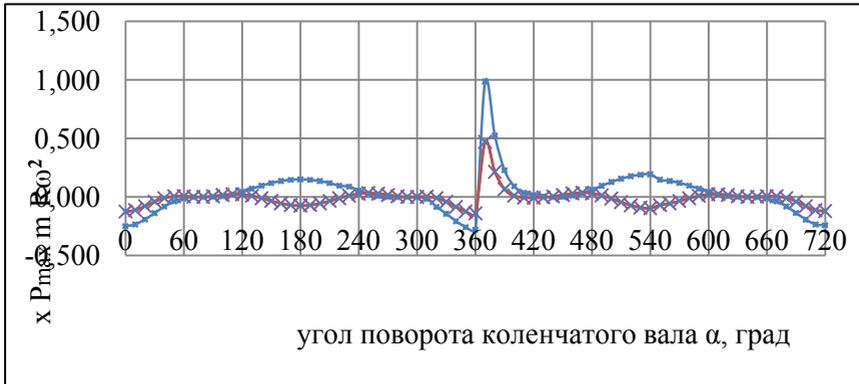


Рис. 4 – Изменение внутреннего неуравновешенного момента 4-х цилиндрового рядного двигателя

Таблица. Оценка внутренних неуравновешенных моментов от сил инерции первого порядка

Конструкция	Порядок работы двигателя	Расчетная схема	Расчетное уравнение для момента первого порядка ($C = -mR\omega^2$)	Расчет удельного значения	Коэффициент
4 цилиндрный	1342	Рис.1, в	$C (\cos 0^\circ \cdot 1,5 \bar{a} + \cos 540^\circ \cdot 0,5 \bar{a})$	$C (1,5 - 0,5)$	1,0 / 2,5
	1243		$C (\cos 0^\circ \cdot 1,5 \bar{a} + \cos 180^\circ \cdot 0,5 \bar{a})$	$C (1,5 - 0,5)$	1,0 / 2,5
6 цилиндровый рядный	153624 против часовой стрелки	Рис.1, б (верхняя схема)	$C (\cos 0^\circ \cdot 2,5\bar{a} + \cos 480^\circ \cdot 1,5 \cdot \bar{a} + \cos 240^\circ \cdot 0,5 \bar{a})$	$C (1 \cdot 2,5 - 0,5 \cdot 1,5 - 0,5 \cdot 0,5)$	1,5 / 1,5
	142635	Рис.1, в	$C (\cos 0^\circ \cdot 2,5\bar{a} + \cos 240^\circ \cdot 1,5 \cdot \bar{a} + \cos 480^\circ \cdot 0,5 \bar{a})$	$C (1 \cdot 2,5 - 0,5 \cdot 1,5 - 0,5 \cdot 0,5)$	1,5 / 1,5
	135642	Рис.1, в	$C (\cos 0^\circ \cdot 2,5\bar{a} + \cos 480^\circ \cdot 1,5 \cdot \bar{a} + \cos 240^\circ \cdot 0,5 \bar{a})$	$C (1 \cdot 2,5 - 0,5 \cdot 1,5 - 0,5 \cdot 0,5)$	1,5 / 1,5
8 цилиндровый	1246875 3. по часовой		$C (\cos 0^\circ \cdot 3,5\bar{a} + \cos 90^\circ \cdot 2,5\bar{a} + \cos 630^\circ \cdot 1,5\bar{a} + \cos 180^\circ \cdot 0,5 \bar{a})$	$C (1 \cdot 3,5 + 0 + 0 - 1 \cdot 0,5)$	3,0 / 0

ряд- ный	1357864 2. по часо- вой	Рис.1, ж	$C(\cos 0^\circ \cdot 3,5\bar{a} + \cos 630^\circ \cdot 2,5\bar{a} + \cos 90^\circ \cdot 1,5\bar{a} + \cos 540^\circ \cdot 0,5\bar{a})$	$C(1 \cdot 3,5 + 0 + 0 - 1 \cdot 0,5)$	3,0 / 0
	1642835 7. по часо- вой	Прот- тив часо- вой стрел ки	$C(\cos 0^\circ \cdot 3,5\bar{a} + \cos 270^\circ \cdot 2,5\bar{a} + \cos 450^\circ \cdot 1,5\bar{a} + \cos 180^\circ \cdot 0,5\bar{a})$	$C(1 \cdot 3,5 + 0 + 0 - 1 \cdot 0,5)$	3,0 / 0
	1647835 2. по часо- вой		$C(\cos 0^\circ \cdot 3,5\bar{a} + \cos 630^\circ \cdot 2,5\bar{a} + \cos 450^\circ \cdot 1,5\bar{a} + \cos 180^\circ \cdot 0,5\bar{a})$	$C(1 \cdot 3,5 - 1 \cdot 2,5 + 0 + 0)$	3,0 / 0
	1753824 6		$C(\cos 0^\circ \cdot 3,5\bar{a} + \cos 450^\circ \cdot 2,5\bar{a} + \cos 270^\circ \cdot 1,5\bar{a} + \cos 540^\circ \cdot 0,5\bar{a})$	$C(1 \cdot 3,5 + 0 + 0 - 1 \cdot 0,5)$	3,0 / 0
	<u>1625837</u> 4. <u>по часо- вой</u>		Рис.1, д Вра- ще- ние прот- тив часо- вой стрел ки	$C(\cos 0^\circ \cdot 3,5\bar{a} + \cos 180^\circ \cdot 2,5\bar{a} + \cos 450^\circ \cdot 1,5\bar{a} + \cos 630^\circ \cdot 0,5\bar{a})$	$C(1 \cdot 3,5 - 1 \cdot 2,5 + 0 + 0)$
	<u>1526847</u> 3	$C(\cos 0^\circ \cdot 3,5\bar{a} + \cos 180^\circ \cdot 2,5\bar{a} + \cos 630^\circ \cdot 1,5\bar{a} + \cos 450^\circ \cdot 0,5\bar{a})$		$C(1 \cdot 3,5 - 1 \cdot 2,5 + 0 + 0)$	1,0 / 4,0
	1426857 3	$C(\cos 0^\circ \cdot 3,5\bar{a} + \cos 480^\circ \cdot 2,5\bar{a} + \cos 240^\circ \cdot 1,5\bar{a} + \cos 240^\circ \cdot 0,5\bar{a})$		$C(1 \cdot 3,5 - 1 \cdot 2,5 + 0 + 0)$	1,0 / 4,0

Примечание: В последней колонке приведены значения коэффициентов – момента первого порядка / момента второго порядка (по второй цифре расчет в статье не приведен).

Анализ графиков, приведенных на рисунках 2,3,4, позволяет сделать следующие выводы: наименьшим значением неуравновешенных внутренних моментов обладает рядный четырехцилиндровый двигатель. Относительно него рядный шестицилиндровый двигатель имеет на 65% больший момент первого порядка, и на 66% меньший – второго порядка.

Восьмицилиндровый рядный двигатель с одним из следующих порядков работы 16258374, 15268473 имеет следующие значения внутренних моментов относительно рядного 4-х цилиндрового двигателя: первого порядка – на 26%, второго порядка на 99% больше.

Рядные четырех- и шестицилиндровые двигатели при любом порядке работы из рассмотренных выше имеет одинаковые показатели по внутренней неуравновешенности моментов первого и второго порядков.

Литература:

1. **Ефремов Л.В. , Черняховский Э.Р.** Надежность и вибрация дизельных установок промысловых судов. –М.: Пищевая промышленность, 1980. -232 с.
2. **Истомин П.А.** Динамика судовых двигателей внутреннего сгорания. -Л.: Судостроение. 1964. -287 с.

**MARKET MECHANISMS OF MONGOLIAN
COMPETITIVE ELECTRICAL MARKET**

Bayasgalan Zagdkhorol (*Moscow, MPEI (TU), dep. PES, zagdaal@yahoo.com*)

A power pool arrangement with central dispatch according to economic merit order based on costs operating along-side a system of financial bilateral contracts has significant advantages in Mongolia at this time. It will result in price transparency, the lowest cost of generation, reasonable implementation and ongoing administration costs, and acceptable risk to implement. It will result in competitive and fair results while instilling competitive discipline between buyers and sellers.

There are two basic market mechanisms to consider: central dispatch and self-dispatch. Central dispatch is sometimes known as a power pool market while self-dispatch is sometimes known as a bilateral contracts market. In a centrally-dispatched market, generators bid into a centralized market and the System/Market Operator directs the generators when, and at what production level, to operate on the basis of lowest cost. Generators are centrally dispatched by the System/Market Operator while complying with its responsibilities related to system reliability.

In a self-dispatched market, market participants freely enter into bilateral contracts and submit production schedules to the System/Market Operator reflecting their contract positions. As a result, generating stations self-dispatch. They inform the System/Market Operator of their schedules ahead of time thus determining settlement in the balancing market and enabling the System/Market Operator to carry out its responsibilities related to system security.

Both market mechanisms require balancing for differences between contracted amounts and actual generation and consumption. Under central

dispatch, balancing is carried out by the System/Market Operator as part of the dispatch process. Under self-dispatch, a balancing market operated by the System/Market Operator is needed. In either case, a voluntary power exchange can be established to offer, for example, day-ahead trading. The two market mechanisms are shown schematically in Exhibits 1 and 2.

There are many variations of these two market mechanisms. For example, the system might include only bilateral contracts, or only a power pool, or it might include both bilateral contracts and a power pool operating alongside one another. The power pool might be cost-based, meaning generators are dispatched on the basis of variable costs, or bid-based, meaning generators are able to bid whatever price they want subject only to market and profitability considerations. In addition, a centrally-dispatched power pool might be mandatory, meaning all generators must participate in the pool, or voluntary, meaning it is each generator's choice whether or not to participate in the pool. A self-dispatched market mechanism might have a bid-based balancing market, or balancing may be handled through bilateral contracts agreements with an administered price. Market mechanisms with central dispatch of generating units are generally related to mandatory pools, and market mechanisms with self-dispatch generally relate to bilateral contracts markets with voluntary pools (i.e., balancing mechanism).



Exhibit 1. Centrally-Dispatched Power Pool

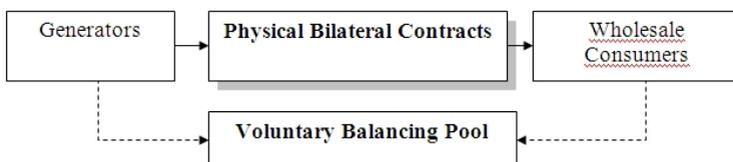


Exhibit 2. Self-Dispatched Bilateral Contracts Market

Bilateral contracts can be physical, meaning that generators self-schedule to fulfill the requirements of their contracts, or financial, meaning generators are dispatched centrally on the basis of costs bid into the pool, and the parties to the bilateral contract settle the price outside the market on the basis of the terms in the contract. Contracts for differences are an example of a financial bilateral contract.

PowerPool/Central Dispatch

In a power pool with central dispatch, generating companies offer price-quantity pairs for the supply of electrical energy for each of their generating units. This forms an industry supply curve. The offered prices are based on predetermined variable costs (i.e., cost-based pools), or the generators can be free to offer any price they like between certain general minimum and maximum prices (i.e., bid-based pools). On the demand side, the system/market operator may forecast demand and dispatch generating units to meet the forecast demand. This is called a one-sided pool. In more sophisticated two-sided pools, the market operator may dispatch on the basis of a demand curve created from price-quantity bids made by the buyers in the market (distribution companies and eligible consumers). The Pool can operate a day-ahead market, a market close to real-time or even a combination of different markets.

Bids and offers are normally firm, meaning that if these bids and offers are matched in the market clearing process, they result in an obligation to receive and deliver the matched volumes at the matched bid price. If the pool only operates a market close to real time, day-ahead sessions are still conducted, but only as an indicator of forecast prices for the market.

The offers and bids in these price-seeking sessions are therefore non-firm. In parallel to the pool, market participants can enter into bilateral contracts. These contracts can be physical bilateral contracts or financial bilateral contracts. Physical bilateral contracts represent a binding obligation to produce electricity, and the contract parties are required to notify the System/Market Operator of the contract quantities. Transactions are settled at the contract price, and deviations from the contract amounts are settled at the balancing market price. Financial bilateral contracts do not represent a binding obligation to produce electricity, and there is no need for the contract parties to notify the System/Market Operator of the contract quantities - they are settled at the pool price with the contract parties making subsequent adjustments to reflect contract terms.

Bilateral Contracts/Self-Dispatch

In a bilateral contracts market with self-dispatch, buyers and sellers freely enter into contracts for power supply. Sellers will normally be generators, and buyers will normally be distribution companies and eligible con-

sumers. However, generators can also become a buyer (i.e., to cover generation shortages relative to contract commitments); likewise, consumers can become sellers. In other words, each market participant becomes a trader. Brokers can act as an intermediary between buyers and sellers.

There will always be differences between the contracted volumes and the actual metered volumes. The System/Market Operator has to determine and settle these differences, or imbalances. In more advanced markets, the System/Market Operator operates a balancing market (or regulating power market) in order to establish a market based price for the settlement of imbalances.

In parallel with bilateral contracts, a voluntary Power Exchange might be established by market participants. A Power Exchange can offer day-ahead trading with a number of benefits for market participants such as price transparency, anonymous trading and trading portfolio optimization. The Power Exchange could be administered by the System/Market Operator. The Power Exchange itself is not a market participant – it is simply a place where deals between buyers and sellers are arranged. There are never imbalances on the Power Exchange.

Comparison of Central and Self-Dispatched Mechanisms

The two market mechanisms are similar. A centrally-dispatched power pool can have bilateral contracts operating alongside the pool, and in a self-dispatched market, a voluntary power exchange can be implemented to operate alongside the bilateral contracts market. However, there is significant debate concerning the merits of each mechanism.

The two market mechanisms would be similar if there were no transaction costs. The advantage of the centrally-dispatched power pool market is that it provides more optimal outcomes and greater price transparency. The disadvantage of the centrally-dispatched power pool market is that higher costs would be necessary to establish the pool. However this disadvantage should not be over-stated as the self-dispatched bilateral contracts market can likewise have high costs, particularly if a bid-based balancing market is established. NETA in England and Wales is a self-dispatch, bilateral contracts market mechanism with an offerbased balancing market. NETA requires a high level of sophistication by market participants and was costly to implement. The other theoretical disadvantage of the centrally-dispatched pool mechanism, higher price volatility, is really not relevant as financial instruments can be used for hedging. Moreover, in the case of cost based pools relative to bid/offer-based pools price volatility is quite low.

Advocates of the self-dispatched bilateral contracts market cite the following problems with centrally dispatched power pools:

- Construction of the dispatch schedule can be complicated and lacks transparency. Owing to technical limitations of generating plant (i.e.,

ramp up/down rates, minimum generations levels, etc.), it is often unclear how the market clearing price is derived from generator offers. This complexity opens the door to potential abuse by generators when submitting their offers, and can lead to less than optimum dispatch.

- Central dispatch requires that the System/Market Operator develop dispatch schedules taking into account plant technical considerations. Arguably, the market participants are in a better position to make these types of decisions because they are best able to gauge their risks. Placing decision-making and risk management on the party best able to make the decisions and manage the risk is likely to result in a more efficient outcome than a central authority with no stake in the outcome.

- Under centrally dispatched bid/offer-based pools all generators receive the market - clearing price represented by the highest priced plant dispatched. A generator with market power has incentive to submit offers different from its marginal cost in an effort to distort the market outcome in its favor. This is one of the problems encountered when the price of a single generator sets the price for all generators dispatched in the trading interval. However, while this may be true of bid/offer-based pools, it is not true of cost-based pools where generators must offer their power at a pre-determined price reflecting marginal cost. In addition, market power abuse has been a concern in most every market in existence, including both centrally-dispatched power pools and selfdispatched bilateral contracts markets.

Central dispatch offers important advantages for Mongolia:

- It provides price transparency;
- It builds on the current practice of central scheduling and dispatch;
- It leads to generation cost minimization;
- It allows for more integrated treatment of generation and transmission plant; and
- There is no requirement for the generating companies to develop scheduling skills.

In Mongolia, the merits of a centrally-dispatched power pool operated along-side a system of financial bilateral contracts introduces competition at the generation level at relatively low cost and risk.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КОСВЕННОГО ИНДИЦИРОВАНИЯ

Бабошин А. А., Малышев В. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра энергетики и транспорта)

Аннотация. В статье представлены результаты разработки метода косвенного индицирования поршневых двигателей. Представлена общая идея данного метода, измерительные схемы, а также полученные результаты научной работы.

Abstract. The article presents the results of investigation diagnostics of the engines with using of the method of indirect indication. The total ideas of given method, measuring circuit and the results site in this article.

Давление газов в цилиндрах двигателя является наиболее информативным диагностическим параметром, характеризующим состояние его поршневой части. 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, экономичность и экологическую чистоту.

Проведенный анализ способов индицирования, позволил заключить, что известные методы прямого индицирования имеют высокую стоимость, кроме того, для высокооборотных автомобильных двигателей существует проблема, связанная с точностью получаемых данных. При индицировании могут возникать ошибки, значительно снижающие достоверность получаемых индикаторных диаграмм, которые зависят от типа используемых датчиков давления и типа индикатора, размеров и формы индикаторного канала. Большинство современных двигателей вообще не имеют индикаторных кранов, что исключает возможность прямого индицирования. Известные методы косвенного измерения давления в цилиндрах двигателей также обладают рядом недостатков, вследствие чего они не нашли широкого применения, и в большинстве своем используются в виде отдельных экспериментальных проработок, имеющих ограниченную точность и достаточно узкую сферу использования. Немногие методы как прямого, так и косвенного индицирования позволяют осуществлять постоянный мониторинг давления в цилиндре, что необходимо для улучшения экономических и экологических показателей двигателей в условиях все более ужесточающихся экологических норм. Такое положение делает актуальной разработку новых методов и

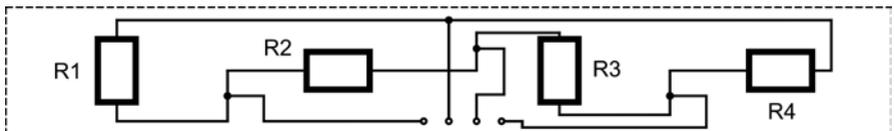
средств индицирования двигателей, уделяя при этом основное внимание реализации способов косвенного индицирования.

Целью данной статьи является представление результатов работы, проведенной на кафедре «Энергетики и транспорта» Мурманского государственного технического университета, направленной на разработку одного из методов косвенного индицирования ДВС. Предлагаемый метод косвенного индицирования ДВС основан на измерении напряжений, действующих в шпильках (или болтах) крепления крышки цилиндра (головки блока цилиндров) к блоку двигателя, а также в шайбах под гайками шпилек (или болтами).

При проведении исследований в качестве объектов были выбраны следующие двигатели: двигатель 3NVD24 (3Ч17,5/24); двигатель 6ЧН12/14 (модель К171М) дизель-генератора ДГР75М/1500-1; двигатель ВА3-2111 автомобиля ВА3-2115.

Реализация метода косвенного индицирования заключается в том, что под гайку или болт крепления головки блока цилиндров помещают датчик давления – стальную шайбу с закрепленными на ней тензорезисторами. Усилия, возникающие от действия сил давления газов в цилиндре двигателя, передаются через головку блока цилиндров шпилькам или болтам крепления головки блока цилиндров к самому блоку. При этом датчик давления воспринимает те же самые усилия, преобразуя их в электрический сигнал.

Пример исполнения датчика давления представлен на рисунке 1.



Развертка поверхности стальной шайбы

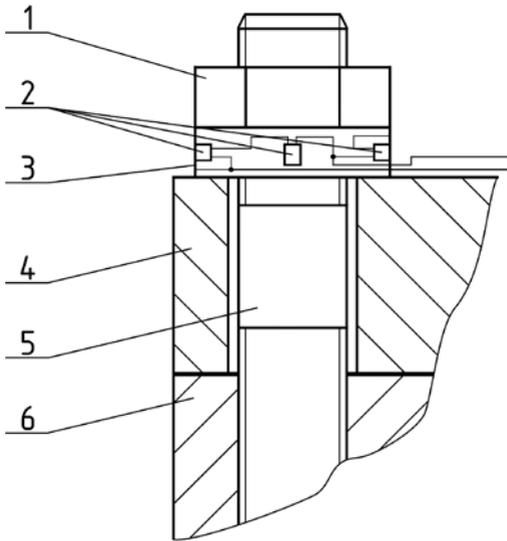
Рис. 1 – Разработанный датчик давления

для реализации метода косвенного индицирования

На стальной шайбе установлено четыре тензорезистора, которые образуют полную мостовую измерительную схему, из них два тензорезистора установлены для восприятия осевых деформаций (R1 и R3), а два других – для восприятия продольных деформаций (R2 и R4). Тензорезисторы R2 и R4 используются для термокомпенсации. Под действием изменяющегося давления в цилиндре двигателя, стальная шайба сжимается и растягивается, находясь в зоне упругой деформации, при этом тензорезистор вместе с ней также деформируется, изменяя свое сопротивление.

Помимо исследований напряжений, действующих в шайбах под гайками шпилек и в шайбах под болтами головки блока цилиндров, проводилось исследование напряжений в болтах головки блока цилиндров. При этом тензорезисторы устанавливались непосредственно на тело болта головки блока.

Общая измерительная схема метода косвенного индицирования представлена на рисунке 2. Тензорезисторы 2, установленные на шайбе 3 сжатой гайкой 1 шпильки 5 крепления крышки цилиндра 4 к блоку двигателя 6, соединены в измерительную схему (мост Уитстона). Сигнал с измерительной схемы усиливается в усилителе 8 с коэффициентом усиления 100 или 1000, и, через аналого-цифровой преобразователь 9, передается в компьютер 10, где осуществляется его обработка.



1 – гайка шпильки крепления крышки цилиндров к блоку двигателя; 2 – тензорезисторы; 3 – шайба под гайкой шпильки крепления крышки цилиндра к блоку двигателя; 4 – крышка цилиндра; 5 – шпилька крепления крышки цилиндров к блоку двигателя; 6 – блок двигателя; 7 – соединительные провода; 8 – усилитель сигнала; 9 – аналого-цифровой преобразователь; 10 – компьютер

Рис.2 – Общая измерительная схема метода косвенного индицирования

В ходе испытаний на двигателях 3NVD24 и 6ЧН12/14 одновременно с регистрацией косвенной индикаторной диаграммы осуществлялось прямое индицирование с использованием датчика GT-20 фирмы «AUTRONICA» и диагностического комплекса К-748. Сигнал с датчика прямого индицирования поступал в аналого-цифровой преобразователь

9 и регистрировался параллельно с сигналом от тензорезисторов 2. В данном случае индикаторные диаграммы, снятые с помощью датчика GT-20 рассматривались как эталонные, а диаграммы, снятые методом косвенного индицирования сопоставлялись, с ними, и оценивались их точность. Двигатель ВАЗ-2111 исключает прямое индицирование, что в свою очередь затрудняет получение абсолютных величин давления в цилиндре, поэтому зарегистрированный с тензорезисторов 2 сигнал, пропорциональный давлению в цилиндре, рассматривался как относительный.

Важным моментом при измерении давления в цилиндрах ДВС является определение положения ВМТ на диаграмме между тактами сжатия и расширения. Для двигателей 3NVD24 и 6ЧН12/14 для определения ВМТ на каждом режиме проверки производилось отключение топливоподачи в индицируемый цилиндр и регистрировалось давление сжатия-расширения, без процесса сгорания. По полученной диаграмме определялась верхняя мертвая точка; затем данная диаграмма накладывалась на диаграмму давления с процессом сгорания (с максимальным совпадением политропы сжатия) и определялся момент ВМТ. Для двигателя ВАЗ-2111, параллельно с косвенным индицированием, для определения верхней мертвой точки между тактами сжатия и расширения, регистрировался сигнал со штатного индуктивного датчика положения коленчатого вала.

Измерения на двигателе 3NVD24 проводились на четырех режимах: на режиме холостого хода, при нагрузке 14, 26 и 36 кВт. Измерения на двигателе 6ЧН12/14 проводились на трех режимах: на режиме холостого хода, при нагрузке 42 и 70 кВт. Измерения на двигателе ВАЗ-2111 проводились на режиме холостого хода, при небольшой нагрузке в виде включенного дальнего света, обогрева заднего стекла и противотуманных фар, а также при движении автомобиля в городском и загородном цикле; значения нагрузки на данных режимах не известны.

Результаты исследований следующие:

1. Сопоставление индикаторных диаграмм, полученных методами прямого и косвенного индицирования, позволяет сделать заключение о высокой степени сходимости этих данных (расхождения по большинству параметров, определяемых по индикаторным диаграммам, составляют не более 5%), что доказывает возможность использования предлагаемого метода косвенного индицирования в практике.

2. Данные сравнения индикаторных диаграмм, полученных методами прямого и косвенного индицирования, на различных частотах вращения коленчатого вала, говорят об имеющемся постоянном фазовом сдвиге индикаторной диаграммы, полученной методом прямого индицирования, относительно диаграммы, полученной методом косвен-

ного индицирования. Индикаторная диаграмма, полученная методом прямого индицирования, регистрируется на $0,7 \div 0,9$ град. п.к.в. позже, чем диаграмма, полученная методом косвенного индицирования при частоте вращения коленчатого вала $580 \div 630$ об/мин, и на $2,5$ град. п.к.в. позже при частоте вращения коленчатого вала 1470 об/мин. Можно утверждать, что фазовый сдвиг будет практически линейно увеличиваться с увеличением частоты вращения. В случае использования отметчика ВМТ, ошибка в определении всех показателей, получаемых при обработке индикаторных диаграмм (полученных методом прямого индицирования), будет увеличиваться (особенно у современных высокооборотных ДВС). Метод косвенного индицирования (являясь практически безынерционным) может быть использован для исследования задержки при регистрации индикаторной диаграммы методом прямого индицирования для различных датчиков и геометрии индикаторного канала.

3. Метод косвенного индицирования является более точным при определении моментов самовоспламенения топлива и достижения максимального давления сгорания относительно верхней мертвой точки между тактами сжатия и расширения. Это связано с тем, что система «блок двигателя – крышка цилиндра – шпилька крепления крышки цилиндра к блоку двигателя» является очень жесткой, и изменения давления в цилиндре сразу воспринимается тензорезистором, установленным на шайбе под гайкой шпильки крепления крышки цилиндра к блоку двигателя. Прямое индицирование дает задержку около $1 \div 2$ град. п.к.в.; основной причиной погрешности является дросселирование в индикаторном канале, собственные колебания газа в нем, а также конечная скорость распространения волны давления.

4. Предлагаемый метод косвенного индицирования является достаточно точными, а по ряду показателей превосходящим методы прямого индицирования, что делает возможным рекомендовать его для практического использования. Метод косвенного индицирования позволяет:

- оценивать техническое состояния ДВС, качество его регулировки;
- сократить объем технического обслуживания ДВС;
- прогнозировать остаточный ресурс работы ДВС;
- выдавать в блок управления двигателя информацию, необходимую для оптимизации процесса сгорания;
- исследовать рабочие процессы в цилиндрах ДВС;
- устанавливать новые функциональные связи и уточнять имеющиеся зависимости, описывающие рабочие процессы.

Достоинствами представляемого метода косвенного индицирования являются:

- универсальность, т.к. имеется возможность применения метода как для двигателей с искровым зажиганием, так и для дизельных двигателей;
- оперативность и точность получаемой информации о техническом состоянии ДВС;
- простота реализации, т.к. метод практически не требует конструктивных изменений в двигателе;
- датчик имеет простую конструкцию, высокую надежность и относительно низкую стоимость; кроме того, он устанавливается в зоне не высоких температур, что упрощает ее компенсацию и повышает точность получаемых данных;
- метод позволяет проводить индцирование современных высокооборотных ДВС; использование же методов прямого индцирования будет давать значительные погрешности в измерениях.

Представляется возможным рекомендовать использование предлагаемого метода косвенного индцирования в системах управления двигателями, основным элементом в которых будут датчики косвенного индцирования.

5. Проведенное диагностирование ДВС с использованием метода косвенного индцирования, позволило выявить неисправности в техническом состоянии топливной аппаратуры двигателя 3NVD24.

Литература:

1. **Малышев, В. С.** Диагностирование двигателей транспортных средств с использованием методов косвенного индцирования / В. С. Малышев, А. А. Бабошин, А. Ю. Корегин // Автотранспортное предприятие. – 2009. – №2. – С. 48-50.
2. **Бабошин, А. А.** Анализ методов измерения давления в цилиндрах ДВС и обоснование необходимости разработки методов косвенного индцирования / А. А. Бабошин, В. С. Малышев // Автотранспортное предприятие. – 2009. – №9. – С. 42-44.
3. **Бабошин, А. А.** Методика обработки результатов косвенного индцирования / А. А. Бабошин, В. С. Малышев // Наука и образование – 2008: материалы междунар. науч.-техн. конф. (2-10 апреля 2008 г). [Электрон. ресурс] – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2008. – С. 695-697.
4. **Малышев, В. С.** Двигатели внутреннего сгорания: теория и расчет рабочих процессов: учеб. пособие по дисциплине «Автомобильные двигатели» для студентов специальности 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство» / В. С. Малышев, А. А. Бабошин. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2010. – 302 с.

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Ветлужских С. Ю., Малышев В. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра энергетики и транспорта)

Надежность является одним из основных показателей качества транспортного средства, который непрерывно изменяется при эксплуатации подвижного состава. Следовательно, его оценка позволит перевозчику повысить рентабельность и качество услуг за счет оперативного управления производственными процессами технического обслуживания и ремонтов, а также прогнозирования изменений технического состояния транспортных средств.

В технической эксплуатации автомобилей принято оценивать надежность с помощью коэффициента технической готовности.

В соответствии с ГОСТ 27.002-89 [2] коэффициентом готовности (коэффициентом технической готовности) называется вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается. Данный показатель является комплексным и характеризует свойства безотказности и ремонтпригодности объекта, определяется по формуле:

$$\alpha_T = \frac{D_3}{D_3 + D_p}, \quad (1)$$

где D_3 – количество дней эксплуатации автомобиля;

D_p – количество дней простоя автомобиля в ремонте и техническом обслуживании.

В тоже время коэффициент технической готовности имеет взаимосвязь с единичными показателями надежности:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + l_{\text{ср}} \cdot \omega_{\text{пр}} \cdot t}, \quad (2)$$

где $l_{\text{ср}}$ – среднесуточный пробег автомобиля, характеризующий интенсивность его эксплуатации;

$t_{\text{пр}}$ – средняя продолжительность простоя транспортного средства;

$\omega_{\text{пр}}$ – параметр потока отказов, связанных с простоем транспортного средства за рассматриваемый период.

Так как коэффициент технической готовности характеризует текущее техническое состояние и не позволяет оценить возможность по-

явления отказов на линии, то для определения надежности предлагается использовать коэффициент оперативной готовности.

В соответствии с ГОСТ 27.002-89 [2] коэффициентом оперативной готовности называется вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается и начиная с этого момента будет работать безотказно в течение заданного интервала наработки. Данный показатель определяется по формуле:

$$\alpha_{\text{ог}} = \alpha_{\text{т}} \cdot P(t_{\text{ог}}), (3)$$

где $P(t_{\text{ог}})$ – вероятность безотказной работы транспортного средства в течение заданного интервала наработки.

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что для оценки надежности необходимо определить четыре единичных показателя, которые в свою очередь зависят от эксплуатационного пробега транспортного средства:

- среднесуточный пробег автомобиля ($l_{\text{ср}}$);
- средняя продолжительность простоя транспортного средства ($t_{\text{пр}}$);
- параметр потока отказов ($\omega_{\text{пр}}$);
- вероятность безотказной работы транспортного средства в течение заданного интервала наработки ($P(t_{\text{ог}})$).

В практике технической эксплуатации автомобилей для определения и прогнозирования изменения технического состояния транспортного средства применяют несколько видов закономерностей, к которым относятся:

- первого вида – изменение технического состояния автомобиля, агрегата, детали по его наработке;
- второго вида – рассеивание параметров технического состояния.

Закономерности первого вида определяются плавным, монотонным характером изменения технического состояния, приводящим к отказам. Проведенные исследования и накопленный опыт показывают, что в случае отказа изменение параметра технического состояния конкретного объекта или среднего значения для группы объектов аналитически достаточно хорошо может быть описано двумя видами функций:

целой рациональной функцией четвертого порядка

$$y = a_0 + a_1 \cdot l + a_2 \cdot l^2 + a_3 \cdot l^3 + a_4 \cdot l^4, (4)$$

где a_0 – начальное значение параметра технического состояния;
 l – наработка;

$a_1, a_2, \dots a_4$ – коэффициенты, определяющие характер и степень зависимости y от l ;

или степенной функцией

$$y = a_0 + a_1 \cdot l^b, \quad (5)$$

где a_i и b – коэффициенты, определяющие интенсивность и характер изменения параметра технического состояния. [9, 10]

Определение коэффициентов уравнений (4) и (5) осуществляется методом наименьших квадратов. Учитывая, что отсутствие статистических данных о степени влияния условий эксплуатации на коэффициенты уравнений (4) и (5) затрудняют их определение, то рекомендуется рассчитывать показатели закономерностей первого рода по разработанному алгоритму (см. рис. 1), который позволяет исключить сезонную составляющую.

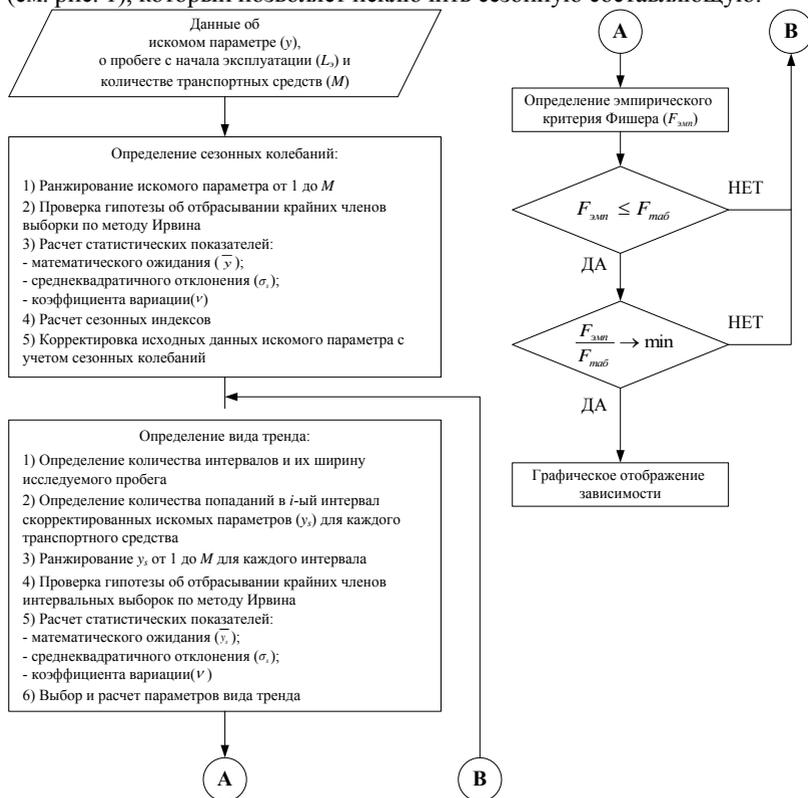


Рис.3 – Алгоритм определения закономерности первого вида

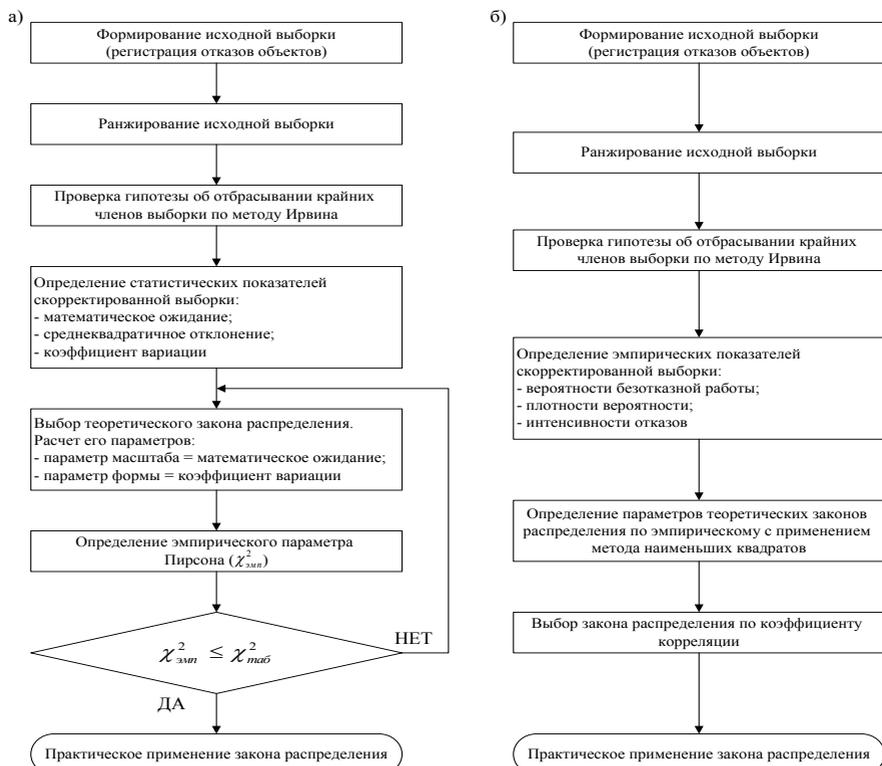
Закономерности второго вида характеризуются рассеиванием параметров технического состояния, обусловленных влиянием случайных процессов при эксплуатации транспортного средства.

В зависимости от степени рассеивания случайных величин, которая определяется по коэффициенту вариации (v), в практики технической эксплуатации автомобилей получили наибольшее распространение следующие теоретические законы распределения [9, 10]:

- нормальный закон распределения ($v \leq 0,33$);
- логарифмически нормальный закон распределения ($0,30 \leq v \leq 0,50$);
- закон распределения Вейбулла – Гнеденко ($0,40 \leq v \leq 0,95$);
- экспоненциальный закон распределения ($v = 1,0$);

Выбор одного из них прямо осуществлять по коэффициенту вариации [6]. В данном случае параметрами закона распределения являются сам коэффициент вариации и математическое ожидание. Алгоритм расчета представлен на рис.2 а).

Однако в этой же работе приведен пример определения параметров теоретических законов распределения по эмпирическому, алгоритм которого представлен на рис. 2 б). Данный способ основан на применении метода наименьших квадратов, достоинством которого является определение коэффициента корреляции R_{xy} , что позволяет одновременно произвести оценку согласия теоретического и эмпирического распределений.



- а) по математическому ожиданию и коэффициенту вариации;
- б) методом наименьших квадратов

Рис. 4 – Алгоритм определения теоретического закона распределения по эмпирическому распределению

Таким образом, определять единичные показатели надежности транспортного средства следует:

- по закономерностям первого вида для оценки среднесуточного пробега автомобиля, средней продолжительности простоя и параметра потока отказов;
- по закономерностям второго вида – вероятность безотказной работы.

При определении эмпирического распределения вероятности безотказной работы необходимо учитывать, что транспортное средство представляет собой сложную структурно-функциональную систему, состоящую из множества взаимосвязанных подсистем.

Применяемая в работах [4, 8] схема, состоящая из трех подсистем (двигатель, шасси и кузов), не обеспечивает требуемую точность оценки, так как не учитывает в полном объеме влияние других подсистем современного транспортного средства. Согласно классификации составных элементов представленной в работе [7] и их распределения в работе [3] для расчета надежности предлагается структурно-функциональная схема транспортного средства (см. рис.3).

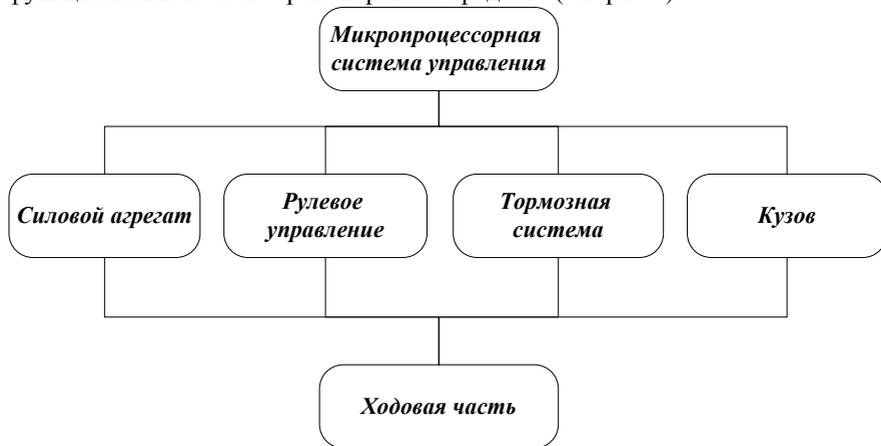


Рис.5 – Структурно-функциональная схема транспортного средства

Так как отказ одного элемента подвижного состава, как правило, приводит к отказу всей системы с выводом ее из эксплуатации, то расчет надежности следует проводить для основного (последовательного) соединения, это также подтверждается проводимыми исследованиями [1, 5].

Вероятность безотказной работы транспортного средства будет зависеть от одноименного показателя каждого элемента структурно-функциональной схемы, то есть надежность подвижного состава определяется по формуле:

$$P_A(t) = P_{МСУ}(t) \cdot P_{СА}(t) \cdot P_{РУ}(t) \cdot P_{ТС}(t) \cdot P_K(t) \cdot P_{Хч}(t), (6)$$

где $P_{МСУ}(t)$ – вероятность безотказной работы микропроцессорной системы управления;

$P_{СА}(t)$ – вероятность безотказной работы силового агрегата;

$P_{РУ}(t)$ – вероятность безотказной работы рулевого управления;

$P_{ТС}(t)$ – вероятность безотказной работы тормозной системы;

$P_K(t)$ – вероятность безотказной работы кузова;

$P_{Хч}(t)$ – вероятность безотказной работы ходовой части.

Вероятность безотказной работы каждого элемента определяется по формуле:

$$P_s(t) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^m n_i^s(t)}{\sum_{i=1}^m n_i(t)} \cdot Q_A(t), \quad (7)$$

где $\sum_{i=1}^m n_i^s(t)$ – общее количество отказов s -элемента неисправных транспортных средств при наработке t ;

$\sum_{i=1}^m n_i(t)$ – общее количество отказов всех элементов неисправных транспортных средств при наработке t ;

$Q_A(t)$ – вероятность отказа транспортного средства при наработке t , которая определяется по формуле:

$$Q_A(t) = Q_j^A = \left[\frac{m_j}{M} \right] \cdot \left[\frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m n_{ji} - 0,5 \cdot \sum_{i=1}^m n_{ji}}{N} \right], \quad (8)$$

где m_j – количество отказавших транспортных средств на j -ом интервале наработки t ;

M – количество транспортных средств в исследуемой группе;

k – количество интервалов наработки t ;

n_{ji} – количество отказов i -го транспортного средства j -ом интервале;

N – количество отказов транспортных средств при наработке t .

Таким образом, определение выбранных показателей надежности, используя представленные алгоритмы расчета, позволит оценить техническое состояние транспортных средств и прогнозировать его изменение, что в свою очередь дает возможность перевозчику повысить рентабельность и качество услуг.

Литература:

1. **Блудян Н. О., Лисковец А. М.** К вопросу оценки безотказности автомобилей. – В кн. Повышение эффективности эксплуатации подвижного состава АТ на основе достижения НТП. Сб. науч. тр. / Гос. НИИ автомоб. трансп. (НИИАТ). – М., 1988. – с. 65-72.
2. ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1989

3. ГОСТ Р 51709 – 2001.– Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки.
4. **Гуревич А.М. и Сорокин Е.М.** Тракторы и автомобили. Изд 4-е, перераб. и доп. – М.: «Колос», 1978 – 479 с. и ил.
5. **Ермак Ю.Г.** Определение номенклатуры и количества ремонтных комплектов для организации индустриальной системы ТО и ремонта в автотранспортных предприятиях. – В кн. Повышение эффективности эксплуатации подвижного состава АТ на основе достижения НТП. Сб. науч. тр. / Гос. НИИ автомоб. трансп. (НИИАТ). – М., 1988. – с. 44-58.
6. **Ефремов Л.В.** Практикум по расчетам надежности судово-вой техники: Учеб. Пособие для спец. 240500 “Эксплуатация судовых энергетических установок”, 240600 “Эксплуатация электрооборудования и автоматики судов” и 140200 “судовые энергетические установки”. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2000. – 93 с.
7. **Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В.** и др. Основы конструкции автомобиля. – М. ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005. – 336 с.: ил.
8. Техника автомобильного транспорта: подвижной состав и эксплуатационные свойства: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.К. Вахламов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 528 с.
9. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин и др.; Под ред. Е.С. Кузнецова – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991 – 413 с.
10. **Хасанов Р.Х.** Основы технической эксплуатации автомобилей: Учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 193 с.

ОЦЕНКА УРОВНЯ ВИБРАЦИИ ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПРИВОДНОГО МЕХАНИЗМА НОРИИ

Дубровин Р. Г., Гриценко М. В., Николаев Н. И. (*г. Новороссийск, ФГОУ ВПО «Морская Государственная Академия имени адмирала Ф.Ф. Ушакова», кафедра «Судовых тепловых двигателей», e-mail: rdubrovin@yandex.ru.*)

Frequencies of vibration basic sources of driven assembly are calculated. Vibration's levels of driven assembly's elements are found. The analyze of vibration levels is done in accordance with GOST ISO 10816-1-97.

Для механизмов роторного типа (электродвигатели, насосы, вентиляторы, турбины, генераторы и т.д.) широкое распространение во всём мире получили методы контроля, базирующиеся на измерении па-

раметров вибрации. Обусловлено это тем, что вибрация является следствием действия каких-либо сил в самом механизме, и соответственно сигнал вибрации несет в себе информацию о состоянии механизма, его кинематических связях и отдельных узлов. При этом теория и практика анализа вибросигналов к настоящему времени столь отработана, что можно получить достоверную информацию практически по любому дефекту монтажа, изготовления или износу.

При появлении каких-либо факторов, вызывающих отклонения от нормального состояния механизма, мы наблюдаем реакцию на их воздействия по изменению соответствующих вибрационных параметров, которые в силу своей высокой информативности и чувствительности отражают происходящие с механизмом перемены. При этом определяются реальные причины происходящих изменений в каждой конкретной ситуации и принимаются обоснованные решения по их устранению.

Используемые при этом технические средства, как правило, позволяют не только контролировать состояние механизмов, но и обеспечивают решение задач по оперативной наладке в процессе эксплуатации и ремонта. В первую очередь это касается динамической балансировки роторов, контроля качества подшипников и их монтажа.

Данная технология коренным образом меняет систему обслуживания оборудования на предприятии и позволяет:

- контролировать реальное текущее техническое состояние механизмов;
- технически обоснованно определять сроки и содержание ремонтных и наладочных работ, контролировать качество их выполнения;
- сократить финансовые и трудовые затраты на эксплуатацию оборудования;
- продлить межремонтный период и срок службы ваших механизмов;
- сократить потребность в запасных частях, материалах и оборудовании;
- избавиться от «внезапных» поломок механизмов и простоев производства;
- повысить общую культуру производства и квалификацию персонала.

Технология ремонта «по состоянию» позволяет сократить эксплуатационные расходы, существенно повысить ресурс и надежность оборудования, однако для ее внедрения необходимо достаточно точное приборное и методическое обеспечение.

Объектом исследования стала нория (ковшовый элеватор) фирмы GSI (USA) модель 300-P-48, серия II, высота нории – 48,65 м, производительность – 800 т/ч (при насыпной плотности груза – 750 кг/м^3), мощность одного электродвигателя – 100 л.с. Привод нории состоит из двух электродвигателей, передающих мощность при помощи ременной передачи каждый на свой редуктор (2 шт.), а выходные валы редукторов жестко связаны с приводным барабаном нории [1, 2].

Измерения вибрационных характеристик проводились на электродвигателях и редукторах при номинальной производительности оборотов 800т/ч. Точки измерения приведены на рис.1 и 2. Для измерений использовался анализатор шума и вибрации типа «Svan 912 AE», имеющий необходимые сертификаты Госстандарта и ежегодно проходящий метрологическую поверку [3].

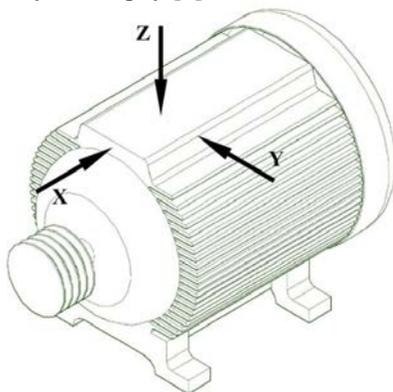


Рис. 1. Схема точек установки акселерометра на корпусе приводного электродвигателя.

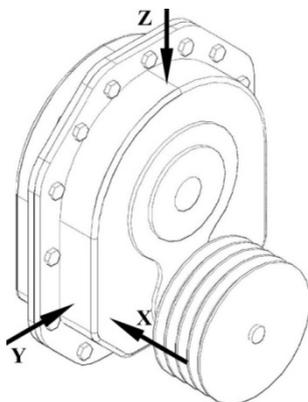


Рис. 2. Схема точек установки акселерометра на корпусе приводного редуктора.

Для определения основных источников вибрации приводного механизма были рассчитаны частоты основных возмущающих сил (табл.1) [4] и определены их уровни в мм/с с помощью широкополосного спектра, полученного в результате измерений (табл.2). Также в таблице 2 рассчитаны и представлены среднеквадратические значения (СКЗ) виброскорости в диапазоне 10-1000 Гц согласно ГОСТ ИСО 10816-1-97 [5] для каждой точки замера, которые показывают, что оборудование находится в хорошем и удовлетворительном техническом состоянии. Определенные уровни вибрации приняты за «нулевой уровень», т.к. измерения проводились на новом исправном оборудовании.

Таблица 1.

Определение частот основных источников вибрации

Наименование элемента	Число оборотов, об/мин	Основная частота, Гц	Обозначение
Электродвигатель	1475	24,6	f _{эл.дв.}
Питающая сеть, 380В, 3ф.		50	f _{тока}
Ременная передача (u=1,667)		11,03	f _{рем.}
Редуктор (u=15)	входной вал	885	f _{вх.ред.}
	выходной вал	59	f _{вых.ред.}
Приводной барабан	59	0,98	f _{пр.бар.}

В результате анализа таблиц 1 и 2 можно сделать выводы о том, что наибольшие уровни вибрации основных источников (приводной вал и приводной барабан) не лежат в диапазоне частот регламентированных

ГОСТ, поэтому для машин с низкими основными частотами вращения необходимо проводить контроль технического состояния в узкополосном спектре с учетом определенных основных возмущающих частот механизма и оценкой уровня вибрации на этих частотах. По результатам анализа и оценки технического состояния оборудования принимаются обоснованные решения о дальнейшей эксплуатации. Поэтому необходимо регулярно проводить измерения и отслеживать изменения вибрации относительно «нулевого уровня».

Таблица 2.

Уровни вибрации основных источников

Наименование элемента	СКЗ скорости, мм/с (10-1000 Гц по ГОСТ ИСО 10816-1-97)			СКЗ скорости, мм/с (0-25 Гц)			Основная частота, Гц	Уровень виброскорости на основной частоте, мм/с		
	X	Y	Z	X	Y	Z		X	Y	Z
Электродвигатель правый	3,99	4,71	2,19	2,48	3,93	1,81	fэл.дв.	1,5 2	2,4 0	0,6 69
							fтока	0,3 80	0,2 63	0,2 06
							fрем.	0,1 03	0,0 72	0,0 60
							fвх.ред.	0,5 32	0,7 87	0,4 38
							fвых.п ед.= fпр.бар	0,1 03	0,1 03	0,2 89
Редуктор правый	3,07	3,01	1,51	1,69	2,45	1,17	fэл.дв.	0,5 90	1,1 9	0,2 92
							fтока	0,0 30	0,1 21	0,0 70
							fрем.	0,0 04	0,0 60	0,1 26
							fвх.ред.	0,0 17	0,6 04	0,1 34
							fвых.п ед.= fпр.бар	0,1 03	0,2 30	0,0 36
Электродвигатель	1,66	4,25	2,24	1,40	4,14	1,84	fэл.дв.	0,5 32	2,4 6	0,9 67

левый							ftока	0,0 35	0,0 75	0,0 05
							fрем.	0,0 23	0,1 37	0,0 88
							fвх.ред	0,3 94	1,1 8	0,9 8
							fвых.р ед.= fпр.бар	0,1 03	0,1 03	0,1 03
Редуктор левый	1, 94	3, 08	1, 82	1, 26	3, 50	2, 82	fэл.дв.	0,5 14	1,3 2	0,4 03
							ftока	0,0 86	0,0 95	0,0 45
							fрем.	0,0 42	0,0 95	0,1 01
							fвх.ред	0,3 36	0,8 05	0,3 68
							fвых.р ед.= fпр.бар	0,0 36	0,1 03	0,1 03

Литература:

1. **Дубровин Р. Г., Герасиди В. В.** Обзор структуры современного портового перегрузочного комплекса по перевалке зерновых культур // Наука и инновации – 2009: мат. конф., том 13, технические науки / 5-я Международная науч.-практ. конференция 7-15 ноября 2009г.- Пшэмысль: Наука и инновации, 2009. - С. 12-16.
2. **Дубровин Р. Г.** Характерные конструкции приводных механизмов подъемно-транспортного оборудования припортовых зерновых терминалов // Проблемы эксплуатации водного транспорта и подготовки кадров на юге России: мат. конф. В 2 ч. Ч.2 / Восьмая региональная науч.-техн. Конф. 26-28 ноября 2009г.- Новороссийск: МГА им.адм. Ф.Ф. Ушакова, 2010. – С.41.
3. **Дубровин Р.Г., Николаев Н.И., Савченко В.А., Гриценко М.В.** Контроль вибрации приводов транспортирующего оборудования зернового терминала // Теория, методы и средства измерений, контроля и диагностики: материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., г.Новочеркасск, 27 сент. 2010 г. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ).- Новочеркасск: ЮРГТУ, 2010. – 68 с.
4. **Попков В.И.** Виброакустическая диагностика и снижение виброактивности судовых механизмов. - Л.: Судостроение, 1974. – 224 с.

5. ГОСТ ИСО 10816-1-97. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТРАССЫ МЕЖПОСЕЛКОВОГО ГАЗОПРОВОДА

Медведева О. Н. (г. Саратов, Саратовский государственный технический университет, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции, medvedeva-on@mail.ru)

In this paper, we formulate some of the design inter-settlement gas pipelines, designed to improve the efficiency of their operation.

Вопросы технико-экономического обоснования межпоселковых систем снабжения природным газом включают в себя определение: оптимального количества населенных пунктов, подключаемых к одной газораспределительной станции (ГРС), оптимального размещения ГРС, оптимальной трассировки межпоселкового газопровода на плане газоснабжаемой территории. Выбранный вариант схемы топливоснабжения должен обеспечивать получение максимального экономического эффекта. В данной работе предлагается рассмотреть вопрос по выбору трассировки межпоселкового газопровода. Оптимальное решение данного вопроса позволит существенно снизить затраты в сооружение и эксплуатацию системы газоснабжения.

Суть выбора оптимальной трассы газопровода заключается в том, что на генеральном плане газоснабжаемой территории произвольно наносится система координат XOY и на ней фиксируется положение потребителей (рис.1). Для решения поставленной задачи по выбору трассы газопровода предлагается использовать метод наименьших квадратов.

Трассировку головной магистрали межпоселкового газопровода в заданной системе координат описывает уравнение:

$$y = A + B \cdot x \quad (1)$$

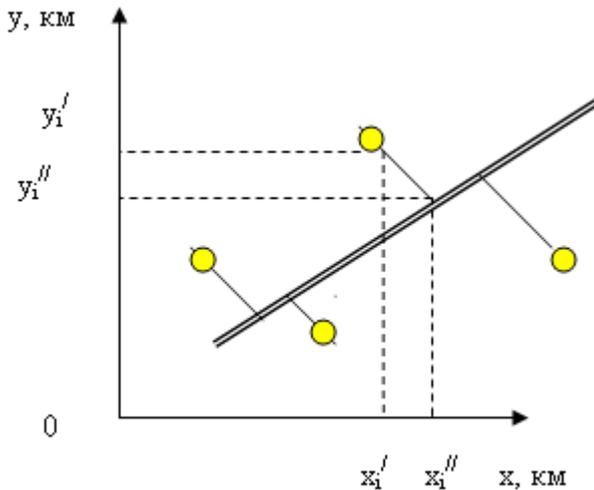


Рис.1 К выбору оптимальной трассировки межпоселкового газопровода

Так как изменение положения трассы мало сказывается на изменении ее диаметра и протяженности, в качестве целевой функции задачи примем суммарные приведенные затраты в сооружение и эксплуатацию ответвлений:

$$Z = \sum_{i=1}^n Z_i = \sum_{i=1}^n (E \cdot K_i + I_i) = \min, (2)$$

где Z_i - приведенные затраты в сооружение и эксплуатацию i -го ответвления от межпоселкового газопровода, руб/год; K_i - капитальные вложения в сооружение i -го ответвления от межпоселкового газопровода, руб; I_i - эксплуатационные расходы, руб/год; E - норма дисконта.

Капитальные вложения в сооружение отводов определяются по формуле:

$$K_i = b \cdot d_i \cdot l_i, (3)$$

где b - стоимостной показателя, руб/ (м·см); d_i - диаметр i -го отвода от межпоселкового газопровода, см; l_i - длина i -го отвода от межпоселкового газопровода, м.

Эксплуатационные расходы могут быть выражены в виде:

$$I_i = \varphi \cdot K_i + \psi \cdot K_i, \quad (4)$$

где φ - годовые отчисления на амортизацию газопроводов, $1/\text{год}$;
 ψ - стоимость обслуживания 1 м газопровода, руб/(год·м).

Целевая функция задачи представляет собой зависимость вида:

$$Z = f(A; B). \quad (5)$$

Для нахождения минимума затрат дифференцируем целевую функцию Z по управляющим параметрам A и B и приравняем к нулю.

После определения координат врезки газопроводов-отводов, проводим гидравлический расчет газопровода с целью определения действительных значений начального давления газа на ответвлениях. Падение давления на участке газопровода для сетей среднего и высокого давлений и диаметры участков магистрального газопровода определяем по [1]. После определения диаметра ответвления d_i , в соответствии с [1] принимаем стандартный диаметр d_i^{cm} из номенклатурного ряда в зависимости от материала трубы, а затем определяем конечное давление на участке:

$$P_k = \sqrt{P_n^2 - \frac{P_0}{81\pi^2} \cdot \lambda \frac{Q_0^2}{d_{уч}^{cm5}} \rho_0 \cdot l}, \quad (6)$$

и начальное давление на последующем участке:

$$P_i^{нач} = P_{i-1}^{кон}. \quad (7)$$

где P_n - абсолютное давление в начале участка, МПа; P_k - абсолютное давление в конце участка, МПа; P_0 - атмосферное давление; λ - коэффициент гидравлического трения; Q_0 - расход газа, $\text{м}^3/\text{ч}$, при нормальных условиях; ρ_0 - плотность газа, $\text{м}^3/\text{ч}$; l - расчетная длина газопровода постоянного диаметра, м.

Для упрощения многократно повторяющихся расчетов по громоздким формулам целесообразней использовать программный комплекс [2]. С помощью предлагаемой программы на стадии предпроектных разработок можно определить: параметры оптимальной трассировки A и B в уравнении трассировки $y=A+Bx$; длину отводов; длину участков и общую протяженность магистрали; координаты присоединения отводов к магистрали; значения начальных и конечных дав-

лений на участках магистрального газопровода; значения начальных и конечных давлений на газопроводах-отводах; капитальные вложения на строительство газопроводов-отводов; капитальные вложения на строительство магистрального газопровода; суммарные капитальные вложения; суммарные приведенные затраты на проект.

Исходными данными являются количество населенных пунктов, их координаты, расход газа на каждый населенный пункт, давление на выходе из ГРС, оптимальные координаты ГРС и предполагаемое конечное давление в самой удаленной точке, удельные капитальные вложения, норма дисконта, коэффициент амортизации, коэффициент обслуживания газопровода.

Для практической реализации предложенной экономико-математической модели были проведены соответствующие расчеты для одиннадцати населенных пунктов, месторасположение которых показано на карте (рис.2). Исходными данными для расчета являются максимальные часовые расходы газа по каждому населенному пункту и координаты населенных пунктов, принятые относительно произвольно выбранной системы координат. Разработанная программа позволяет рассчитывать несколько вариантов прокладки газопроводов с учетом ограничений географического характера (реки, овраги и т.п. на пути предполагаемой прокладки газопровода). Полученные результаты из расчета программы сведены в таблицу 1.

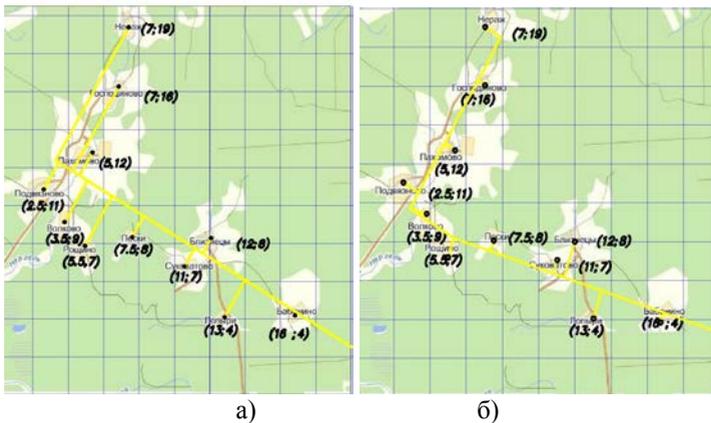


Рис. 2 Варианты прокладки газопровода

Таблица 1. Результаты расчета

Параметр	Вариант а)	Вариант б)
Длина магистрали, км	22,5	30,9
Общая длина ответвлений, км	27,2	10,4
Капитальные затраты на магистраль, тыс. руб.	110470,9	140418,8
Капитальные затраты на ответвления, тыс. руб.	57267,6	16126,1
Суммарные капитальные затраты, тыс. руб.	167738,6	156544,9
Суммарные приведенные затраты, тыс. руб.	315586,1	294526,1

Анализа данных табл. 1 показывает, что оптимальным вариантом прокладки газопровода, обеспечивающим наименьшие затраты в сооружении и эксплуатацию системы, является вариант б.

Предлагаемая экономико-математическая модель не только облегчает решение задачи по выбору трассы межпоселкового газопровода, но и позволяют проводить сравнительный анализ систем газоснабжения при различных вариантах расположения магистральных газопроводов и газопроводов-отводов. Внедрение результатов исследований в инженерную практику способствует повышению качества проектных разработок, снижению расхода материальных и денежных ресурсов по сооружению и эксплуатации распределительных межпоселковых систем газоснабжения.

Литература:

1. СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб. — М.: Полимергаз, 2003. — 163с.
2. Заявка 2009615739 Российская Федерация. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Программа расчета и определения оптимальной трассировки газопровода – отвода/ О.Н. Медведева, Д.С. Костриков. — № 2009616984; заявлена 16.10.2009, зарегистрирована в реестре программ для ЭВМ 16.12.2009.

МЕТОД СТАТИСТИЧЕСКИЙ ОБРАБОТКИ ОТКАЗОВ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НА ОБЪЕКТАХ МОРСКОГО ТРАНСПОРТА

Мухин Е. А. (*г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра Электрооборудования судов, muhin_z@mail.ru*)

Abstract. The example the analysis of results of statistical data processing failure electrical equipment maritime transport is considered. Is shown, that after the appropriate statistical processing it is possible to receive operational parameters of reliability.

Электрооборудование объектов морского транспорта должно обеспечивать стабильность всех свойств и характеристик, определяющих его безопасность, в течение всего срока службы при условии выполнения всех требований эксплуатации на это оборудование [1]. Согласно требованиям [2], техническое диагностирование предназначено для решения двух важнейших задач, первая из которых связана с установлением технического диагноза; вторая – направлена на достижение цели - прогнозирования технического состояния контроля. В “задачу диагноза” входит: а) поиск места неисправности; б) определение причин отказа; в) контроль технического состояния. Технический диагноз является конечным результатом контроля технического состояния - проверки соответствия значений параметров объекта требованиям технической документации и определение на этой основе одного из видов технического состояния на данный момент времени.

Решение “задачи прогноза” служит для прогнозирования технического состояния - определения технического состояния объекта с заданной вероятностью на предстоящий интервал времени. Целью прогнозирования технического состояния может быть определение с заданной вероятностью интервала времени (ресурса), в течение которого сохранится работоспособное состояние объекта.

Согласно [3], объект может находиться в исправном, неисправном, работоспособном и неработоспособном состояниях. Отказом называется событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта. Различаются виды отказов в зависимости от критерия отказа.

Применяя данные определения к проблеме диагностики электрооборудования морского транспорта, в соответствии с [1], можно считать, что любой отказ работы оборудования следует считать как проявление дефекта, обуславливающего неработоспособное, или частично-неработоспособное состояние.

Надёжность электрооборудования зависит многих факторов, таких как технология изготовления, условия эксплуатации, режимы работы, технического обслуживания, ремонта. Таким образом, важным является определение необходимого объёма информации, характеризующего техническое состояние объекта, знание закономерности расхода ресурса, состав технических средств, контроля и диагностирования. Задача повышения надёжности работы электрооборудования является особенно важной задачей в морских условиях эксплуатации и при значительных перепадах температур.

Рассмотрим методику статистического анализа отказов электрооборудования порталных кранов эксплуатирующихся в порту города Мурманска в период с марта 2008 по март 2011 годов. На рисунке 1 показано распределение отказов в зависимости от типа механизма.

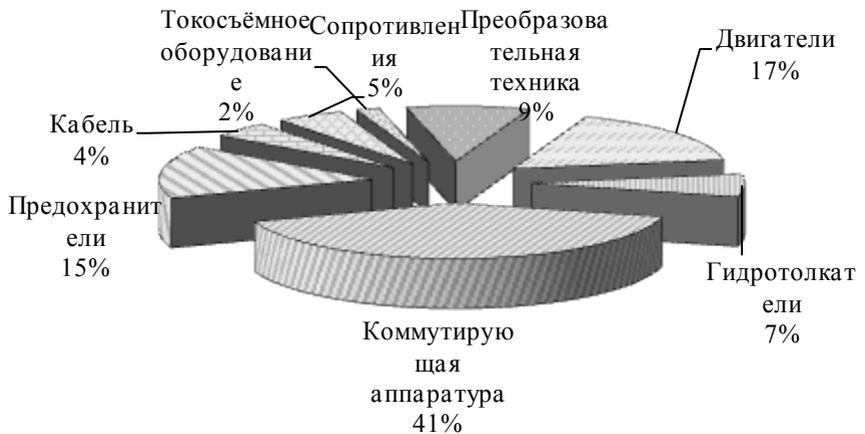


Рис. 1. Распределение отказов по различному оборудованию портовых кранов

Для определения потребности кранового электрооборудования в текущем ремонте, для определения очерёдности вывода и составления план-графиков по выводу из эксплуатации на основе фактического текущего состояния произведён расчёт вероятности безотказной работы для электрооборудования 16 порталных кранов типа «Сокол», «Кондор».

На рисунке 2 показана зависимость нарастания количества отказов во времени эксплуатируемого электрооборудования.

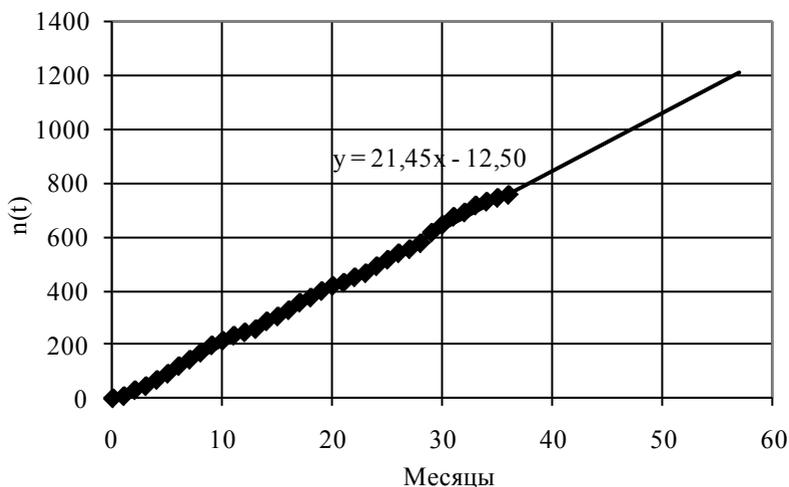


Рис. 2. Накопление отказов в течение трех календарных лет

Для сохранения и восстановления технических и эксплуатационных характеристик объекта инфраструктуры морского транспорта, подвергнувшегося физическому износу в процессе его технической эксплуатации, следует планировать и реализовывать ремонтные работы. На основании периодических осмотров определяется перечень текущих ремонтных работ и эксплуатирующей организацией составляется годовой план текущего ремонта объекта инфраструктуры морского транспорта [1].

Предлагается производить планирование ремонтных работ электрооборудования порталных кранов на основании расчёта функции вероятности безотказной работы при различных средних значения потока отказов λ задаваясь необходимыми значениями гамма-процентного ресурса [3], [4]. Гамма-процентный ресурс-показатель долговечности, характеризующий суммарную наработку, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью γ выраженной в процентах.

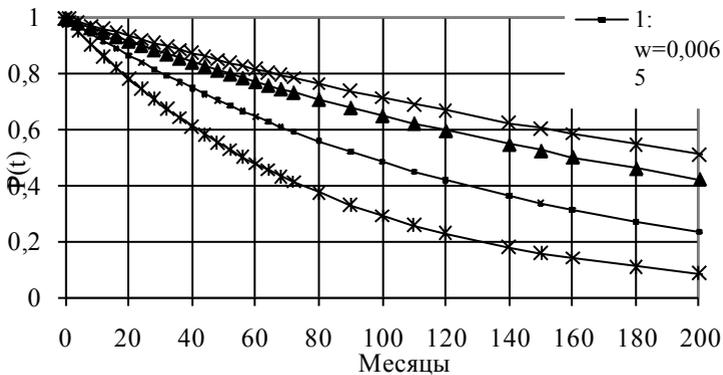


Рис. 3. Расчетные значения функции вероятности безотказной работы

На рисунке 3 представлены расчетные значения функции вероятности безотказной работы для 16 портальных кранов, разделённых на 4 группы, в зависимости от установленного типа электрооборудования.

Наибольшее значение потока отказов имеет 2 группа кранов $\square = 0,001231 \text{ мес}^{-1}$ (рис. 3, кривая 4), при этом 50%-я гамма-процентная наработка составляет примерно 58 месяцев, что говорит о том, что 50 % установленного портального электрооборудования будет иметь один из видов отказов в течении 58 месяцев. Данная группа кранов характеризуется значительным износом электрооборудования. Наименьшее значение потока отказов имеет 4 группа кранов (рис. 3, кривая 2), 50%-я гамма-процентная наработка для данного случая составляет 200 месяцев.

Таким образом, задавая необходимый уровень вероятности безотказной работы и гамма-процентной наработки, возможно производить прогноз и обоснование вывода конкретного крана в ремонт, что позволяет обеспечивать безопасность эксплуатации объектов инфраструктуры морского транспорта на основе ведение технического надзора за объектом инфраструктуры.

Литература:

1. Технический регламент о безопасности объектов морского транспорта. [Текст]. М.: Изд-во стандартов. 2010. – 84с
2. ГОСТ 20911- 89. Техническая диагностика. Термины и определения [Текст]. М.: Изд-во стандартов. 1990.
3. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 37 с.

4. **Власов А.Б.** Тепловизионная диагностика объектов электро- и теплоэнергетики (диагностические модели). – Мурманск, Изд-во МГТУ, 2005. –265 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ДРОССЕЛИРОВАНИЯ ПАРОЖИДКОСТНОЙ СМЕСИ СЖИЖЕННОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ГАЗА

Осипова Н. Н. (*г. Саратов, ГОУ ВПО Саратовский государственный технический университет, теплогазоснабжение и вентиляция, osnat75@mail.ru*)

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований по определению условий образования кристаллогидратов при дросселировании парожидкостной смеси сжиженного углеводородного газа

The article presents the results of experimental studies to determine the conditions of formation of hydrates in the throttling moist vapors of liquefied petroleum gas

Сжиженные углеводородные газы (СУГ), применяемые в качестве топлива, содержат в определенных количествах растворенную влагу. Практика эксплуатации систем газоснабжения показывает, в частности, что наличие влаги в жидкой и паровой фазах СУГ существенно осложняет работу дросселирующих органов регуляторов давления. При соответствующих условиях растворенная влага образует ледяные и гидратные пробки, которые нарушают нормальное газоснабжение потребителей и создают предпосылки к аварийной ситуации [1, 2].

Результаты теоретических исследований [3, 4] показывают, что дросселирование насыщенных или перегретых паров СУГ сопровождается увеличением влагоемкости газа. Отсутствие в потоке газа свободной влаги исключает образование твердой фазы воды.

Иная картина наблюдается при дросселировании жидкой фазы СУГ (парожидкостной смеси). Наличие дроссель – эффекта снижает влагоемкость газа. Как следствие в дросселирующем органе регулятора выделяется свободная влага, которая в области отрицательных температур замерзает, а при положительных температурах может образовывать гидраты.

Таким образом, необходимой предпосылкой образования твердой фазы воды в регуляторах давления сжиженного газа является наличие жидкой фазы СУГ в дросселируемом потоке газа.

Для изучения условий кристаллизации воды в процессе дросселирования влажного газа в регуляторах давления были проведены экспериментальные исследования на лабораторной установке (рис. 1) [3, 4].

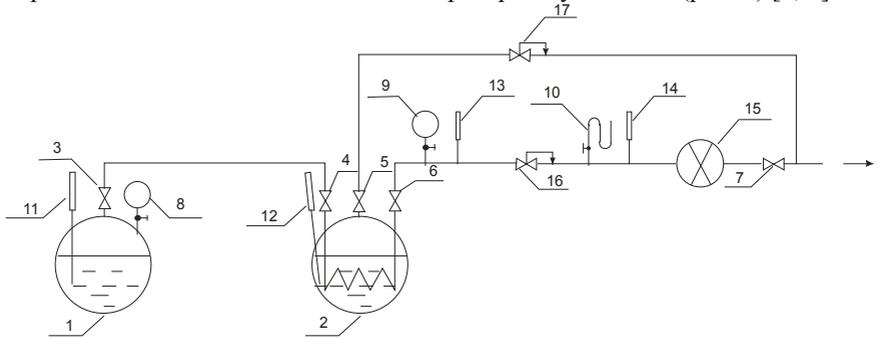


Рис.1. Принципиальная схема экспериментальной установки:

1 - расходная емкость; 2 - промежуточный теплообменник; 3, 4, 5, 6, 7 - вентили; 8, 9 - пружинные манометры; 10 - U-образный манометр; 11, 12, 13, 14 - термометры; 15 - газовый счетчик; 16, 17 - регуляторы давления.

Основными элементами установки являлись два 5-литровых баллона: расходная емкость-1 и промежуточный теплообменник-2, соединенные дюритовыми шлангами. Схема включала также узлы для установки манометров-8, 9, 10 и термометров-11, 12, 13, 14, регуляторы давления-16, 17 и газовый счетчик-15. Эксперимент проводился при открытых вентилях-3, 4, 5, 6, 7. Паровая фаза из расходного баллона подавалась в промежуточный теплообменник, где в зависимости от потребности опыта перегревалась или конденсировалась. Затем перегретые пары или парожидкостная смесь поступали в регулятор давления-16 и после дросселирования сбрасывались в атмосферу. Генерация пара в расходном баллоне осуществлялась по принципу естественной регазификации (за счет теплообмена между сжиженным газом и окружающим воздухом). При высоких температурах сжиженного газа проводился обогрев баллона горячей водой с помощью водяной ванны. Необходимая температура газа в баллоне обеспечивалась соответствующим отбором паров с помощью вентилей-3.

В качестве промежуточного теплообменника использовался 5-литровый баллон с вмонтированным змеевиком. В процессе испытаний баллон заполнялся сжиженным газом, который использовался в качестве теплоподводящей (теплоотводящей) среды. Степень сухости исследуемых паров регулировалась путем изменения температуры среды в промежуточном теплообменнике.

Необходимая температура среды в теплообменнике достигалась соответствующим сбросом паровой фазы СУГ в атмосферу с помощью

вентиля-5. Степень перегрева исследуемых паров регулировалась также путем изменения температуры среды в промежуточном теплообменнике вентиля-5. При этом сброс паровой фазы СУГ дополнялся обогревом баллона горячей водой с помощью водяной ванны.

В качестве объекта испытаний использовался серийно выпускаемый регулятор давления сжиженного газа РД-32М. В целях более четкой фиксации процесса кристаллизации воды в регуляторе применялись съемные сопла уменьшенного размера (1 мм).

В эксперименте использовался сжиженный газ следующего исходного состава (мольных %): 1.9% - этан, 82.8% - пропан, 14.7% - бутан, 0.6% - пентан. Рабочие смеси с различным содержанием пропана и бутана приготавливались путем фракционного испарения исходного газа на специальной установке.

Исследования проводились в условиях полного насыщения сжиженного газа водой. С этой целью в расходный баллон перед его заправкой заливалось 50-70 мл воды. В процессе эксперимента для надежного контакта воды с паровой и жидкой фазой СУГ содержимое баллона периодически взбалтывалось. В процессе испытаний измерялись следующие параметры: температура $t_{бал}$ и давление $P_{бал}$ сжи-

женного газа в расходном баллоне, температура t_p и давление P_p газа на входе в регулятор, давление за регулятором. Для измерения высокого давления газа применялись пружинные манометры-8, 9 ОБМ 1-160 класса 0.1. Низкое давление газа (300 даПа) измерялось водяным U-образным манометром-10. Для измерения температуры газа использовались ртутные термометры ТЛ-2 -11, 12, 13, 14 с ценой деления 0.1°C. Исследования проводились при среднем расходе газа 0.1 м³/ч. Расход газа контролировался по счетчику ГСБ-700 (15).

Замеры показаний приборов снимались с периодичностью в 2-3 минуты и фиксировались по выходу установки на стационарный режим. В качестве стационарного принимался такой режим эксплуатации, когда на протяжении 4÷5 соседних замеров показания приборов отличались не более чем на 5%.

Образование в регуляторе ледяных (гидратных) пробок фиксировались по показаниям U-образного манометра-10 (пульсации с последующим снижением давления газа до нуля). Наличие твердой фазы воды в регуляторе контролировалось также визуально. С этой целью экспериментальный регулятор давления-16 отсоединялся от коммуникаций и проводилась его разборка. Во всех опытах причиной снижения давления за регулятором являлась кристаллизация влаги в дроссели-

рующем органе (сопло и зазор между соплом и клапаном). Последующее разложение ледяных (гидратных) пробок под воздействием температуры окружающего воздуха сопровождалось образованием капелек влаги.

Результаты экспериментальных исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1 Таблица экспериментальных данных

Температура газа в баллоне, $t_{бал}, ^\circ\text{C}$	Давление газа в баллоне, $P_{бал}, \text{МПа (абс)}$	Состав газа, мол. % пропана		Температура газа перед регулятором давления $t_p, ^\circ\text{C}$	Давление газа перед регулятором давления $P_p, \text{МПа (абс)}$	Степень сухости СУГ перед регулятором давления, X	Наличие твердой фазы воды в регуляторе давления	
		жидкая фаза $\psi_{ж}$	паровая фаза $\psi_{п}$				теоретические исследования	экспериментальные исследования
Паровая фаза СУГ								
-10,5	0,26			-8,8	0,26	1,0	-	-
-10,3	0,29	75,	93,	-5,4	0,28	1,0	-	-
-9,8	0,27	0	8	14,8	0,26	1,0	-	-
0,8	0,28			1,3	0,27	1,0	-	-
0,4	0,26	49,	87,	9,8	0,26	1,0	-	-
0,1	0,29	3	6	15,2	0,28	1,0	-	-
Парожидкостная смесь СУГ								
-10,2	0,17			-11,03	0,17	0,94	+	+
-10,4	1	35,	73,	-17,61	0,169	0,47	+	+
-9,9	0,16	7	5	-23,90	0,172	0	+	+
	0,17							
	0,17							
	0,17							
	0,17							
0,3	0,34			-1,78	0,34	0,75	+	+
0,5	0,33	63,	89,	-2,65	0,33	0,63	+	+
0,7	0,34	2	2	-6,78	0,34	0,14	+	+
20,3	0,74			20,09	0,72	0,95	+	+
20,6	0,77	84,	95,	18,02	0,76	0,44	+	+
20,1	0,76	6	7	16,0	0,76	0	+	+

Анализ результатов эксперимента, проведенного в широком диапазоне изменений определяющих параметров: температура газа $t_{бал} = 10 \div +20^\circ\text{C}$, состав газа $\psi_{ж} = 35 \div 85$ мол.% пропана, степень сухости парожидкостной смеси $X=0 \div 1$, подтверждает важный качественный вывод, следующий результатов теоретических исследований: образование ледяных и гидратных пробок в регуляторе давления происходит только при дросселировании насыщенной жидкости или парожидкостной смеси СУГ. Дросселирование насыщенных или перегретых паров СУГ кристаллизации растворенной влаги не вызывает.

Таким образом, эффективным средством предупреждения кристаллизации влаги в регуляторах давления является перегрев паровой фазы СУГ, поступающей в редуцирующую головку резервуара.

Литература:

1. **Клименко А. П.** Сжиженные углеводородные газы. – М.: Гостоптехиздат, 1962. – 429с.
2. **Курицын Б.Н.** Системы снабжения сжиженным газом. – Саратов: Изд-во СГУ; 1988. – 196 с.
3. **Курицын Б.Н., Шамин О.Б., Осипова Н.Н.** Условия кристаллизации влаги в регуляторах давления сжиженного газа // Повышение эффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции: Межвуз. науч. сб.- Саратов: СГТУ.- 1999.- С.31-36.
4. **Курицын Б.Н., Осипова Н.Н., Евдокимов С.Г.** Условия образования ледяных и гидратных пробок в регуляторах давления сжиженного газа// С.О.К., №12, 2006. – С.54-57.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ РОТОРНЫХ АГРЕГАТОВ СЕПАРИРОВАНИЯ, КОНВЕЙЕРОВ И ТРАНСПОРТЁРОВ РЫБОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Останин С. Ю. (*г. Москва, МЭИ (ТУ), кафедра «Электротехнических комплексов автономных объектов», e-mail: OstaninSY@mpei.ru*)

In report at the conference fundamental problems of development of the energy-saving electric drive systems on the basis of new types synchronous hysteresis electric motors are considered with reference to potentially mass application in rotary aggregates of fishing industrial complex, and also in allied industries of the industry, creation of pre-production models of syn-

chronous hysteresis electric motors and mutually synchronized electric drives on their basis.

В настоящее время наиболее актуальны следующие проблемы технологического и производственного оборудования, используемого в составе рыбопромышленного комплекса:

1. Максимально возможное энергосбережение, что обусловлено не только постоянным удорожанием энергоресурсов и электроэнергии, но и трудностями, связанными с их предоставлением, передачей, распределением и оптимальным потреблением в трудных естественных природно-климатических условиях местоположения эксплуатируемых агрегатов комплекса, в частности в условиях Европейского Севера (Баренц – региона).

2. Обеспечение высокой надёжности функционирования всей совокупности оборудования, осуществляющего полный технологический и производственный цикл, объективно необходимой для экономии электроэнергии и сведения к минимуму потерь сырья, которое часто является дорогостоящим: ценные породы океанических рыб, икра, крабы и др.

3. Реализация возможно высокой производительности оборудования, что во многом обусловлено сложностью сохранения свежесобранного сырья, которое поставляется на производственные предприятия рыбопромышленного комплекса большими партиями и с высокой интенсивностью, требует дополнительного времени на разгрузку и доставку на переработку.

4. Достижение высокой степени автоматизации производства с перспективой полной автоматизации и перехода к реализации «безлюдных технологий» с минимальными перерывами на техническое обслуживание и перенастройку оборудования и обеспечения круглосуточного осуществления технологических и производственных процессов комплекса.

5. Снижение материалоемкости, в первую очередь металлоёмкости, технологического и производственного оборудования, что непосредственно связано с энергосбережением, экономией тепла, снижением установленной мощности элементов в составе агрегатов.

Главное направление решения указанных проблем – совершенствование электрооборудования рыбопромышленного комплекса. Удельная доля электрооборудования в составе и стоимости современного технологического и производственного оборудования рыбопромышленного комплекса в основном составляет от 40 до 60 %, а до 80 % эксплуатационных затрат (без учёта потерь сырья) определяются стоимостью электроэнергии и обслуживания электромеханических

систем комплекса. Вместе с тем существующий парк оборудования имеет более 30 % физического износа и почти 70 % – морального. Большинство агрегатов требует специализированного комплектного электрооборудования, часто отсутствующего в ассортименте продукции предприятий электротехнической промышленности России.

Объектом исследования являются роторные агрегаты сепарирования, конвейеров, транспортёров и другие агрегаты рыбопромышленного комплекса, исполнительные элементы которых требуют синхронной взаимосвязанной работы. Роторные агрегаты реализуют технологические и производственные процессы посредством вращающихся механизмов, в частности сепараторов, находящихся в составе агрегатов и других устройств и систем, приводимых в движение электродвигателями и конструктивно как можно более монолитно объединённых с роторами приводных электродвигателей. Конвейеры и транспортёры соответственно должны обеспечивать равномерное, по возможности малозумное, с быстрым, но плавным разгоном и торможением, движение технологической ленты, производственного агрегата, рабочего инструмента. Таким образом, указанные процессы реализуются мехатронными или электромехатронными системами. Эти системы – объединения исполнительных механизмов с электромеханическими компонентами и силовой электроникой, которые управляются с помощью микроконтроллеров, ЭВМ или других вычислительных устройств и даже при применении стандартных компонентов строятся как можно более монолитно с тенденцией к объединению всех частей систем водино без лишних соединений между частями.

Предметом исследования является специализированное комплектное электрооборудование роторных агрегатов сепарирования, конвейеров и транспортёров рыбопромышленного комплекса. К этому электрооборудованию относятся следующие основные элементы:

- специализированные прецизионные синхронные, как правило, частотно-регулируемые многодвигательные индивидуальные электроприводы, объединённые с агрегатами в специализированные технологические или производственные комплексы;

- синхронные электродвигатели, управляемые в составе электроприводов и частично или полностью интегрированные с исполнительными механизмами роторных агрегатов в прецизионные мехатронные (электромехатронные) устройства или системы;

- регулируемые одноканальные и многоканальные электронные статические преобразователи частоты и напряжения, адаптированные к условиям функционирования в составе технологического и производственного оборудования рыбопромышленного комплекса;

— микропроцессорные многоуровневые системы управления, координирующие работу, как электроприводов, так и непосредственно сепараторов, конвейеров и транспортёров, реализующих технологии или производства, контролирующие их температурные режимы;

— современные, в частности волоконно-оптические, системы связи, специализированные датчики контроля технологических и производственных процессов, режимов работы электроприводов: пускового, синхронного, регулирования возбуждения, торможения.

В конечном итоге, в перспективе электрооборудование роторных сепараторов, конвейеров, транспортёров и других агрегатов, элементы которых требуют синхронной взаимосвязанной работы, в совокупности со средствами автоматизированного съёма продукции должно обеспечивать полную автоматизацию с реализацией безотходных технологий при условии круглосуточного функционирования производств рыбопромышленного комплекса.

В докладе рассматривается достигнутый уровень процесса исследования, вопросы оптимального проектирования энергосберегающих синхронных гистерезисных электроприводов и перспективного применения их в роторных агрегатах сепарирования, конвейерах и транспортёрах рыбопромышленного комплекса. В работе используется опыт, накопленный коллективом при разработке таких электроприводов для реализации роторных и центрифужных технологий в других областях техники и отраслях промышленности (1, 2). В частности, в результате научно-исследовательских (НИР) и опытно-конструкторских (ОКР) работ по гироскопической технике, для химической, текстильной промышленности, отрасли по производству и переработке синтетических, искусственных и натуральных волокон, нитей и широкого ассортимента изделий из них и смежных с ними отраслей промышленности. В процессе НИР и ОКР совершенствовались методы расчётов и проектирования управляемых синхронных гистерезисных электроприводов и их базовых составных элементов (3).

Полученный опыт, методы расчётов и проектирования гарантируют успех разработок, так как оптимальные структуры и элементная база электроприводов в роторных агрегатах сепарирования, конвейерах и транспортёрах рыбопромышленного комплекса принципиально аналогичны электроприводам в перечисленных выше областях техники и отраслях промышленности. Отличия с позиций электромеханики, электроснабжения и электропривода состоят только в габаритных размерах элементов систем электроснабжения и электропривода, значениях создаваемых приводными электродвигателями электромагнитных моментов и частот вращения, которые задаются требованиями обеспечения

технологических и производственных процессов. Оптимальные реализации электроприводов характеризуются тем, что в большинстве таких применений электроприводы выполняются индивидуальными и многодвигательными, то есть имеющими следующие функциональные особенности:

- электропитание поступает от промышленной или автономной сети со стандартными или специальными параметрами к преобразователю частоты и (или) напряжения, общему для технологической или производственной группы приводных электродвигателей;

- преобразователь, как правило, повышает частоту электропитания для обеспечения частоты вращения приводных электродвигателей и, соответственно, угловой или линейной скорости движения исполнительных механизмов роторных агрегатов, требуемых по условиям обработки или переработки сырья, и (или) понижает напряжение электропитания, в большинстве случаев для обеспечения безопасности обслуживающего персонала;

- каждый электродвигатель из технологической или производственной группы, получающей электропитание от единого преобразователя, приводит в движение индивидуальный для него исполнительный механизм: сепаратор, конвейер, транспортёр и др.

Значительно реже электроприводы целесообразно выполнять индивидуальными и однодвигательными. Отличие от многодвигательной реализации состоит в том, что от одного преобразователя осуществляется электропитание не группы приводных электродвигателей, а одного электродвигателя. Практика применения электроприводов для реализации широкого спектра роторных, центрифужных и сепараторных технологий показывает: энергосбережение в таких электроприводах тем лучше, чем больше приводных электродвигателей получают электропитание от единого на группу электродвигателей преобразователя.

Особенности проектирования электропривода и его базовых элементов для применения в рыбопромышленном комплексе определяются следующими основными требованиями:

- предельно возможное энергосбережение как условие снижения эксплуатационных затрат, так и условие обеспечения функциональной эффективности, например, производительности сепараторов, точности движения конвейеров, надёжности транспортёров;

- высокая инерционность агрегатов: их моменты инерции могут превышать моменты инерции собственно роторов приводных электродвигателей в десятки и сотни раз;

- частоты вращения, значительно отличающиеся для агрегатов разного назначения;
- синхронность или синхронизированность вращения, как условие реализации технологических и производственных процессов, так и средство минимизации потерь в роторах;
- стабилизация частоты вращения длительное время, в перспективе в период синхронной взаимосвязанной работы агрегатов в условиях круглосуточного функционирования технологического и производственного оборудования рыбопромышленного комплекса;
- простота конструкции, высокая механическая, температурная и магнитная стабильность роторов приводных электродвигателей и исполнительных механизмов агрегатов;
- передача движения от приводного электродвигателя исполнительному механизму агрегата непосредственно, без каких-либо вспомогательных механических устройств.

Предлагаемые результаты являются новыми, синхронные гистерезисные электроприводы в подобных агрегатах не применялись. Ближайшими отечественными и зарубежными аналогами можно считать электроприводы на базе синхронных реактивных электродвигателей и синхронных электродвигателей с постоянными магнитами (СДПМ) и короткозамкнутой пусковой обмоткой (асинхронным пуском). Последние могут быть реализованы на базе современных сравнительно недорогих высокоэффективных постоянных магнитов и обеспечивают примерно на 20 % более высокие энергетические показатели по сравнению с синхронными реактивными электродвигателями, не уступая по энергетическим и всем другим выходным показателям электродвигателям типа «SIEMOSIN» разработки фирмы Siemens.

Предлагаемые энергосберегающие электроприводы реализуются на базе синхронных гистерезисных электродвигателей с монолитными роторами из магнитно-деформируемых сплавов и с регулируемым магнитным возбуждением. Они, по сравнению с ближайшими, лучшими отечественными и зарубежными аналогами – электроприводами на базе СДПМ с асинхронным пуском, обеспечивают следующие существенные преимущества:

- энергосбережение за счёт увеличения КПД приводных электродвигателей вследствие оптимального согласования пускового и рабочего режимов благодаря единой физической природе гистерезисного электромагнитного момента при асинхронном и синхронном вращении магнитного поля статора и узла ротора гистерезисного электродвигателя;

- энергосбережение вследствие снижения установленной мощности статического преобразователя; это снижение обусловлено принципиальным наличием у гистерезисного электродвигателя естественного пускового электромагнитного момента и отсутствием каких-либо дополнительных пусковых устройств в составе гистерезисного электропривода;

- дополнительное энергосбережение, повышение качества продукции и экономия сырья за счёт стабильности, равномерности, практической бесшумности движения роторов всех приводных электродвигателей, с быстрым, но плавным разгоном и торможением;

- увеличение надёжности, ресурса, срока службы и производительности технологических и производственных агрегатов за счёт оптимизации опоры и конструкции и снятия практически любых ограничений по частоте вращения ротора и, соответственно, агрегата;

- монолитность, механическая прочность, стабильность, простота конструкции и технологии изготовления ротора гистерезисного электродвигателя при статоре, аналогичном статорам других электродвигателей переменного тока подобного назначения;

- снятие существенных ограничений по рабочей температуре ротора и увеличение температурного диапазона работы в 1,5...2,0 раза, что для большинства потребителей, особенно в условиях специализированного, в том числе автономного, энергообеспечения, характерного для объектов рыбопромышленного комплекса, имеет важнейшее значение.

Таким образом, область применения синхронных гистерезисных электроприводов в рыбопромышленном комплексе, в частности Европейского Севера, потенциально охватывает широкий спектр роторных агрегатов, то есть механизмов, реализующих технологические и производственные процессы посредством равномерного, по возможности малозумного, с быстрым, но плавным разгоном и торможением, вращательного или поступательного движения. К таким агрегатам относятся, в первую очередь, разного рода сепараторы, конвейеры и транспортёры рыбопромышленного комплекса. Синхронные гистерезисные электроприводы для реализации центрифужных, сепараторных и других роторных технологий спроектированы на электромагнитные моменты и мощности, значения которых существенно превышают их значения для традиционных областей применения гистерезисных электроприводов (2).

Гистерезисные электроприводы и их элементы могут быть как самостоятельной товарной продукцией, так и входить в виде специального комплектного электрооборудования в продукцию предприятий, выпускающих технологическое и производственное оборудование для

рыбопромышленного комплекса. Разработан бизнес-план инновационного предложения по комплексной модернизации систем электроснабжения и электропривода роторных агрегатов сепарирования, конвейеров и транспортёров для рыбопромышленного комплекса Северного бассейна. По заказам потенциальных потребителей возможно расширение рядов электроприводов и их элементов с увеличением электромагнитного момента и мощности.

Литература:

1. **Тарасов В.Н., Останин С.Ю.** Разработка научных основ и технических решений для автоматизации и роботизации роторных и центрифужных технологий. – Доклады IX Международной выставки-конгресса «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции» (Санкт-Петербург, 2004 г.). С.-Пб. 2004. – 187 с. – С. 127-131.
2. **Тарасов В.Н., Коновалов С.Ф., Останин С.Ю.** и др. Разработки ГОУВПО «Московский энергетический институт (технический университет)». – Официальный каталог Всероссийской промышленной ярмарки 2007. Выставка «Энерготех» (Энергосберегающие технологии, оборудование для производства, преобразования и распределения электрической и тепловой энергии) (23-26 октября 2007 г., Москва, ВВЦ (ВДНХ), павильон № 69). М., 2007.
3. **Сугробов А.М., Останин С.Ю.** Поверочные электромагнитные расчёты электромеханических преобразователей энергии электротехнических комплексов автономных объектов. – М.: Изд-во МЭИ, 2008. 104 с.

АНАЛИЗ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ

Сивухо М. Э. (г. Калининград, ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», кафедра электрооборудования судов и электроэнергетики, rsedoff@yandex.ru)

The task of calculation of transient processes in linear electric circuits is to determine the changes in all currents and voltage drop circuits function of time from the system of inhomogeneous differential equations, consisting of the Kirchhoff law for the instantaneous values. Transient processes run quickly for a few tenths of seconds, but it is a transient increase in the amplitude of currents, there are dips and voltage surge that can damage the insulation of electrical installations. Calculation of transient processes in linear electric circuits analytical methods: classical, operator and state variables - a

very time consuming, which leads to frequent errors. A numerical method for solving inhomogeneous differential equations in the automatic mode using the engineering software package Mathcad allows easier calculation task. For example, in the classical method of solution is not necessary to define coercion (partial solution) and free (general solution) components, ie be characteristic equation of the circuit using the input resistance and to determine the constants of integration over the independent initial conditions, which presents a major challenge.

Задачей расчета переходных процессов в линейных электрических цепях является определение изменения всех токов и падений напряжений схемы функции времени из системы неоднородных дифференциальных уравнений, составленной по законам Кирхгофа для мгновенных значений. Переходные процессы протекают быстро за десятые доли секунд, но именно в переходных режимах увеличивается амплитуда токов, возникают провалы напряжения и перенапряжения, которые могут привести к повреждению изоляции электроустановок. Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях аналитическими методами: классическим, операторным и переменных состояний - очень трудоемкий, что ведет к частому возникновению ошибок. Численный метод решения системы неоднородных дифференциальных уравнений в автоматическом режиме с помощью инженерного пакета программ Mathcad позволяет облегчить расчет поставленной задачи. Например, в классическом методе решения не нужно определять принужденную (частное решение) и свободную (общее решение) составляющие, то есть составлять характеристическое уравнение схемы с помощью входного сопротивления и определять постоянные интегрирования по независимым начальным условиям, что и представляет основную трудность.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рассмотрим линейную электрическую цепь, представленную на рис.1, которая содержит источник постоянной ЭДС, сопротивления R_1 , R_2 , R_3 и R_4 , индуктивность L , емкость C и контакт K , который замыкается во время коммутации.

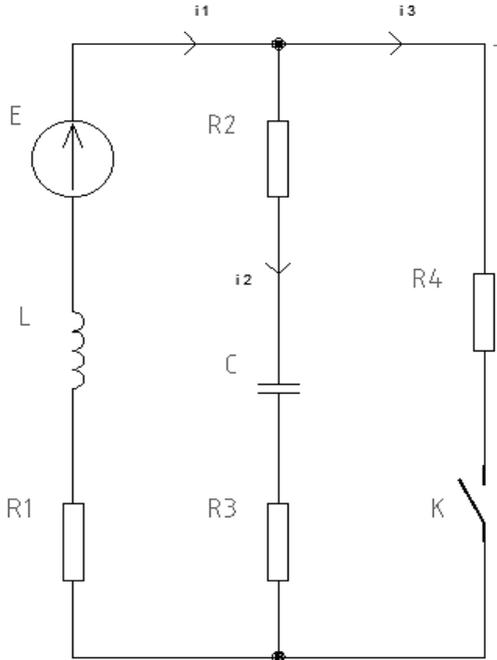


Рис. 1. Расчётная электрическая цепь

Выберем условно положительные направления токов ветвей i_1 , i_2 и i_3 и составим после коммутации (замыкание контакта К) систему уравнений по законам Кирхгофа в дифференциальной форме для мгновенных значений, учитывая, что ток, протекающий через емкость

$$i_2 = C \cdot \frac{duc}{dt}$$

$$i_1 - C \cdot \frac{duc}{dt} - i_3 = 0$$

$$R_1 \cdot i_1 + L \cdot \frac{di_1}{dt} + uc + (R_2 + R_3) \cdot C \cdot \frac{duc}{dt} = E \quad (1)$$

$$R_4 \cdot i_3 - uc - (R_2 + R_3) \cdot C \cdot \frac{duc}{dt} = 0$$

ОПИСАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Оставим в системе уравнений (1) величины, которые не могут измениться скачком при замыкании ключа К, что необходимо для опре-

деления граничных условий. Согласно законам коммутации, это ток ветви с индуктивностью i_1 и падение напряжения на емкости uc .

$$R_1 \cdot i_1 + L \cdot \frac{di_1}{dt} + (R_2 + R_3) \cdot C \cdot \frac{duc}{dt} + uc = E \quad (2)$$

$$R_4 \cdot i_1 - uc - (R_2 + R_3 + R_4) \cdot C \cdot \frac{duc}{dt} = 0$$

Определяем независимые начальные условия в схеме до коммутации. Так как источник ЭДС постоянный, то

$$i_1(0) = 0 \quad uc(0) = E$$

Из системы уравнений (2) определяем граничные условия

$$\frac{di_1}{dt}(0) = \frac{-(R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_4 + R_3 \cdot R_4 + R_4 \cdot R_2) \cdot i_1(0) - R_4 \cdot uc(0) + (R_2 + R_3 + R_4) \cdot E}{L \cdot (R_2 + R_3 + R_4)}$$

$$\frac{duc}{dt}(0) = \frac{R_4 \cdot i_1(0) - uc(0)}{C \cdot (R_2 + R_3 + R_4)}$$

Дополнительные соотношения:

$$i_3(t) = i_1(t) - C \cdot \frac{duc(t)}{dt}$$

$$u_L(t) = L \cdot \frac{di_1(t)}{dt}$$

$$u_{R_1}(t) = i_1(t) \cdot R_1 \quad u_{R_2}(t) = i_2(t) \cdot R_2$$

$$u_{R_3}(t) = i_2(t) \cdot R_3 \quad u_{R_4}(t) = i_3(t) \cdot R_4$$

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД

Система (2) является системой двух обыкновенных линейных неоднородных дифференциальных уравнений I порядка. В ходе численных экспериментов на базе инженерного пакета MathCAD были использованы 3 численных метода: встроенный метод на основе функции Odsolve, метод дробных сеток с полуцелыми временными слоями и метод Рунге-Кутты 4-го порядка точности. Численное интегрирование системы (2), с точки зрения вычислительной математики, не является сложной задачей. Однако, математическое моделирование и создание программных модулей на базе пакета MathCAD, по нашему мнению, является методически верным в ключе обобщения численных результа-

тов и внедрения их в учебный процесс технического университета по дисциплине «Математическое моделирование на компьютере».

Численный метод Рунге-Кутта требует специального вида системы дифференциальных уравнений:

$$X' = D(t, X),$$

где X – столбец зависимых переменных, t – независимая переменная, $D(t, X)$ – функция-столбец правых частей системы.

Разрешая систему (2) относительно первых производных, получаем новый вид задачи Коши:

$$X_0 := 0 \quad X_1 := E$$

$$X_2 := \frac{-(R1 \cdot R2 + R1 \cdot R3 + R1 \cdot R4 + R4 \cdot R2 + R4 \cdot R3) \cdot X_0 - R4 \cdot X_1 + (R1 + R3 + R4) \cdot E}{L \cdot (R2 + R3 + R4)}$$

$$X_3 := \frac{R4 \cdot X_0 - X_1}{C \cdot (R2 + R3 + R4)}$$

$$D(t, X) := \begin{bmatrix} X_2 \\ X_3 \\ \frac{(R2 + R1) \cdot (X_3 - R4 \cdot X_2)}{L \cdot (R2 + R3 + R4)} + \frac{-X_3 - R1 \cdot X_2}{L} \\ \frac{X_3 - R4 \cdot X_2}{-C \cdot (R2 + R3 + R4)} \end{bmatrix}$$

Применяем метод Рунге-Кутта при значениях параметров электрической цепи:

$$E := 100 \quad L := 10^{-3} \quad C := 10^{-5} \quad R1 := 20 \quad R2 := 11 \quad R4 := 2 \quad R3 := 9$$

Расчетный период выбран интервалом $[0; 10^{-3}]$. Мощность сетки интегрирования: $N=1000$.

Получены интегральные линии:

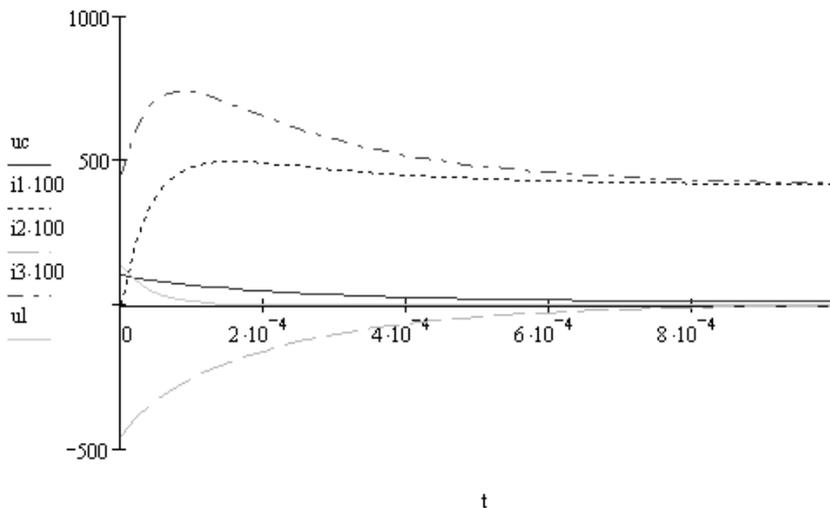


Рис. 2. Зависимости $u_c(t)$, В – сплошная линия; $i_1(t) \cdot 100$, А – частый пунктир. Дополнительные графики: $i_2(t) \cdot 100$, А; $i_3(t) \cdot 100$, А; $u_1(t)$, В.

На основании графиков, полученных при численном методе решения можно сделать вывод, что переходный процесс заканчивается через 0,001 секунду, что в момент коммутации скачок тока ветви с емкостью составляет -4,55 А, что установившееся значение напряжения на емкости равно 9,09 В, что максимальное значение тока ветви с индуктивностью достигается через 0,0012 секунды и составляет 4,95 А. Данные расчета, полученные в численном методе решения полностью совпадают с результатами аналитических методов. Например, при расчете классическим методом получили:

$$u_c(t) = 9.09 + 88.76 \cdot e^{-4593 \cdot t} + 2.15 \cdot e^{-21770 \cdot t}$$

$$i_2(t) = -4.08 \cdot e^{-4593 \cdot t} - 0.47 \cdot e^{-21770 \cdot t}$$

ВЫВОДЫ

1. Численные результаты моделирования с 3% точностью согласуются с аналитическим решением системы (2).
2. Математическая модель коммутации в электрической цепи является адекватной и достоверной.

3. Разработанная математическая модель и вычислительный модуль задачи коммутации в электрических цепях внедрены в учебный процесс для инженерных специальностей ФГОУ ВПО «КГТУ».

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МОРСКОГО ПОРТОВОГО КОМПЛЕКСА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Фофанова А. Ю. (*г. Мурманск, НОУ ВПО «Мурманский гуманитарный институт», кафедра национальной экономики, n.p.fofanova@mail.ru*)

In any sea port complex (including the Murmansk region, consisting of the port of Murmansk, Kandalaksha and Vitino) and his entourage made a lot of positive changes, as they are one of the leading, attracting large investments. On behalf of the President of Russia and the Russian government have been identified, developed and approved and key priorities for their development. Development of the future will not be limited opportunities in the region. General scheme of the Murmansk port in the implementation affects the interests of a number of federal ministries and agencies, industrial corporations and banks.

В России основными программными документами, на основе которых осуществляется развитие морских портовых комплексов, как регионов, так и РФ в целом, являются «Стратегия развития морской деятельности до 2020 г. и на более отдаленную перспективу» и ФЦП «Модернизация транспортной системы России на 2002-2010 гг.» В их рамках реализуются важные для Мурманской области проекты. В любом морском портовом комплексе (в т.ч. комплексе Мурманской области, состоящий из портов Мурманск, Кандалакша и Витино) и его окружении осуществляется много положительных преобразований, так как они являются одними из лидирующих, привлекая крупные инвестиции. По поручению Президента России и Правительства РФ были определены, разработаны и утверждены ключевые и приоритетные направления их развития. Однако необходимое финансирование отсутствует. В рамках реализации Транспортной стратегии РФ разработана Генеральная схема развития Мурманского транспортного узла, предусматривающая строительство новых портовых комплексов на западном берегу Кольского залива и реконструкцию существующих перегрузочных комплексов порта Мурманск.

Прогнозируемый ежегодный грузооборот порта Мурманск 75 млн. т к 2015 г. (без учета 120 млн. т наливных грузов по перегрузке

нефти по проекту Мурманской трубопроводной системы) [2, с. 18]. По объемам грузопереработки это несколько новых достаточно мощных морских портовых комплексов.

Ряд проектов, предусмотренных генеральной схемой развития порта Мурманск уже реализованы или только воплощаются:

- рейдовый комплекс ОАО «НК «Роснефть» по перегрузке нефти в районе поселка Белокаменка, через танкер-накопитель дедвейтом 360 тыс. т;

- увеличение пропускной способности рейдовых нефтеналивных перегрузочных комплексов в Кольском заливе (Мурманское морское пароходство);

- строительство портового перегрузочного комплекса для перевалки нефтепродуктов на территории 35-го судоремонтного завода (ООО «Тангра Ойл»).

Строительство нового портового комплекса для угля, генеральных грузов и контейнеров в районе реки Лавна (ООО «Управляющая компания «Тран-сервис», ОАО «Холдинговая компания «Кузбасразрезуголь») в стадии начала производства: идут проектно-изыскательские работы и разработка технико-экономического обоснования [2, с. 18]. Однако сдерживающим фактором в реализации этих проектов является отсутствие на западном берегу Кольского залива железной дороги.

Развитие комплекса в будущем не ограничится возможностями региона. Генеральная схема развития порта Мурманск при реализации затрагивает интересы ряда федеральных министерств и ведомств, промышленных корпораций и банков. Для того чтобы реализовать проекты, необходимо сосредоточить усилия всех заинтересованных лиц и вести единую политику, направленную на создание благоприятного инвестиционного климата с целью изыскания финансовых ресурсов. В январе 2003 г. председателем Правительства РФ поставлена Минтрансу, Минэкономразвития, Минфину, Минпрому и ОАО «Российские железные дороги» совместно с заинтересованными организациями определить источники финансирования по развитию порта Мурманск в системе международных транспортных коридоров и СМП [2, с. 18]. Все достигнутые в данной области договоренности были учтены при рассмотрении вопроса «О совершенствовании механизмов финансирования крупных, имеющих общегосударственное значение проектов в области развития транспортной инфраструктуры» на заседании правительства России в том же году. В итоге, государственное финансирование необходимо направить в инфраструктуру, частное – в создание специализированных высокотехнологичных терминалов с техникой, поскольку цель у бизне-

са – организация эффективной работы по перевалке требуемых объемов экспортно-импортных грузов и каботажу.

В такой ситуации прохождение наших экспортных грузов через турецкие и датские проливы продолжает ухудшаться, а также велик соблазн растущей Европы навязать России свои условия, что может прояснить важнейшее стратегическое положение порта Мурманск, откуда российская нефть будет свободно поставлена в зарубежные страны.

Стратегия развития порта Мурманск предусматривает строительство нового трубопровода из Западной Сибири. В свое время Правительство РФ дало поручение Минэнерго России совместно с ОАО «Транснефть» разработать технико-экономическое обоснование его строительства. При положительном решении предполагалось в 2008 г. обеспечить сдачу пускового комплекса с объемом перевалки нефти 60–70 млн. т в год, с дальнейшим увеличением объемов ее транспортировки до проектной – 120 млн. т. Ориентировочная стоимость реализации проекта – около 6 млрд. долл. США. Ожидаемые налоговые поступления в федеральный бюджет составили бы около 1,4 млрд. долл., в региональные бюджеты – 2,6 млрд., в том числе в бюджет Мурманской области – 700 млн [2, с. 19].

Поручение Правительства выполняется очень неспешно, и областная администрация работает с нефтяными и газовыми компаниями над освоением крупных месторождений на Арктическом шельфе – Штокмановского газоконденсатном и Приразломном нефтяном.

Штокмановское газоконденсатное месторождение – одно из крупнейших месторождений в мире, было открыто в 1988 г. с борта судна «Профессор Штокман», в связи с чем и получило свое название. Оно расположено в центральной части шельфа российского сектора Баренцева моря в 600 км к северо-востоку от Мурманска. Ближайшая суша от него (около 300 км) - западное побережье архипелага Новая Земля. При обработке Штокмана техническим заданием предусмотрено 4 варианта переработки и транспортировки газа – таблица 1.

Таблица 1

Варианты схем подачи газа со Штокмановского месторождения [1]

Показатели	Варианты			
	1	2	3	4
1. Добыча газ на ШКГМ (млрд м ³)	71	71	94,6	94,6
2. Производство СПГ (млн т)	45	30	45	30
3. Подача для потребления Мурманской области (млрд м ³)	4,7	4,7	4,7	4,7
Подача на газопровод Видяево-Волхов (млрд м ³)	-	25,8	27	49,2

Проект предполагается реализовывать на условиях соглашения о разделе продукции (СРП). Из добываемого газа планируется производить сжиженный природный газ (СПГ) на экспорт в США. Завод по производству СПГ и терминал для его экспорта «Газпром» будет построен в селе Териберка, на Кольском полуострове. Строительство в данном районе достаточно оптимальное: минимальная протяженность морского трубопровода от месторождения до берега, наиболее благоприятный для создания инфраструктуры рельеф прибрежной морской и сухопутной территорий [6].

Проект разработки Штокмана предусматривает не только промышленное строительство и создание вспомогательных производств, но и развитие социальной сферы: возведение нового жилья, школ и дошкольных учреждений, культурных и спортивных объектов.

С экологической точки зрения производство сжиженного газа в поселке относительно безопасно, так как характер технологических процессов производства СПГ отличается от нефте- и газоперерабатывающих. На данном заводе технологически происходит охлаждение и перевод в жидкое состояние чистого природного газа (без вредных веществ и примесей). Аналогичное производство функционирует в Хаммерфесте. Норвежский завод построен на островах, в водоохранной зоне, более 20-ти лет назад. Его успешный опыт свидетельствует о том, что данное предприятие в области экологии отвечает всем предъявленным требованиям.

Российские проектировщики завода СПГ в Териберке выбрали оптимальное место его расположения, не затрагивая село и не превышая нормативных значений шумового воздействия. Там создадут морской трубопровод и портовую систему. Таким образом, будет подготовлена транспортировка, как морская, так и сухопутная. По проекту морской трубопровод планируется сдать в 2013 г., а портовую систему - в 2014 г.

От Териберки газопровод будет направлен на Волхов по территории Кольского полуострова, не нанося вреда главным областным рекам. Около каждого крупного населенного пункта будут предусмотрены врезки, чтобы перевести часть областных теплоэнергетических предприятий на природный газ, подключить отопление и газ населению. Это приведет к снижению стоимости тепловой энергии, и подешевеет газ для потребителей.

Перспективы занятости населения области существенны. На период строительства общая численность работающих во всех сферах составит от 2 до 3 тыс. чел. На заводе СПГ после сдачи его в эксплуатацию будут трудиться примерно 400 чел., а в специализированном морском порту - около 600. «Газпром» планирует только жителям Тери-

берки выделить 200 рабочих мест и обеспечить среднюю заработную плату около 24 тыс. руб. Будут параллельно возводиться 29 жилых домов по 48 квартир в каждом.

Мурманская область заинтересована в налоговых поступлениях, которые удастся получить.

Освоение Штокмана имеет стратегическое значение не только для компании «Газпром», но и для всей нашей страны, поскольку связано с обеспечением таких важнейших задач, как гарантированное газоснабжение регионов на ближайшие 50 лет и выполнением принятых Россией обязательств по поставкам газа в Европу. Уникальность Штокмановского месторождения предопределяет использование передовых технологий XXI века.

В мире действует 31 завод по производству сжиженного природного газа (СПГ) суммарной производительностью 193,7 млн т в год. До конца 2009-го будет запущено в эксплуатацию еще 22 завода, что позволит довести мировое производство примерно до 323,9 млн т [6]. Аналогичных темпов роста производства энергоносителей нет. Россия, желая занять одно из главных мест среди стран-поставщиков, не может не учитывать общемировые процессы. Реализация Штокмановского проекта поможет существенно упрочить позиции государства на мировом рынке.

Освоение запасов Штокмана способно оказать огромное влияние на развитие энергетики и других отраслей экономики в российских регионах, и, прежде всего, в Мурманской области, полностью обеспечив ее потребности в энергоносителях. Данные мероприятия обеспечат значительный прирост налоговых поступлений в бюджеты всех уровней, в том числе местный, это залог успешного развития региона, повышение его инвестиционной привлекательности. Не останется без внимания и социальная сторона. Проект даст новые возможности для населения. В том числе повышение уровня занятости, рост благосостояния и социальной защищенности.

По расчетам департамента экономического развития Мурманской области, завод по производству СПГ практически удвоит промышленное производство области. Если предприятие заработает в 2013 г., то в 2014 г. объем ВРП вырастет больше, чем вдвое. При этом налоговые поступления, то есть доходная база бюджета увеличатся на 40% и более. Главное – в регионе поднимается нетрадиционная отрасль, приходят передовые технологии, опыт и культура производства, современные формы управления...

Штокман поставит новые технические и технологические вопросы, но успех его для страны – это открытие дальнейшего освоения ресурсов Арктики. Специалисты «Штокман девелопмент АГ» ведут тех-

ническое проектирование и ТЭО проекта. В 2010 г. планируется принятие окончательного инвестиционного решения. Проводятся семинары и консультирование потенциальных подрядчиков, запущены тендерные комитеты. Приоритетным направлением работы является обеспечение части российских подрядчиков в реализации первой фазы его освоения. «Штокман девелоппмент АГ» объединяет опыт «Газпрома», «Тоталь», «Статоил гидро» [3, с. 2].

В свою очередь, Приразломное нефтяное месторождение также расположено на шельфе Баренцева моря, лицензией на разведку и добычу углеводородов на нем владеет ЗАО «Севморнефтегаз» – 100-процентное дочернее общество ОАО «Газпром». Извлекаемые запасы нефти - составляют 46,4 млн. т, что позволяет достичь годового уровня добычи около 6 млн. т [5].

Освоение месторождения для «Газпрома» является актуальной задачей, так как создаваемая для реализации проекта инфраструктура станет основой последующего освоения углеводородных ресурсов Баренцева и Карского морей.

С учетом возрастающего объема перевалки сырой нефти через порты Мурманской области обсуждается вопрос о необходимости строительства нефтеперерабатывающего завода, который обеспечил бы внутренние потребности области в нефтепродуктах и повысил эффективность их экспорта, что увеличит энергобезопасность региона и удешевит нефтепродукты за счет снижения транспортных расходов [4].

Ускорение рассмотрения вопросов по созданию уникальной системы с перевалкой грузов через глубоководные заливы Кольского полуострова (реконструкция железнодорожной станции Мурманск и строительство трубопровода из Западной Сибири) наиболее полно учитывает интересы развития региона. Это подтверждают аналитические материалы с оценкой преимуществ данного нефтяного трубопровода с выходом на один из незамерзающих глубоководных заливов Кольского полуострова (Ура-Губа, Териберский, Кильдинский).

Литература:

1. **Васильев А.М.** Экономический анализ грузопотоков углеводородного сырья на Арктическом направлении. Оценка состояния системы базирования (портов) : доклад. – Мурманск, 2010. – 5 с.
2. **Евдокимов Ю. А.** Мурманск как звено транспортной стратегии России // Морские порты России. 2004. № 4. – С. 18.
3. **Нергарарян П.** Наша задача – привлечь сюда инвесторов и предпринимателей // Мурманский вестник 15 октября 2009 № 195 (4588) – С. 2

4. Перспективы развития Мурманской области - Кольская энциклопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://kolaenc.gov-murmman.ru/future/>

5. Приразломное нефтяное месторождение. Проекты. Официальный сайт ОАО «Газпром» [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://old.gazprom.ru/articles/article22451.shtml>

6. Улыбнется «Газпрому» Териберка // Мурманский Вестник. Выпуск № 150 от 11 августа 2007 г.

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ НАДЕЖНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ЗАКОНОВ НА ОСНОВЕ УЧЕТА ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОТКАЗА УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ

Щеглов В. А., Худяков А. Н. (*г. Калининград, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота, кафедра Сервис автомобильного транспорта, www.kafedra_avto@bga.gazinter.net*)

Annotation. This article is devoted to the general method of estimating of the reliability of technical products and the general problems of assessing reliability. It was used a physical model analysis. By using this model there is possible to substantially reduce amount of statistic tests and to reduce the error of estimation of reliability.

Надежность является не только технической, но и экономической проблемой, так как повышение и обеспечение ее необходимого уровня требует определенных затрат, особенно на этапе эксплуатации, когда необходима достаточная достоверность при определении объемов и периодичности мероприятий технического обслуживания.

Актуальность проблемы надежности для технически сложных объектов возрастает, поскольку они усложняются, повышается их энергонасыщенность, растут показатели скоростных и нагрузочных режимов.

Для правильного выбора структуры и оснащенности станций технического обслуживания автомобилей стоят задачи определения надежности на различных этапах их жизненного цикла:

- определение необходимого объема испытаний на надежность;
- определение гамма-процентного ресурса безотказной работы;
- определение объема и периодичности технического обслуживания.

В существующих разработках методы прогнозирования единичных показателей надежности основаны на математических приемах расчета

стохастических процессов по формальным признакам, которые не учитывают физическую суть процессов повреждения составляющих элементов, требуют большого объема испытаний, а при наличии **усеченной** выборки могут дать большую ошибку ввиду хорошей сходимости различных теоретических законов по отдельному участку усеченной выборки [1].

Наиболее простой и широко распространенный путь выбора закона распределения значений случайной величины и расчета показателей надежности заключается в следующем. По результатам испытаний получают выборку случайных значений, разбивают ее на равные интервалы, подсчитывают эмпирические частоты, строят эмпирическую функцию распределения и подбирают теоретический закон, который дает наилучшее согласие с эмпирическим распределением. Гипотеза о выбранном законе распределения проверяется по критериям согласия Колмогорова или Пирсона (χ^2). [2]

Известные методы оценки ресурса машин на основе обработки статистических данных требуют большого числа испытаний и являются достоверными при достаточно объемных выборках ($N > 50$) [2].

Выбор закона распределения, основанный на математическом методе, имеет ряд существенных недостатков:

- закон выбирается формально и не отражает физических явлений формирования повреждения;
- для получения достоверных данных требуется наличие генеральной выборки (когда число объектов велико, а искомым результатом является отказ всех объектов).

Особенно это опасно при ограниченной продолжительности испытаний выборок небольшого объема, что весьма характерно для машин новых типов и малых серий.

Ошибка при высоком γ - процентном ресурсе работы машины (элемента) будет высокой, тогда как при приближении наработки T к ее среднему значению T_{cp} процент ошибки существенно снижается. С учетом того, что при расчете надежности значимой является как раз надежность в левой части $F(t)$, т.е. при значениях γ - процентного ресурса 0,95-0,85, возникает проблема правильного выбора теоретического закона распределения случайной величины.

Для подтверждения значимости этой проблемы произведен расчет ошибки $\Delta\%$. Исходные данные для расчета приняты с учетом допущений (ниже приведены относительные величины):

1. Нарботка изделия t варьируется в пределах от 0,1 до 1.
2. Среднее квадратичное отклонение σ – от 0,25 до 1,0 с шагом 0,25.
3. Средняя наработка на отказ T условно принята равной 1.

4. За базовый закон принимается попеременно один из наиболее широко используемых теоретических законов распределения случайной величины

$$\Delta\% = 100 (P_{\text{баз}} - P_{\text{сравн}}) / P_{\text{баз}},$$

где $P_{\text{баз}}$ - расчетная вероятность по базовому закону; $P_{\text{сравн}}$ - расчетная вероятность по сравниваемому закону; $\Delta\%$ - ошибка в процентах при предположении, что сравниваемый закон выбран неверно.

Проведенные расчеты показали, что при неверно выбранном законе распределения ошибки в оценке надежности изделия или его составной части может достигать:

- при базовом нормальном законе - 9 - 2000% (ошибка растет с увеличением среднеквадратичного отклонения; наименьшая ошибка - по сравнению с законом Вейбулла; наибольшая - по сравнению с экспоненциальным и законом Релея).

- при базовом экспоненциальном законе - 0 - 1446% (ошибка велика при любом среднеквадратичном отклонении и по сравнению с любым законом, кроме закона Вейбулла, который при правильно выбранных параметрах дает полную сходимость с базовым законом). Применение закона Релея в этом случае дает большую ошибку при любых параметрах.

- при базовом законе Вейбулла - 5 - 260% (ошибка растет с увеличением среднеквадратичного отклонения; наименьшая ошибка - по сравнению с нормальным законом; наибольшая - по сравнению с экспоненциальным и Релея законом). Известная эластичность закона Вейбулла хорошо видна – по сравнению с любым рассматриваемым в данной работе вероятностным законом при правильно выбранных параметрах базовый закон дает сравнительно небольшую ошибку или вообще совпадает с законами нормальным и экспоненциальным. Наименее приемлемый закон – Релея.

- при базовом РЕЛЕЯ законе - 8 - 390% (ошибка велика при любом среднеквадратичном отклонении и по сравнению с любым законом, кроме закона Вейбулла, который при правильно выбранных параметрах дает почти полную сходимость с базовым законом). Наименее приемлемый закон – экспоненциальный.

Предлагается для обеспечения возможности прогнозирования надежности изделия или его составных частей выбирать закон распределения времени работы изделия на отказ исходя из физической сущности повреждения, которая описывает процесс повреждения, а по его признакам можно определить применимость хорошо изученных законов распределения при отсутствии генеральной выборки.

Алгоритм исследования сложных процессов возникновения отказов выполняется на физических моделях формирования повреждений:

- проводимое структурирование исследуемого узла (системы), выделяется основной элемент, определяющий отказ структуры (ресурсный элемент);
- с учетом характерных режимов работы анализируется процесс возникновения повреждения, определяется его характер и ведущие виды износа, и выбирается теоретический закон распределения;
- по результатам экспериментов, моделирующих характерный для элемента вид повреждения, получают совокупность случайных чисел (усеченную выборку);
- используются традиционные приемы обработки дискретных значений величины повреждения, строятся гистограммы эмпирического распределения;
- проводится «выравнивание» эмпирического распределения в соответствии с выбранным теоретическим законом распределения;
- определяются параметры закона распределения,
- проводится расчет показателей надежности.

Наиболее сложным этапом здесь представляется этап определения характера повреждения, ведущих видов износа, а также выбор физической модели развития повреждения, без чего невозможно правильно подобрать вид теоретического закона распределения случайной величины повреждения и скорости ее развития.

Согласно [3, 4] характер повреждения сопряжении компонентов двигателя определяется гаммой различных видов изнашивания (абразивное, при пластических деформациях, при хрупком разрушении, при схватывании, усталостное, тепловое, окислительное, коррозионное, эрозионное, навигационное и др.). В чистом виде каждый из этих видов практически не встречается, а действие на накопление износа проявляется комплексно, когда один вид является ведущим, а остальные - сопутствующими.

Авторы работ [4, 5] считают, что для цилиндропоршневой группы ведущими являются процессы механического истирания (абразивно-механический, молекулярно-механический, коррозионно-эрозионный) и усталостное изнашивание под действием ударных нагрузок при перекладке поршня и кольца.

Результаты анализа литературы по надёжности узлов трения группы коленчатого вала показали, что основными причинами отказов подшипников скольжения являются:

- коррозионно-механическое изнашивание;
- усталостное изнашивание;

- совместное действие двух вышеуказанных причин;
- задир (при граничном трении);
- превалирующим видом изнашивания является абразивный механический износ;
- для алюминия не является характерным коррозионное изнашивание;
- для свинцовистой бронзы - нелинейный характер развития повреждения с выраженной точкой перегиба, на последнем этапе износа имеет место усталостное изнашивание.

В рамках статьи не представляется возможным привести все имеющиеся в научной литературе физические модели развития повреждений узлов и деталей двигателей, однако необходимо отметить, что исследователями накоплен в этой области большой материал для класса подвижных сопряжении узлов двигателей. В таблице приведены результаты анализа условий применимости теоретических законов распределения случайной величины в зависимости от процесса возникновения повреждения, его характера и тренда развития.

Выводы:

1. При расчете надежности технических объектов необходимо анализировать физические модели повреждения и устанавливать соответствующий этой модели теоретический закон распределения.
2. Выравнивание усеченной выборки отказов проводится по выбранному на основе анализа физических моделей отказа закону распределения, что позволит существенно снизить погрешности оценки при определении гамма-процентного ресурса работы технического объекта.

Таблица

Условия применимости законов распределения по характерным признакам физических моделей повреждения

Закон	<i>Характерные признаки применимости закона распределения</i>
Функциональное γ -распределение	1. Отказ возникает в результате накапливающихся повреждений (износ, коррозия) с изменяющейся скоростью потери массы; характерно сочетание видов изнашивания; процесс носит убывающие по времени связи (переплетение кривых видов изнашивания уменьшается). 2. Интенсивность отказов λ монотонно убывает во времени.
Нормальный	1. Отказ возникает в результате естественного постепенного износа, старения элемента; на начальном этапе наблюдается низкая плотность отказов, изнашивание имеет превалирующий молекулярно-механический характер. 2. Интенсивность отказов λ монотонно возрастает во вре-

	мени.
Вейбулла	<p>1. Изделие содержит значительное число близких по конструкции элементов, находящихся в одинаковых условиях эксплуатации и эти элементы определяют безотказность изделия (поршневые кольца, вкладыши).</p> <p>2. В случае цепных систем, когда характер повреждения имеет разную физическую природу, но любое повреждение более допустимого вызывает отказ изделия (тормозные системы).</p> <p>3. Отказы возникают из-за повреждений, имеющих врожденную природу (конструктивные, технологические, макро- и микроструктурные).</p> <p>4. В случае хрупкого многоциклового усталостного разрушения (релаксации), если отказ не относится к классу внезапных.</p> <p>5. Интенсивность отказов λ может убывать, возрастать или оставаться постоянной в зависимости от выбранных параметров закона.</p> <p>Функция плотности $f(t)$ эмпирических данных имеет смещенную влево или вправо медиану, и отрицательный эксцесс.</p>
Релея	1. Интенсивность отказов - линейная возрастающая функция $\lambda=ct$.
Логнормальный	<p>1. Отказ возникает в результате накапливающихся повреждений с образованием наклепа, постепенно снижающего скорость изнашивания.</p> <p>2. Интенсивность отказов λ монотонно убывает во времени.</p>
Экспоненциальный	<p>1. Отказы возникают вследствие пиковых нагрузок и носят характер внезапного разрушения (разрыв шины, поломка зуба шестерни, перегорание ламп, пробой электроприборов, зависание элементов, срезы деталей, задиры).</p> <p>2. Влияние усталостного и технологического факторов мало, ощутимо влияние конструктивных дефектов.</p> <p>3. Интенсивность отказов λ является величиной постоянной во времени.</p>

Примечание. В таблице использованы данные анализа источников [2, 3, 4, 5, 6].

Литература:

1. **Щеглов В.А.** Исследование стохастических законов распределения отказов транспортных объектов и их составных частей. Материалы X межвузовской НТК. Калининград: БГАРФ. 2009. - с. 64 – 68.

2. **К.С. Kapur, L.R. Lamberson.** Department of Industrial Engineering and Operations Reserach Wayne State Universiti Detroit, Michigan 48202. 1977. 650 с.
3. **Крагельский И.В.** и др. Основы расчетов на трение и износ. –М.: Машиностроение, 1997, - 525 с.
4. **Гурвич И.В.** и др. Эксплуатационная надежность автомобильных двигателей. - М.: Машиностроение, 1987. – 87 с.
5. **Анилович В.Л.** и др. Эксплуатационная надежность сельскохозяйственных машин. - Минск: Ураджай, 1984. - с. 40 - 43, 46 – 72, 74 – 79, 88 - 90.
6. **Герцбах И.Б.** и др. Модели отказов. - М.: - Советское радио, 1986. - с. 16 - 84.

Безопасность мореплавания

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРИ ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКОГО ТРАНСПОРТА

Царев Б. Д., Буев С. А. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра ЭОС*)

The paper describes the possibilities of thermal imaging method application for safety issues on marine transport in Russian Federation. These matters are considered within the scope of schedule of maintenance "About safety matters of marine transport". The paper shows the reasonability of the development of thermal imaging method. It outlines the capabilities and the main advantages of thermography to traditional methods of estimating technical state of electric equipment.

В работе рассмотрены вопросы применения тепловизионной диагностики при оценке безопасности на морском транспорте в РФ в рамках анализа технического регламента "О безопасности объектов морского транспорта". Показано, что для обеспечения безопасности на судах целесообразно развитие тепловизионного метода. Описаны возможности термографии и основные ее преимущества перед традиционными методами оценки технического состояния электрооборудования.

1. Введение

В настоящее время в сфере морского транспорта, как и в других сферах материального производства, используется большое количество различных технических средств, электрического и иного оборудования. Все эти объекты несут в себе потенциальную угрозу для здоровья и жизни людей. Также сегодня особо остро встает вопрос экологической безопасности. В контексте использования электрического оборудования это выражается в необходимости обеспечить эффективность его работы, минимизировать потребление энергии. Снижение уровня использования электрической энергии - это важный и необходимый шаг к уменьшению глобального изменения климата и сохранения наших энергетических ресурсов для будущих поколений [1].

Проблема предотвращения аварийных ситуаций и обеспечения экологической безопасности особенно актуальна, учитывая все возрастающее количество потенциально опасных объектов, применяемых на морских судах, сложность проведения диагностики и тенденцию к превышению срока их эксплуатации. По данным Российского Речного Регистра, средний возраст судов внутреннего плавания на 1 января 2006 г составил 28,8 лет, средний возраст транспортных судов превысил 32

года, и это при том, что в условиях плановой экономики нормативный срок эксплуатации судов составлял 24-26 лет. Существуют такие виды опасности как биологическая, пожарная, механическая, термическая, электрическая и т.д. Вопросы, связанные с обеспечением всех видов безопасности рассматриваются на государственном уровне и отражены в законодательстве.

2. Технический регламент

Специальные требования, предъявляемые к безопасности технических объектов морского транспорта, описаны в техническом регламенте "О безопасности объектов морского транспорта", вступающем в силу с 12.08.2011. Основной целью регламента является обеспечение жизни, здоровья физических лиц, имущества физических и юридических лиц, государственного и муниципального имущества, а также охраны окружающей среды путем установления обязательных требований к обеспечению безопасности внутреннего водного транспорта и связанной с ним инфраструктуры. Данный регламент устанавливает обязательные для соблюдения минимальные требования безопасности объектов морского транспорта и распространяется на объекты технического регулирования и связанные с ними процессы проектирования, строительства, эксплуатации (включая вывод из эксплуатации и ремонт) и утилизации объектов технического регулирования [2].

Разработка и утверждение данного технического регламента связаны с тем, что требования по безопасности внутреннего водного транспорта и связанной с ним инфраструктуры содержится в текстах федеральных законов, более чем в 200 действующих на данный момент нормативных и технических документах: ведомственных положений, инструкций, правил, ГОСТов, СанПиНов, СНИПов, приказов и т.п. Указанная совокупность требований обеспечивает безопасность в данной области технического регулирования, но в то же время содержит как дублирующие, так и избыточные требования. Кроме того, имеют место случаи несогласованности и противоречий между аналогичными требованиями разных нормативных актов, а также совмещение в вышеназванных документах как собственно требований, так и разного рода методических и расчетных параметров, которые в новой системе технического законодательства не должны являться предметом технического регулирования. Ликвидация дублирования и противоречий приведет к снижению административных издержек хозяйствующих субъектов, связанных с получением информации об обязательных требованиях и соблюдением этих требований.

При реализации технического регламента потребуются дополнительные затраты из федерального бюджета на приведение в соответ-

вие регламенту законодательства Российской Федерации, средства бюджетов субъектов Российской Федерации и местных бюджетов на приведение в соответствие регламенту инфраструктуры внутренних водных путей.

Принятие технического регламента окажет положительное воздействие на сферу транспортных услуг и экономику в целом. В результате реализации технического регламента "О безопасности внутреннего водного транспорта и связанной с ним инфраструктуры" можно ожидать, что:

- будет повышена противоаварийная устойчивость объектов инфраструктуры внутреннего водного транспорта, снижена вероятность загрязнения окружающей среды за счет минимизации аварийных выбросов перегружаемых и перевозимых химически опасных веществ;
- увеличится привлекательность внутреннего водного транспорта для иностранных инвесторов за счет гармонизации отечественных правовых норм с зарубежными нормами.

3. Тепловизионная диагностика объектов морского транспорта

Для выполнения требований по обеспечению безопасности объектов морского транспорта, описанных в техническом регламенте, необходимо поддерживать их в надлежащем состоянии, проводить своевременное обследование и ремонтные работы, обеспечивать энергоэффективность работы оборудования [2].

Одним из главных источников опасности на морском транспорте является электрическое оборудование, поэтому обеспечению безопасности его работы необходимо уделять особое внимание. Оборудование должно обеспечивать стабильность всех свойств и характеристик, определяющих его безопасность, в течение всего срока службы при условии выполнения всех требований эксплуатации на это оборудование. Прикосновение к электрическим аппаратам не должно вызывать травм, а в электрических цепях должна быть предусмотрена защита от перегрузок. Также оборудование не должно нагреваться выше установленного уровня, а отдельные узлы должны быть экранированы. Ответственность за выполнение всех указанных требований лежит на эксплуатирующей организации [2].

Так как количество электрического оборудования, устанавливаемого на судах постоянно растет, а стоимость работ по техническому диагностированию неизбежно повышается, то актуальным является вопрос разработки и внедрения новых методов неразрушающего контроля. Такие методы должны иметь высокую достоверность оценки технического состояния, позволять выполнять диагностирование проще, быстрее и с наименьшими затратами.

Новейшим методом проведения обследования и выявления неисправностей в работе электрического оборудования, а также обеспечения энергоэффективности его работы, выступает тепловизионный метод. Он имеет множество преимуществ по сравнению с традиционными методами. Для его использования нет необходимости в отключении оборудования. Это позволяет значительно снизить затраты времени и средств. Данный метод имеет высокую достоверность, а также дает возможность прогнозирования состояния оборудования на длительный период.

Известно, что основным источником неисправностей в работе электрического оборудования является перегрев отдельных элементов конструкции, вызванный повреждением изоляции или других элементов объекта или повышенными нагрузками при эксплуатации. Поэтому одной из основных задач при диагностировании является выявление таких областей. Тепловизионный метод позволяет это делать простым осмотром полученных при наблюдении термограмм. Также имеется возможность по полученным термограммам оценивать состояние внутренних частей оборудования. С использованием традиционных методов диагностики проведение такого анализа крайне сложно.

Тепловизионное обследование особенно полезно для определения энергоэффективности электрооборудования. На основе анализа полученных термограмм могут быть выявлены нежелательные утечки тепла, устранение которых может значительным образом снизить общие энергозатраты на судне.

На основе всех полученных данных и с использованием разрабатываемых методик специалист может провести экспертный анализ и вынести решение о необходимости замены оборудования или сделать прогноз оставшегося срока его эксплуатации.

4. Заключение

Рассмотрены вопросы безопасности на объектах морского транспорта в РФ. Существующая система законодательства в этой области является неэффективной, поэтому правительством РФ был утвержден технический регламент "О безопасности объектов морского транспорта", в котором учтены ее недостатки, устранены дублирования и противоречия.

Актуальной является разработка теоретических основ диагностирования технического состояния объектов морского транспорта на основе данных тепловизионного контроля для обеспечения безопасности этих объектов.

Литература:

1. Технический регламент "О безопасности объектов морского транспорта". Постановление Правительства Российской Федерации №620, 2010 г.
2. Narrol M., Stiver W. Quantitative Thermography for Electric Motor Efficiency Diagnosis: - Canada, University of Guelph, 2005 г. - 8 с.

О КОЭФФИЦИЕНТЕ ПРОНИЦАЕМОСТИ ПОМЕЩЕНИЯ РЕФРЕЖИРАТОРНЫХ ГРУЗОВ

Анисимов А. Н., Шадрин Ю. А., Анисимов А. А., Бутаков А. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра УС и ПР)

Общеизвестно, что непотопляемость судна, как мореходное качество, не самостоятельно, и включает в себя плавучесть и остойчивость судна. В расчетах аварийной остойчивости судна используется коэффициент проницаемости помещения μ , который представляет собой отношение объема, который может быть заполнен водой при полном затоплении помещения, к полному теоретическому объему помещения. При этом осадка деления на отсеки d_s , соответствует грузовой ватерлинии деления судна на отсеки.

Правилами Регистра требуется наличие на борту судна, в зависимости от его типа и размеров, таких документов, как Информация об аварийной посадке и остойчивости судна, Информация о последствиях затопления отсеков (принимается к сведению), Схемы борьбы за живучесть и др.. Эти документы должны быть одобрены Регистром, должны позволять капитану учитывать при эксплуатации судна требования связанные с делением на отсеки и оценивать состояние судна при затоплении отсеков, должны содержать информацию о результатах расчета с указанием критических факторов и сведений, принятия необходимых мер по сохранению поврежденного судна.

В Части IV Остойчивость Правил Регистра при определении начальной метацентрической высоты в расчетах остойчивости поврежденного судна поправки на влияние свободной поверхности жидкого груза, судовых запасов и балласта учитываются таким образом, как и в расчетах неповрежденного судна. Коэффициент проницаемости используется при определении количества поступившей воды в грузовое помещение по формуле

$$P = v \gamma_{\text{вс}} \mu_j,$$

где: P – количество влившейся забортной воды в аварийное помещение;

v – объем грузового помещения;

$\gamma_{жс}$ – удельный вес забортной воды, поступившей в аварийный отсек;

μ_j – коэффициент проницаемости трюма с конкретным типом груза, или без груза.

В общем случае изменение метацентрической высоты на влияние свободной поверхности высчитывается по формуле

$$\delta h_{сн} = \frac{i_x \gamma_{жс}}{\Delta},$$

где: i_x – момент инерции аварийного помещения относительно оси абсцисс;

Δ - весовое водоизмещение судна.

В Части V Деление на отсеки Правил Регистра в Разделе 1.6 Коэффициент проницаемости отмечается, что в расчетах аварийной посадки и остойчивости судна коэффициент проницаемости затопленного помещения принимается: для помещений, предназначенных для сухих запасов - $\mu = 0,6$; для грузовых помещений, включая рефрижераторные при выполнении специального расчета проницаемости, коэффициент проницаемости груза должен приниматься равным $\mu = 0,6$.

Уровень непотопляемости судна определяется допустимым вероятностным индексом деления на отсеки A – при получении бортовой пробоины вследствие столкновения или навала. Допустимая степень деления судна на отсеки определяется требуемым индексом деления на отсеки – R , т.е. должно выполняться условие

$$A \geq R.$$

Допустимый вероятностный индекс A определяется по формуле

$$A = \sum Ws,$$

где: W – вероятность затопления отсека или смежных отсеков при получении бортовой навигационной пробоины;

s – вероятность сохранения судна при затоплении отсека или смежных помещений.

Суммирование ведется по номерам всех отсеков и групп смежных отсеков, результаты затопления которых оценены расчетами аварийной посадки и остойчивости.

В свою очередь требуемый индекс деления на отсеки определяется по формуле

$$R = 1 - \frac{250}{Ls + \left(\frac{N}{4}\right) + 375},$$

где: $N = N_1 + N_2$;

N_1 – число людей обеспеченных местами в спасательных шлюпках из общего числа людей на борту судна в рейсе;

N_2 – число людей (включая экипаж), которых разрешено перевезти на судне в превышение N_1 ;

LS – длина деления судна на отсеки.

В расчетах, выполненных для определения вероятности s_j коэффициент проницаемости грузового помещения μ_j принимается не более **0,95** и не менее **0,60** и рассчитывается по формуле

$$\mu_j = 1 - 1,2(d_j - d_0)/d_s - 0,05(d_s - d_j)/(d_s - d_0),$$

где: d_0 – наименьшая эксплуатационная осадка, соответствующая наименьшей возможной в эксплуатации загрузке судна с учетом жидких грузов, включая балласт;

d_s – осадка деления на отсеки соответствующая грузовой ватерлинии деления на отсеки.

Вероятность для данного отсека принимается равным $s_j = 1$, если аварийная посадка и остойчивость при затоплении отсека при осадке d_j отвечала Требованиям к элементам посадки и остойчивости поврежденного судна и Дополнительным требованиям к посадке и остойчивости судна Правил Регистра.

Однако вероятность принимается $s_j = 0$, для любого затопления, вследствие которого:

- во время промежуточной стадии затопления или при спрямлении угол крена более 20° , или угол при котором отверстия входят в воду, через которые происходит распространение воды;
- в конечной стадии затопления входит палуба переборок, включая район расположения затопления отсека или отсеков;
- в конечной стадии затопления угол крена более 12° , и др.

На основании вышеизложенного можно предположить, что коэффициент проницаемости для аварийного грузового отсека, как для случая расчета аварийной остойчивости, так и в определении уровня непотопляемости судна занимает одно из ключевых позиций. Возвратимся к коэффициенту проницаемости для грузовых помещений, включая рефрижераторные, который Правилами Регистра устанавливается равным $\mu = 0,6$. Следует отметить, что горькая практика участия, анализа и разбора аварийных ситуаций транспортных рефрижераторных и рыболовных судов показывает, что коэффициент проницаемости мороженого груза рефрижераторных помещений не всегда отвечает величине, установленной Правилами Регистра.

Проблема заключается в том, что на практике полученная пробоина мгновенно не заделывается и поступившая забортная вода за минуты не откачивается. Необходимы многие часы, чтобы все случившееся проанализировать, мобилизовать людей (это только на берегу при обработке тревог все ретиво бегают и наизусть знают что делать с тем,

чтобы побыстрее все закончить и разойтись по своим личным делам), произвести разведку аварийного отсека, определить место и размеры повреждений, обсудить и принять решение по методу заделки пробоины, определить возможности возникнуть трудности и определить методы и пути их преодоления, приготовить аварийное имущество и подручные средства, приступить к заделке и т.д. Это только малая часть основных положений в процессе борьбы за живучесть судна, требующих не мало времени. Но вы не сможете поставить, например, пластырь на ходу, необходимо погасить ход, определить место и направление дрейфа, позволяют ли глубины встать на якорь и пр. Все эти вопросы безопасной навигации также требует времени.

С получением пробоины, например в трюме, изменение осадки судна в сторону увеличения может прекратиться, если производительность осушительных средств справляется с количеством поступающей воды. Но если по замерам вода продолжает поступать с одновременным осушением аварийного трюма, и осадка судна увеличивается, это подтверждает значительные размеры пробоины. Ни размеры повреждений, ни месторасположение их в загруженном рефрижераторном помещении изнутри не определить. Вы можете только ориентировочно предположить где находится пробоина при условии, если груз пакетированный и есть возможность использовать пространство между палубой и грузом на высоте бимса и проползти к месту предполагаемого повреждения борта. Но это настолько опасно, что оценка вероятного места повреждений не может быть поставлена капитаном на одни весы в стоимость человеческой жизни мирное время. Этот прием настолько же и не реален, поскольку палеты мороженой продукции имеют положительную плавучесть, и последние с поступлением воды будут всплывать и упираться вверх в палубу и выступающие подпалубные балки: бимсы, карлингсы, стрингеры.

С дальнейшим поступлением воды, в поврежденное помещение уже не попасть, т.к. оно будет почти полностью затоплено. Можно предположить, что в скором времени осушительные насосы начнет «срывать» и уровень воды в трюме начнет расти. Это произойдет в тот момент, когда в трюме уже начавшаяся дефростация мороженого груза и повреждение упаковки будут причиной забивания решеток колодцев и клапанов засасывающих трубопроводов. Некоторый оптимизм может придать наличие на борту погружного насоса. Все это происходит за часы, не перевалившие за десяток. Ситуация борьбы за непотопляемость будет стабилизироваться только тогда, когда экипаж сможет поставить пластырь на пробоину, местоположение которой предлагаемыми в литературе инструментальными методами не определено, но установлено на интуитивном уровне. И только когда уровень воды по

замерам в трюме начинает убывать, а это значит, что погружной насос производительностью на порядок меньше стационарных осушительных насосов справляется и откачивает, можно с уверенностью сказать, что пластырь поставлен удачно и правильно.

С появлением возможности осмотреть аварийный трюм изнутри обнаружим, что рефрижераторного груза как такового нет. Есть сплошная масса дефростированного груза, когда-то замороженного в теле до -27°C , в расплывающихся ящиках, частично сохраняющих на плаву первоначальную форму и размеры. Приходится только удивляться скорости дефростации при забортной воде около $+20^{\circ}\text{C}$. В данной ситуации при всем уважении к Правилам Регистра, о коэффициенте проницаемости помещения $\mu = 0,6$ говорить, мягко сказать, не корректно. Анализируя состояние этой «пульпы» из забортной воды, разной по ассортименту рыбы и крафт-картонной упаковки, правильнее говорить о массе с каким-то своим коэффициентом объемного веса и 100% свободной поверхностью. В первом приближении можно предположить, что коэффициент проницаемости может брать равным $\mu = 0,95$, пусть и завышен, но в безопасную сторону. К сожалению, из имеющихся результатов исследования гибели рыболовных судов в последние годы по разным причинам в штормовых условиях, уважаемыми экспертами не принимался во внимание этот факт. На основании вышеизложенного необходимо проведение дальнейших теоретических и лабораторных исследований.

БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СУДОВ СНАБЖЕНИЯ, ОБОРУДОВАННЫХ СИСТЕМАМИ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Петров С. О. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра судовождения, email: sergey_petrov@inbox.ru)

Development of oil and gas resources in the Arctic shelf requires a wide range of complex technological solutions. It is of vital importance to ensure safely and secure operation of oils and gas related vessels, including supply vessels. A platform supply vessel is a ship specially designed to supply offshore oil platforms. The primary function for most of these vessels is transportation of goods and personnel to and from offshore oil platforms and other offshore structures. In the recent years a new generation of Platform Supply Vessel entered the market, usually equipped with Class 1 or Class 2 Dynamic Positioning System.

In order to provide safe operation and to avoid environmental damage, human casualties and financial losses the object of the further research is crucial

that is various aspects of safe operation of supply vessels, equipped with the DP systems.

При проведении морских инженерно-геологических, буровых, трубоукладочных работ, при обеспечении загрузки танкеров нефтепродуктами с плавучих сооружений, морских ледостойких стационарных платформ (МЛСП) для управления положением судна широко применяются средства безъякорного удержания - системы динамического позиционирования (СДП).

СДП является автоматизированным комплексом, включающим в себя энергетическую установку, двигатели и средства активного управления (подруливающие устройства), компьютеризированную систему управления. Система управления обрабатывает непрерывно поступающую информацию от систем ориентации и датчиков, вырабатывает управляющие сигналы в энергоустановку и двигательном-подруливающий комплекс, при помощи которых компенсируется суммарный вектор сил внешнего воздействия на судно (ветра, течений, волнения). Для качественного удержания СДП всегда использует информацию от систем ориентации, работающих на разных физических принципах - гидроакустической, радио-, спутниковой, электромеханической, лазерной и др.

Все более широкий спектр судов оснащаются СДП: от пассажирских, транспортно-буксирных судов до плавучих буровых и нефтегазодобывающих платформ, работающих на глубоководных участках шельфа.

Учитывая перспективы развития добычи углеводородов в Арктике, представляется важным изучение особенностей функционирования систем динамического позиционирования на судах снабжения буровых платформ, от точности и своевременности работы которых зависят многие аспекты деятельности компаний, как экономические так и экологические.

Независимо от вида бурения и типа бурового оборудования к месту проведения работ с материка необходимо доставлять большое количество материалов, топлива, пресной воды, а также рабочих. Причем объем и сроки доставки должны быть согласованы с графиком работы дорогостоящей буровой установки.

Для обеспечения этих перевозок потребовался целый ряд судов снабжения различных типов. Одну из групп образуют суда снабжения морских буровых платформ. Эти суда дедвейтом до 1000 т обеспечивают преимущественно доставку труб, топлива и пресной воды.

Следующую группу составляют суда снабжения дедвейтом от 1000 до 3000 т, дополнительно оснащенные грузоподъемными средст-

вами. Поскольку эти суда используют также для монтажных работ на морских буровых установках, грузоподъемность, вылет и высота подъема их крановых устройств должны быть весьма велики, так как для защиты от волн буровые платформы располагают на большой высоте (до 25 м) над уровнем моря. Эта же группа судов осуществляет снабжение специальных судов, занимающихся укладкой подводных трубопроводов.

Постоянное пополнение труб на судах-трубоукладчиках является задачей крупных судов снабжения. Специальную группу образуют крановые суда. В отличие от обычных плавучих кранов, используемых для перевалки грузов в морских портах, крановые суда могут работать при сильном волнении. Эти суда дедеят до 3000 т предназначены в основном для монтажа морских буровых установок.

В настоящее время в мире насчитывается более 2000 судов снабжения, что убедительно показывает растущее значение судов этого типа.

Учитывая перспективы развития добычи углеводородов на Арктическом континентальном шельфе России, рост числа технических средств, задействованных в этом, важно обеспечить безопасность проведения работ. Аварии на судах данного типа могут вызвать крупные материальные потери, значительные отрицательные экологические последствия и/или создать угрозу здоровью и жизни людей.

Поэтому в дальнейшем исследовании представляется актуальным рассмотреть тему «Безопасная эксплуатация судов снабжения, оснащенных системами динамического позиционирования».

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ НАЦИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВ, ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОРСКИХ НАВИГАЦИОН- НЫХ КАРТ, ПОДОБНЫХ ПРОЕКЦИИ МЕРКАТОРА.

(Теория, изменения приведённых координат морских карт проекции Меркатора и их динамика в национальных морских государств на Земле.)

Санаев А. И. (г. Мурманск, МГТУ), **Санаев Я. М.** (СПбГУТДСЗиП).

Аннотация: Рассмотрены национальные геодезические системы, принимаемые морскими странами для создания своих морских карт.

Краткое содержание: Дано определение астрономических, геодезических и приведённых координат. Рассмотрены принятые морскими странами референц-эллипсоиды и создание геодезических систем морскими государствами. Перспективы уменьшения геодезических систем для морских карт в продольно цилиндрической, равноугольной проекции.

Углубление знаний о морских координатах национальных стран, которые выпускают морские карты в проекции подобной проекции Меркатора.

Море всегда влекло человечество. Возможно, первопричиной был голод, жажда получить новые знания о Земле, заработать больше пропитания, найти районы богатые рыбой, морепродуктами, морским зверем. Возможно, была жажда грабить и эксплуатировать более слабых. Эти районы надо было как-то запомнить. Вначале, видимо, устно передавались из рода в род. Затем стали записывать положение Солнца, Полярной звезды, звезд, Луны, направление и скорость ветра. Вначале использовали гребные плавательные средства, затем стали использовать парусные суда. Многие мореплаватели не возвращались. Иные приходили с хорошим уловом и становились богатыми и знаменитыми. Надо было как-то зафиксировать место, где был богатый улов. Появились какие-то материалы, где был сделан рисунок, описание, приметные мысы, построенные береговые знаки. Появились примитивные карты и описание к ним. Изобрели магнитную стрелку, появился простейший лаг. На этих картах появились примитивные прямоугольные координаты. Земля вначале принималась как плоскость. Эта теория держалась более 1500 лет. Возникла необходимость создания хорошей морской карты на большие районы морских территорий. Когда пришли к тому, что форма Земли сфера, и она имеет математическую формулу, то её спроектировали на плоскость и получили плоскую морскую карту больших территорий. Появилась проекция Меркатора, продольная цилиндрическая, равноугольная проекция. Эта проекция пользуется до сих пор, но форму Земли морские государства, берут для морских карт за сферу, с половиной большой полуоси эллипса. Этот эллипс определённым образом ориентирован в пространстве и взята начальная высота геоида. Получилось во всём мире порядка 170 геодезических систем, которые отличаются на малую величину друг от друга. Морские государства выпускают свои морские карты в своей геодезической системе. США поступило с позиции силы. Оно запустило навигационные спутники Земли, создали и объявили всемирную геодезическую систему ВГС – 84. Кто, желает пользоваться этой прогрессивной системой, пусть использует, предлагаемой ею всемирной системой

ВГС – 84. Это не научный подход, а применение силы и коммерческий подход к данной проблеме.

С морской картой проекции Меркатора, были сделаны великие открытия на морях, океанах и на континентах.

1. Краткий исторический анализ проекций, которые используются в навигации.

А. Продольно цилиндрическая проекция равноугольная Меркатора. Где радиус сферы принят за 1. Средняя широта взята 45° и для этой широты взята длина морской мили. Для современных морских карт различных государств берут радиус сферы, равным половине большой полуоси, принятого эллипса вращения. Иногда, даже принимают свою длину морской мили для своих морских карт. Эта принятая миля отличается от стандартной мили. Проектируют свой эллипс вращения на сферу со своей приведённой широтой. Следовательно, карты масштаба крупнее 1: 500 000 не стыкуются. Уже изменения на морских кортах уже, значительны, и их нужно учитывать. Необходимо вводить поправки, чтобы обезопасить плавание в территориальных и прибрежных водах, когда используются свои национальные карты, со своей геодезической системой, отличной от морских карт другой геодезической системы. Ранее на такие незначительные ошибки не обращали должного внимания даже в территориальных водах другого государства, так как погрешность определения места судна была большая.

Б. Равнопромежуточная. Специальная карта.

В. Равновеликая. Для специального пользования.

Г. Поперечная, цилиндрическая. Используется в геодезии.

Д. Азимутальная проекция для Северного Ледовитого океана,

Е. Проекция Гаусса – Крюгера, которая используется в гидрографии для прибрежного морского промера. На этой проекции создаются гидрографические планшеты с прямоугольными координатами, как на топографических картах.

2. Используемые координаты Земли.

В научной литературе даются географические, астрономические, геодезические, приведённые, спутниковые. Рассмотрим только приведённые координаты, которыми пользуются на морских картах, выпущенным данным государством в своей геодезической системе. Берут большую полуось принятого государством эллипса вращения. Создают сферу. Проектируют на неё эллипс вращения, принятый данным государством. Вводят поправки, пока за широту. Получают приведённые координаты данного государства. Затем эту сферу с приведёнными координатами проектируют на цилиндр, который опоясывает по экватору сферу, ось цилиндра совпадает с осью вращения Земли. Получают продольную цилиндрическую проекцию поверхности Земли от 80°N до 80°S , которая называется проекция Меркатора. На ней локсодромия изображается прямой линией и по ней можно идти постоянным курсом. Кроме того, на карте сохраняется подобие горизонтальных углов измеренных на местности между знаками и проложенными между ними на карте. Величина мили переменная величина, она зависит от широты.

Подобная проекция существует до сих пор. Безусловно, есть и другие проекции.

1. Географические координаты самые простые. Земля в первом приближении, принимается за сферу, и координаты даются для центра сферы. Математическая модель сферы Земли имеется. Ранее считали Землю за плоскость довольно продолжительное время. Для принятой этой сферы даны: Экватор, где широта равна нулю градусов. Нулевой Гринвичский меридиан. От этих линий, экватора и нулевого меридиана, даны определения широты и долготы. Сфера разделена на четыре части, поэтому появились наименования широт и долгот. Если дать широту и долготу и не записать их наименование, то на сфере будет четыре точки. Дадим простейшие определения географическим координатам.

Широта – это угол между экватором и данной точкой, вторая это – расстояние от экватора до данной точке по меридиану в градусной мере. Для северного полушария к широте приписывается наименование N даётся знак + . Широта изменяется от 0^0 до 90^0 . Для южного полушария аналогично, но даётся наименование S и знак (-). Для решения многих задач по навигации имеются математические формула: $РШ = \varphi_2 - \varphi_1$.

Долгота – угол между плоскостью Гринвичского меридиана и плоскостью меридиана данной точки, второе это расстояние по экватору от Гринвичского меридиана до меридиана данной точки в градусной мере. Долгота изменяется от 0 до 180 на восток. Приписывается наименование E и знак (+). Другая долгота изменяется от 0 до 180 на запад. Приписывается наименование W и знак (-). Для решения задач имеется математическая формула: $РД = \lambda_2 - \lambda_1$..

1. Астрономические – определяют место пунктов Земли по звёздам. Расчёт этих координат,

связан с направлением силы тяжести в данной точке. (с отвесом.). Форма Земли в этом случае - геоид, который связан с гравитационным полем Земли. Математической формулы геоида пока нет, но идёт её интенсивное изучение современными методами. Астрономическими, геодезическими, гравитационными и другими работами. Следует отметить, что астрономические координаты находятся в динамике. Точка весеннего равноденствия ежегодно изменяет своё положение на 50,3 дуговых секунды, поэтому ежегодно изменяются астрономические координаты на малые величины, поэтому координаты необходимо приводить к эпохе, когда исторически сравнивают рассчитанные ранее астрономические координаты звёзд древними учёными. Следует отметить, что ось Земли, от направления которой берётся отсчёт координат, изме-

няется. Ось Земли изменяет своё положение, имеется прецессия с периодом 25729 лет и нутация с периодом 18,6 лет. Возможно, имеются ещё другие изменения оси Земли, которые учёные не могут пока обнаружить из-за приборов малой точности. За период 25729 лет ось Земли поочередно бывает в 12 знаках Зодиака. В 2010 году ось Земли подошла довольно близко к Полярной звезде. (не дошла до центра Полярной звезды всего 28 дуговых минут.). Сейчас ось Земли будет удаляться от Полярной звезды к следующему созвездию Зодиака. Можно заключить, что астрономические, земные координаты находятся в динамике и их надо приводить к эпохе, задаваясь точностью получения координат.

Видимо, объём Земли увеличивается. Ежегодно на Землю оседают космические частицы, вес которых достигает ежегодно тысячи тонн. Земля существует, как сообщают астрономы 4,6 миллиардов лет. За это время Земля приобрела солидное количество космического материала.

Нельзя сбрасывать со счёта, что внутреннее ядро Земли имеет 5-6 тысяч градусов и громадное давление. Возможно, идет термоядерная реакция и химические элементы таблицы Менделеева, которые находятся там, имеют другую кристаллическую решетку, имеют большой удельный вес и соответственно имеют большую гравитацию. Само ядро может находиться в электромагнитной ловушке Солнца и Земли и иметь неправильную сферическую форму, поэтому на поверхности Земли такая геоидная высота, которую стали учёные определять и изучать с помощью искусственных спутников Земли. Следует учесть, что центр Земли отдаёт тепло, и когда вещество, уже находясь вдали от центра земного ядра, достигнут такой температуры, при которой кристаллическая решетка будет такая как в таблице Менделеева, то произойдёт расширение вещества. Этот процесс очень медленный, но он идёт многие миллионы и миллиарды лет. Сейчас мы видим, что в срединных хребтах океанов происходят многочисленные извержения подводных вулканов, где идёт интенсивное охлаждение магмы морской водой и расширение Земли. Там , где идет расширение, то материка удаляются. Там где платформы идут навстречу, то происходит подныривание одной платформы под другую, то возникают в этом районе горы и они растут по высоте. Всё это идёт очень медленно, но это происходит на протяжении всего времени существования Земли. Изменение положения горячего жидкого вещества Земли может быть под воздействием слабого электромагнитного поля Земли и Солнца. Под суммарным вектором магнитного поля и электрического поля. На жидкое вещество магмы, на её заряженные частицы, ионы и катионы, будет действовать суммарный, вектор и они очень медленно будут, перемещаться и изменять общий центр тяжести Земли. Эти изменения должны повлиять на изменение

внешнего гравитационного поля Земли на верхней водной и земной поверхностям.

Нельзя сбрасывать со счёта годовое увеличение веса Земли на несколько тысяч тонн, из-за космических частиц, которые оседают на поверхности Земли. Возраст Земли учёные считают порядка 4,6 миллиардов лет, скорость Земли вокруг Солнца равна 29,77 км/с. За такое время Земля прилично увеличила свой вес и объём.

Возможно, надо учитывать и человеческий фактор. Идёт добыча полезных ископаемых, качается нефть и газ из Земли. Создаются большие водохранилища на реках, возводятся на поверхности земли сооружения и так далее. Это тоже может влиять на общий центр Земли. После всего этого можно сказать, что любые координаты Земли находятся в динамике, хотя изменения очень медленные.

Учёные уже начали изучать чёрные дыры нашей галактики, электронные звёзды, карликовые звёзды, большие красные звёзды. Что происходит с гравитацией звёзд. Что такое чёрная материя и так далее.

2. Геодезические – непосредственное измерение на поверхности Земли расстояний, горизонтальных и вертикальных углов с помощью соответствующих приборов. Форму Земли принимают в виде эллипсоида, $X^2/a^2 + Y^2/b^2 = 1$, где большая полуось - a , малая полуось - b и сжатие $\alpha = (a - b) / a$. Эта математическая форма ближе подходит к геоиду Земли. Землю поделили на 60 частей по долготе по 6 градусов и на 22 части по широте, через 4 градуса по широте. Созданы осевые меридианы

Получаются трапеции, для которых создаются геодезические карты различных масштабов. За начальное направление в точке эллипса, в геодезии берётся нормаль к данному принятому эллипсу вращения. Направление отвеса на Земле в этой же точке не совпадает с нормалью принятого эллипса вращения. Особенно в гористой местности. Уже есть попытки принять форму Земли - за трёхосный эллипсоид вращения. Кроме того, исследуя гравитационное поле Земли, М.С Молоденского с 1980 года предложил и был принят квазигеоид, основанный по результатам нивелирования, гравиметрических, астрономических, геодезических и других современных измерений. В соответствии с данной теорией геодезические задачи, в том числе и определение текущих координат навигационных искусственных спутников Земли получили строгое решение. Квазигеоид становится промежуточным звеном для дальнейшего изучения физической поверхности Земли, которая находится в динамике, в связи геологических подвижек платформ континентов и стоит уже учитывать человеческий фактор, при получении полезных ископае-

мых, создания водохранилищ и так далее, всё в динамике. Изменяется центр тяжести Земли.. Это пока не будем рассматривать. Не будем рассматривать и расширение Земли из-за изменения кристаллической решетки самых элементов, составляющих ядро Земли и остывающих этих веществ на внешней части ядра Земли и получения кристаллической решетки такой, какая имеется в химической таблице Менделеева.

3. Приведённые координаты для карт различных морских стран, которые выпускают для своей геодезической системы морские карты. Долготы пока приравниваются географическим долготам, так как поправки слишком маленькие. Широты определяются по формуле:

$$T_{gu} = b/a \cdot T_{gf},$$

- , u – приведённая широта;
- , φ – географическая широта;
- , a – большая полуось;
- , b – малая полуось.

4. Геоцентрическая широта. Используется для координирования мест ИСЗ в космическом пространстве, искусственных спутников Земли. Геоцентрическая широта определяется по формуле: $T_{g\phi}' = b^2/a^2 T_{gf}$, где

- , φ' – геоцентрическая широта;
- , a – большая полуось;
- , b – малая полуось;
- , φ – географическая широта.

Поправки к долготам рассчитываются по более сложным формулам. Они дается в таблице 2.2 на странице 23 у В.Е. Ольховского.»Учёт геометрии земного эллипсоида и геодезической основы морских карт при решении задач современной навигации.» Мурманск. 1997г. МГТУ.

3. Геодезические системы морских государств (геодезические даты).

Рассмотрим кратко, как создаются геодезические системы государств (геодезические даты), которые выпускают морские карты на своей геодезической основе.

Для этого необходимо:

- а. Выбрать два исходных пункта данного государства.
- б. Определить астрономические координаты данных пунктов и азимут с первого на другой астрономический пункт.

в. Геодезические координаты исходного пункта и дополнительного пункта должны быть, равны астрономическим координатам, а астрономический азимут должен быть равен геодезическому азимуту. (дирекционному углу.)

г. Ориентирование самого эллипса вращения должно выполняться при условии минимума суммы квадратов уклонений отвесных линий геоида и нормали эллипса вращения, или при условии минимума суммы квадратов превышений геоида над эллипсом вращения. В современных условиях, зная мировую карту геоидной высоты земного геоида, такую задачу возможно решить.

д. Высота геоида должна быть в точке исходного пункта равна по высоте касательной плоскости принятого эллипса вращения. Эти координаты ближе подходят к координатам поверхности геоида для данной страны.

Рассмотрим приведённые координаты, которые применяются на морских навигационных картах различных государств, и координаты относятся к одному центру сферы.

Приведённые – берётся большая полуось, принятого государством эллипса вращения и создаётся сфера радиусом, равным большой полуоси. Затем координаты пунктов эллипса вращения проектируются на созданную данным государством сферу и получают приведённые координаты. По формуле $Tgu = b/aTg\varphi$,

где u – приведённая широта;

a – большая полуось эллипса вращения данного морского государства;

b – малая полуось эллипса вращения данного морского государства;

φ – географическая широта.

Формулы приведённой долготы в картографических таблицах (Управление начальника гидрографической службы военно-морского флота, 1957 г.) пока нет. Поправки из-за малости этих величин в этих таблицах не приведены.

Пока, обычно, исправляются только широты и называются приведёнными. Поправки к долготам довольно малы и пока их не вводят. Имея созданную сферу с приведёнными координатами её проектирую на цилиндр, и получают продольно-цилиндрическую проекцию, подобную проекции Меркатора. Морские навигационные карты охватывают пояс Земли от $80^{\circ}N$ до $75^{\circ}S$ и имеют небольшие отличия друг от друга. Эти небольшие поправки должны учитываться при работе в территориальных и прибрежных водах других стран, если пользуются своими национальными навигационными, морскими картами. Кроме того, необходимо брать длину одной мили для широты 40° для этих морских карт, а не 45° , так как морские карты охватывают только пояс Земли.

5. Геодезические эллипсоиды вращения Земли.

Приведём, наиболее распространённые системы геодезических координат и соответствующих им эллипсов вращения.

№п.п. Система координат Эллипсоид Большая полуось Сжатие
Смещение от центра эллипсоида

a, m, α WGS-72 по осям X, Y, Z., м.

$\Delta X \Delta Y \Delta Z$

1 Всемирная геодезическая WGS-72 6378195 1:298,26 0 0

1972 г. (ВГС-72)

2 Всемирная геодезическая WGS-84 6378137 1:298,26 0 0 +4,5

1984 г. (ВГС-84)

3 Пулковская система Красовского 6378245 1: 298,3 -28 +135 +89
координат 1942 г. (1940 г.)

4 Североамериканская Кларка 6378206 1: 294,98 -22 +157 +176
система координат 1927г.

(NAD – 27)

5 Североамериканская GRS – 80 6378137 1: 298,26 0 0 +4,5

система координат 1983г.

(NAD – 83)

6 Европейская система Хейфорда 6378388 1: 297,00 -84 -103 -127
координат (1910г.)

7 Токийская система Бесселя 6377397 1: 299,15 -140 +516 +673

Для данных эллипсов вращения используются две системы координат для навигационных искусственных спутников.

1. Геоцентрическая постоянная Гринвичская прямоугольная сферическая система координат X, Y, Z.

Начало её располагается в центре тяжести Земли. Где ось X направлена на точку пересечения начального Гринвичского меридиана с экватором. Ось Y на восток, а ось Z совпадает с осью вращения Земли и направлена на Полярную звезду.

2. Геоцентрическая переменная прямоугольная экваториальная система координат X, Y, Z. Ось X учитывает годовое изменение направления точки весеннего равноденствия в $50,3''$, так как ось Y направлена на точку весеннего равноденствия. Остальные оси подобны первой системе.

Приведём ещё список эллипсов вращения Земли. Эти эллипсы вращения используются реже.

№п.п. Год Система координат Большая полуось Сжатие Государства
 $a, m \alpha$

1 1800 Делабр 6375653 1:334,0

2 1819 Вакльбек 6376896 1:302,8

3 1830 Эри 6377491 1:299,3 Англия

4 1841 Бесселя 6377397 1:299,153 17 государств

5 1880 Кларка 2 6378249 1:300 Дания

6 1893 Жданов 6377714 1:299,6

- 7 - Ламберта - - 11 государств
- 8 - Хатта - - Греция
- 9 - Гельмберга - - Египет
- 10 - Эверест 6377272 - Индия
- 11 - Струве - - Испания
- 12 1969 Стандартная Земля 2 6378145 1:298,25 СНС «Транзит»
- 13 1990 ПЗ-90 6378136 1:298,257 СНС «Глонасс»

Исследуя принятые эллипсы вращения в количестве 20 и количества геодезических систем морских государств, в количестве 170. 170 геодезических национальных систем, существование их, нужно признать. Это гордость национальной науки в геодезии. На этих геодезических системах законно издавать любые карты данного государства и их территориальные воды, они будут самые точные для этого государства. Анализируя всё, то приходим к выводу, что можно существенно сократить количество геодезических систем и в первую очередь для морских карт открытого моря и океанов.

Необходимо, для современных условий рассмотреть площади самых больших морских стран и сравнить эти площади с площадями океанов. Указать, что океанами могут пользоваться в одинаковой степени все государства мирового сообщества. Этот принцип надо положить в основу создания морских карт. Тем более, что уже выпущена карта-схема с геоидной высотой всей Земли. Следовательно, можно учесть гравитацию Земли для океанов. Ранее гравитацию Земли только учитывали на поверхности Земли.

«СНА GP - 500» имеет программы для перехода от ВГС –84 к различным геодезическим основам морских карт. (В.Е.Ольховский, В.Я.Сарлаев. Учёт геометрии земного эллипсоида и геодезической основы морских карт при решении задач современной навигации. Мурманск. 1997г.66с.) На странице-48.

Площади самых больших территорий морских стран:

1. СССР - 22,4 миллиона км²
2. Канада - 9,98 «
3. Китай - 9,6 «
- 4.США - 9,3 « совместно с Аляской.
- 5.Франция - 0,55 «
- 6 Италия - 0.30 «
- 7 Англия - 0,13 «
- 8 Германия- не указана.

Франция, Италия, Англия и Германия, хотя имеют не большие территории, но наука по геодезии была и есть на высоком уровне.

Площади океанов:

1. Тихий океан - 178,66 миллионов км² 49,5%
 2. Атлантический океан - 91,66 « 25,3
 3. Индийский океан - 76,66 « 21,1
 4. Северный Ледовитый океан. -14,79 « 4,1
- Итого - 361,3 « 100%

Данные, о площадях океанов, взяты для эллипсоида вращения Хейфорда, который в 1924 году был принят за всемирный эллипс, по настоянию США.

Поверхность Земли составляет 148,8 миллионов км². Вся поверхность Земли для эллипсоида Хейфорда составляет - 510,1 миллионов км². Морская поверхность – 361,3 миллионов км².

Анализируя площади поверхности морских стран и океанов, можем сделать вывод, что для создания морских карт вполне достаточно иметь три геодезические системы (геодезические даты) океанов Тихого, Атлантического и Индийского. Океаны не зависят, от какого либо государства, на Земле. Все государства пользуются одинаковыми правами в использовании морскими путями. Среднюю широту необходимо для этих карт взять равную 40⁰ и для этой широты взять длину одной морской мили, так как морские карты, проекции подобной Меркатора, изображают водную поверхность от широты $\varphi = 0^0$ до широты 80⁰ как, северного так и южного полушария.

Геоидная высота океанов указана на современной карте-схеме. Следовательно, может быть учтена гравитация Земли. Тем более легко можно провести современные геодезические и градусные исследования трёх океанов, создать эллипсы вращения для трёх океанов и принять три геодезические системы для основы морских карт. Тогда морские карты для каждого океана будут в одной системе, что повысит безопасность судоходства, особенно в прибрежных и территориальных водах. Даже можно учесть разный прогиб поверхности Земли на полюсах и водяные холмы и впадины, которые указаны на карте-схеме геоидных высот поверхности водной поверхности. Это можно в первую очередь учесть для навигационных карт всех морских государств. Это решение будет согласно научным исследованиям, а не с позиции силы развитых и сильных государств.

Был доклад о создании эллипса вращения Атлантического океана для морских карт данного океана. Был взят принцип площади океанов и их гравитация данного океана. Определяется средняя высота океана и предложены градусные измерения по меридиану от Гренландии до Антарктиды и по экватору от Африки до Южной Америки. На концах меридиана устанавливаются по два астрономических пункта,

чтобы ориентировать эллипс вращения океана. На концах экватора океана также для контроля должны быть установлены и проделаны астрономические наблюдения. Кроме того, что морские карты выпускаются для пояса Земли от 0^0 до 80^0 , то среднюю широту для морских карт необходимо принять равной 40^0 . Это научный подход к данной проблеме.

Следует обратить внимание на официальные документы, где даются координаты береговых пунктов береговой линии государств. Координаты даются с различной степенью точности, но ни одна морская страна не сообщала о своей геодезической системе. Анализируя эти документы. (записать все имеющиеся у меня документы. Законодательные акты зарубежных стран, законодательные акты, и другие законы.)

Зарубежные государства, когда давали Извещения мореплавателям, то координаты морской береговой черты указывали без указания геодезической системы своего государства. Геодезические системы морских стран разные и их количество порядка 170 вариантов, поэтому морские карты проекции Меркатора имеют по отношению друг к другу кое-какие различия. Эти различия надо учитывать при плавании в территориальных водах. Надо брать морские карты той страны, которой принадлежат территориальные воды, чтобы не было аварийной ситуации из-за подводных препятствий, которые могут быть нанесены на других картах других государств не так точно.

Литература:

1. **Лазарев Г.Е., Самошкин Е.М.** Основы высшей геодезии: Учеб. пособие для техникумов. – М., Недра, 1980. – с.424.
2. **Изотов А.А., Зубинский В.И., Макаренко Н.Л., Микиша А.М.** Основы спутниковой геодезии: - М., Недра 1974. – с.320.
3. **Павлова А.В.** Морские навигационные карты. Издательство Ленинградского университета. 1961.с. 180.
4. **Богданов К.А.** Морская картография. Часть 1. Советские морские навигационные карты, их история и описание. Изд. ГУ ВМС. 1954. с 130.
5. **Трегубов И.С.** Морские карты и геодезические системы координат при определении места судна с помощью РНС «Лоран – С» // Безопасность мореплавания и промысла. – М. : Транспорт. 1990. – Вып . 4. (147). – с. 30-39.
6. **Ольховский В.Е., Сарлаев В.Я.** Учёт геометрии земного эллипсоида и геодезической основы морских карт при решении задач современной навигации: Учеб. пособие по дисциплине «Навигация» для спец.240200 «Судовождение». - Мурманск, 1997, - 66 с.

7. **Санаев А. И.** Унификация геодезической основы морских навигационных карт. (МГТУ, кафедра судовождения).

8. **Санаев А. И.,** и др. Обоснование референц-эллипсоида Атлантического океана для морских навигационных карт. (МГТУ, кафедра судовождения).

9. **Ющенко А.П.** Картографические таблицы. Управление начальника ГС ВМФ. 1957. – с.314.

10. **Матусевич Н.Н.** Справочник штурмана по математике. Выпуск 1. Элементарная математика начала высшей математики. ГУ ВМС. 1948. – с.356.

**ДЕЛЕНИЕ ЕВРОПА И АФРИКА.
СПРАВЕДЛИВОЕ АНАЛИТИЧЕСКОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ
ДНА АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА МЕЖДУ МАТЕРИКОМ
ЕВРОПА И МАТЕРИКОМ АФРИКА**

Санаев А. И. (г. Мурманск, МГТУ), **Санаев Я. М.** (СПбГУТДСЗиП).

Приводится аналитическая теория справедливого деления дна Атлантического океана на морских навигационных картах с учётом всемирных морских законов.

Краткое содержание:

Берётся морская навигационная карта №90060, издания 1989 года, масштаба

1 : 20 000000. выбирается береговой пункт материка Европа береговой и пункт материка Африка. После чего приводятся формулы сферической тригонометрии для справедливого аналитического деления дна Атлантического океана между материками на морской навигационной карте. Координаты взяты приведённые и единая геодезическая система координат.

Проблема очень сложная. Делается попытка предложить справедливое решение деления дна океана на основе существующих морских законов, морской навигационной карты и формул сферической тригонометрии.

Имея морскую навигационную карту №90060, издания 1989 г. На этой карте выбрал самую западную береговую точку №6 континента Европа с координатами $\varphi_6 = 43,0^0 \text{ N}$,

$\lambda_6 = 09,2^0 \text{ W}$ и аналогично точку №10 континента Африка с координатами $\varphi_{10} = 21,0^0 \text{ N}$,

$\lambda_{10} = 17,3^0$ W. Графически снял координаты этих точек с точностью до 0,1 градуса. Можно на этой карты выбрать и другие пары береговых знаков континентов. и определить равноудалённую линию дна океана, которая устроит оба континента уже по согласованию сторон этих континентов

Выбранные координаты посчитал, как постоянные величины, для проверки дальнейшего аналитического расчёта на морских навигационных картах справедливого деления дна океана. Точки №6 и №10 соединил ортодромией и приступил к справедливому аналитическому расчёту координат срединной линии между континентами. При этом учитывались морские законы Женевских конвенций по морскому праву 1958 года и конвенций ООН по морскому праву от 30 апреля 1982 года. Таких пар береговых пунктов, можно взять несколько вариантов. Остановимся на координатах двух береговых пунктов континентов №6 и №10 для выполнения и рассмотрения данной справедливой, аналитической теории. Эта теория учитывает существующие в настоящее время морские законы.

Аналитический расчёт производится для морской карты, где используются приведённые координаты и единая геодезическая система координат для обоих континентов. Для аналитического расчёта равноудалённой линии от двух континентов, взяты формулы сферической тригонометрии для сферы. Расчёты даны в градусной мере, и точность расчёта берётся до 9 знака после запятой, затем идёт округление последних данных до 6 знака после запятой. Приведём эти формулы.

1. Определяем ортодромическое расстояние между точками №6 и №10 по формуле.

$$\text{Cos}D = \text{Sin}\varphi_6 \cdot \text{Sin}\varphi_{10} + \text{Cos}\varphi_6 \cdot \text{Cos}\varphi_{10} \cdot \text{Cos}(\lambda_{10} - \lambda_6) \quad 1.$$

2. Определяем половину расстояния.

$$S = D / 2 \quad 2.$$

3. Рассчитываем ортодромические направления A_{6-10} и A_{10-6} по формулам .

$$\text{Tg}A_{6-10} = \text{Sin}(\lambda_{10} - \lambda_6) / [\text{Tg}\varphi_{10} \cdot \text{Cos}\varphi_6 - \text{Sin}\varphi_6 \cdot \text{Cos}(\lambda_{10} - \lambda_6)] \quad 3.$$

$$\text{Tg}A_{10-6} = \text{Sin}(\lambda_{10} - \lambda_6) / [\text{Sin}\varphi_{10} \cdot \text{Cos}(\lambda_{10} - \lambda_6) - \text{Tg}\varphi_6 \cdot \text{Cos}\varphi_{10}] \quad 4.$$

После этих расчётов можно определить координаты середины точки ортодромии между береговыми пунктами №6 и №10, чтобы от этой точки начать дальнейшие определения границы дна Атлантического океаны между этими материками

Определяем точку середины дважды, как от точки №6, так и от точки №10, чтобы был хороший контроль расчётов, по следующим аналитическим формулам сферической тригонометрии.

От точки №6.

$$\text{Sin}\varphi_{с.6} = \text{Sin}\varphi_6 \cdot \text{Cos}S + \text{Cos}\varphi_6 \cdot \text{Sin}S \cdot \text{Cos}A_{6-10} \quad 5.$$

$$\text{Tg}\Delta\lambda_{с.6} = \text{Tg}S \cdot \text{Sin}A_{6-10} / (\text{Cos}\varphi_6 - \text{Tg}S \cdot \text{Sin}\varphi_6 \cdot \text{Cos}A_{6-10}) \quad 6.$$

$$\lambda_{с.6} = \lambda_6 + \Delta\lambda_{с.6} \quad 7.$$

Аналогично, производим расчёт средней точки ортодромии №6 - №10 от береговой точки №10, материка Африка по формулам:

$$\text{Sin}\varphi_{с.10} = \text{Sin}\varphi_6 \cdot \text{Cos}S + \text{Cos}\varphi_6 \cdot \text{Sin}S \cdot \text{Cos}A_{10-6} \quad 8.$$

$$\text{Tg}\Delta\lambda_{с.10} = \text{Tg}S \cdot \text{Sin}A_{10-6} / (\text{Tg}S \cdot \text{Sin}\varphi_{10} \cdot \text{Cos}A_{10-6}) \quad 9.$$

$$\lambda_{с.10} = \lambda_{10} + \Delta\lambda_{с.10} \quad 10.$$

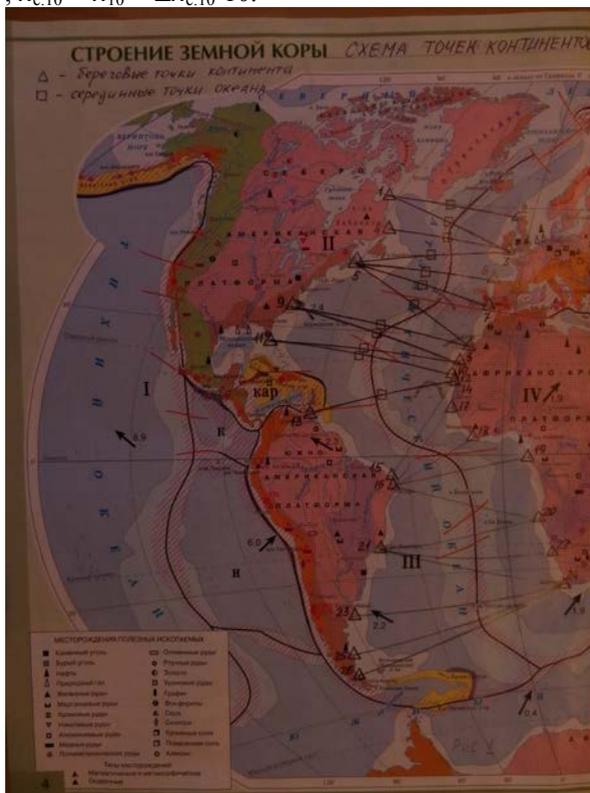


Рис.1.

Координаты точек середины сравниваются, и они должны совпадать до шестого знака после запятой, результат даётся в градусной мере.

После этих предварительных данных, приступаем к справедливому делению дна океана между материками. Определяем нормаль ортодромии №6 - №10 в сторону океана. Имея координаты средней точки

ортодромии и координаты точки №6, рассчитываем ортодромическое направление от средней точки ортодромии до точки №6 по формуле 3.

К полученному ортодромическому направлению средняя точка - №6 надо добавить или вычесть 90^0 , чтобы направление было в сторону океана. Имея координаты средней точки, и ортодромическое направление нормали, можем рассчитать текущие координаты

(φ_T, λ_T) нормали через 24 морские мили и доказать, что это будет равноудалённая линия от двух береговых точек континентов, что согласуется с морскими законами.

Текущие координаты равноудалённой линии определяются по формулам:

$$\text{Sin}\varphi_T = \text{Sin}\varphi_{c.6} \cdot \text{Cos}(I \cdot \Delta S) + \text{Cos}\varphi_{c.6} \cdot \text{Cos}A_{cp-6} \cdot \text{Sin}(I \cdot \Delta S) \quad 11.$$

$$\text{Tg}\Delta\lambda_T = \text{Sin}A_{cp-6} \cdot \text{Sin}(I \cdot \Delta S) / [\text{Cos}\varphi_{c.6} \cdot \text{Cos}(I \cdot \Delta S) - \text{Sin}\varphi_{c.6} \cdot \text{Cos}A_{cp-6} \cdot \text{Sin}(I \cdot \Delta S)] \quad 12.$$

$$\lambda_T = \lambda_{c.6} + \Delta\lambda_T \quad 13., \text{ где}$$

φ_T, λ_T – текущие координаты нормали, равноудалённой линии:

$\varphi_{c.6}$ – широта точки №6;

$I = 1, 2, 3, \dots, n$ – количество точек на нормали;

A_{cp-6} – ортодромическое направление нормали в сторону океана от средней точки изолинии №6 - №10.

Аналогичным способом рассчитываются текущие координаты равноудалённой линии от материка Африка, от точки №10. текущие координаты от этих точек сравниваются. Точность этих координат должна не ниже точности, δ знака после запятой.

Для доказательства, что это линия равноудалённая от береговых точек №6 и 10, рассмотрим два прямоугольных сферических треугольника на изолиниях №6 и №10 и нормали, проведённой из средней точки в сторону океана. Получаются два текущих прямоугольных сферических треугольника, где два катета на линии №6 - №10 равны, так как взята середина этой линии, а второй текущий катет общий. Косинус гипотенузы прямоугольного сферического треугольника равен произведению косинусов катетов. Катеты этого текущего сферического прямоугольного треугольника равны. Следовательно, гипотенузы этих двух текущих прямоугольных треугольников равны. Поэтому рассчитанная нормаль будет равноудалённой от точек №6 и №10 и является срединной линией дна океана между континентами Европой и Африкой. Это согласуется с принятыми морскими законами. Для расчёта океанского дна Атлантического океана между странами континента ООН нужно будет принять дополнительные законы и рассмотреть справедливую аналитическую теорию деления дна Атлантического океана.

Литература:

1. **Лазарев Г.Е., Самошкин Е.М.** Основы высшей геодезии. Учеб. пособие для техникумов. – М., Недра, 1980. – с.424.
2. **Павлова А.В.** Морские навигационные карты. Ленинградский государственный университет им. А.А Жданова. 1961. – с.180.
3. **Ольховский В.Е., Сарлаев В.Я.** Учёт геометрии земного эллипсоида и геодезической основы морских карт при решении задач современной навигации: Учеб. пособие по дисциплине «Навигация» для спец.240200 «Судовождение». – Мурманск, 1997. – с.66.-
4. (Гос., комитет Рос. Федерации по рыболовству).
5. **Куликов К.А.** Вращение Земли. – М., Недра. 1985. – с. 159.
6. **Матусевич Н.Н., Холодняк А.И.** Справочник штурмана по математике. Выпуск 1. Элементарная математика начала высшей математики. – Л. Гидрографическое управление ВМС. – с.356.
7. **Ющенко А.П., Яшкевич В.С.** Картографические таблицы. – Л. ГУВМС. – с. 314.

ДЕЛЕНИЕ ДНА АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА

Санаев А. И. (*г. Мурманск, МГТУ*), **Санаев Я. М.** (*СПбГУТДСЗиП*).

Аннотация: Дана аналитическая теория расчёта срединных точек дна Атлантического океана. Учтены международные морские законы.

Краткое содержание:

Справедливая аналитическая теория определения срединных точек дна Атлантического океана на морских картах навигационных картах в продольной, равноугольной проекции. В данных картах используются приведённые координаты и основа этих карт сфера с определённым радиусом. Поэтому для аналитического расчёта применяются формулы сферической тригонометрии. Основной навигационной линией на морских картах в этой аналитической теории является ортодромия.

Имеются Женевские конвенции по морскому праву 1958 года. Конвенция, ООН по морскому праву – разработана и принята 30 апреля 1982 года. 111 Конференцией ООН по морскому праву. На 10 декабря 1984 года число подписей аналитическая теория под конвенцией составило 159. СССР подписал конвенцию 10 декабря 1982 года.

Используя эти морские законы, предлагается аналитическая справедливая, теория расчёта срединных точек дна Атлантического океана между континентами. С одной стороны Европа – Африка, с дру-

гой Северная Америка - Южная Америка, для пояса Земли от 80° северной широты и примерно до 75° южной широты. Используются морские карты в продольной, равноугольной цилиндрической проекции. Подобной проекции Меркатора, который в 1569 году взял Землю за сферу, вокруг экватора расположил цилиндр, который касался земного экватора. Ось этого цилиндра совпадала с осью вращения Земли, и спроектировал меридианы и параллели на цилиндр. Получилась продольная, равноугольная проекция Земли. Она охватывала пояс Земли от 80° северной широты, до 80° южной широты. Цилиндр, был разрезан по 180 меридиану, и развёрнут. Получилась плоская карта Земли, с помощью которой происходили великие географические открытия в океанах и на континентах в течение почти 250 лет. После того, как в 1800 году доказали, что Земля сжата. Она имеет форму эллипса вращения. На ней стали использовать геодезические координаты, а на морских картах стали использовать приведённые координаты. Эллипс вращения с геодезическими координатами проектировали на сферу с радиусом равным половине большой полуоси эллипса вращения. Так появились приведённые координаты. Геодезические национальные системы координат для морских карт. Для данного государства это самые точные морские карты территориальных вод данной страны. Этих систем на данный момент насчитывается порядка 170. Эллипсов вращения принято порядка 20.

Необходимые условия:

1. Аналитические расчёты производить для морской навигационной карты в проекции подобной проекции Меркатора.
2. Иметь единую геодезическую систему для Атлантического океана. Желательно иметь навигационную спутниковую систему «Навстар – GPS». Систему координат ВГС-84, или НСС «Глонасс». Система координат для эллипсоида вращения
3. «ПС-90».
4. Использовать приведённые навигационные координаты и формулы сферической
5. тригонометрии.
6. Снять графически координаты мысов всех четырёх континентов с морской карты
7. №90066, масштаба 1 : 20 000000. 1989 г. считать их постоянными, для исследования аналитической теории расчёта срединных точек дна Атлантического океана.
8. Желательно, произвести расчёт срединных точек дна океана в двух геодезических системах, с применением формул сферической тригонометрии. Такое решение, с научной точки зрения, будет справедливым.

9. Координаты, приведённые с указанием геодезической системы карты. В настоящее время желательно использовать радионавигационную систему СНС «Навстар» и СНС «Глонасс», а также их геодезические системы, так как только США и Россия первые запустили навигационные спутники.

Начиная с Римской империи деление Средиземного моря, было с позиции силы. На море происходили жестокие морские сражения. В дальнейшем происходило деление океанов, также с позиции силы. Примером могут служить морские битвы между Испанией и Англией и пиратство, которое иногда тайно было поддержано некоторыми правительствами. За господство над океанами с позиции силы также вели морские страны как Португалия, Голландия, Франция, Италия и другие. К чему всё это привело, люди, которые изучают всемирную историю морских сражений, об этом знают.

Предлагается справедливая теория деления дна Атлантического океана, используя уже имеющиеся морские всеобщие законы. Уже используется дно океанов для добычи нефти, газа и других полезных ископаемых. Этот процесс будет расширяться и совершенствоваться. В перспективе будут создаваться подводные автоматические заводы для добычи в определённых морских районах полезных ископаемых, находящихся на дне океанов, а в дальнейшем и под дном океанов.

Поэтому справедливое деление дна океана между странами становится важной проблемой, которое надо начать решать, используя уже имеющиеся морские законы.

Приведём список координат береговых пунктов, находящихся на мысах континентов, снятых графическим способом с навигационной российской карты №90066, масштаба

1:20 000000, издания 1989 года. Эти пункты нужны для создания ортодромических линий между континентами и для подтверждения аналитической теории, определения срединных точек дна Атлантического океана.

Ортодромические линии между материковыми пунктами.

Континенты Северная и Южная Америки. Континенты Европа и Африка.

№ Широта. Долгота. № Широта. Долгота.

М. Сев. Лабрадор 1. 60,3⁰ 64,2⁰ М. Сев. Англии 2. 58,2⁰ 05,7⁰

М. Вост. Лабрадор 4. 52,2 55,7 М. Юг. Англии 3. 50,0 05,6

М. вост. Гринвуд 5. 45,3 61,0 М. Юг. Англии 3. 50,0 05,6

М. Вост. Гринвуд 5. 45,3 61,0 М. Сев. Испании 6. 43,0 09,2

М. Вост. Гринвуд 5. 45,3 61,0 М. Лиссабон 7. 38,5 09,5.

М. Вост. Гринвуд 5. 45,3 61,0 М. Эль-Аюн 8. 27,6 13,2

М. Вост. Норфолк 9. 35,5 75,8 М. Зап. Нуадибу 10 21,0 17,3
 Майями 11. 27,0 79,9 М. Зап. Нуадибу 10 21,0 17,3
 Майями 11. 27,0 79,9 Дакар 12 14,8 17,4
 Порт-Оф-Спейн 13. 10,5 62,0 Бисау 14. 11,8 17,0
 Натал 15. 05,4 S. 35,2 W Бисау 14. 11,8 17,0
 М. Кабу Бранку 16. 07,2 S 34,7 W Фритаун 17. 08,5 13,0
 М. Кабу Бранку 16. 07,2 S 34,7 W Сасандра 18. 04,5 07,5
 М. Кабу Бранку 16. 07,2 S 34,7 Порт-Жантиль 19. 00,7 S 08,7 E
 М. Кабу Бранку 16. 07,2 S 34,7 W 20. 17,7 S 11,8 E
 Рио-де-Жанейро 21. 22,0 41,2 20. 17,7 11,8
 Рио-де-Жанейро 21. 22,0 41,2 22. 27,0 15,2
 Рио-де-Жанейро 21. 22,0 41,2 Кейптаун 24. 34,2 18,2
 Мар-дель- Плата 23. 38,0 58,0 Кейптаун 24. 34,2 18,2
 25. 47,8 65,8 Кейптаун 24 34,2 18,2
 Рио-Гальегос 26. 52,3 68,5 Кейптаун 24. 34,2 18,2

Рис. 1.

Все, указанные береговые пункты определённым образом соединены между собой навигационными линиями – ортодромией. Получены текущие сферические треугольники и просто ортодромические линии, которые покрывают Атлантический океан от широты примерно 60° северной широты до 55° южной широты. Используются формулы сферической тригонометрии и рассчитываются срединные точки дна океана как от одного континента, так и от другого. Координаты этих срединных точек сравниваются, и подтверждается аналитическая, справедливая теория разделения дна Атлантического океана. Точки находятся на одинаковом расстоянии от континентов. Это соответствует существующим всемирным морским законам.

Использованы следующие формулы сферической тригонометрии для определения координат средней точки между противоположными береговыми пунктами континентов между точкой 1 и точкой 2, координаты которых известны.

1. $\text{Cos}D = \text{Sin}\varphi_1 \cdot \text{Sin}\varphi_2 + \text{Cos}\varphi_1 \cdot \text{Cos}\varphi_2 \cdot \text{Cos}(\lambda_2 - \lambda_1)$.
2. $S = D/2$.
3. $\text{Tg}A_{1-2} = \text{Sin}(\lambda_2 - \lambda_1) / [\text{Tg}\varphi_2 \cdot \text{Cos}\varphi_1 - \text{Sin}\varphi_1 \cdot \text{Cos}(\lambda_2 - \lambda_1)]$.
4. $\text{Tg}A_{2-1} = \text{Sin}(\lambda_2 - \lambda_1) / [\text{Sin}\varphi_2 \cdot \text{Cos}(\lambda_2 - \lambda_1) - \text{Tg}\varphi_1 \cdot \text{Cos}\varphi_2]$.

Расчёт координат средней точки ортодромии между береговыми пунктами континентов.

От первой точки 1.

5. $\text{Sin}\varphi_{c1} = \text{Sin}\varphi_1 \cdot \text{Cos}S + \text{Cos}\varphi_1 \cdot \text{Sin}S \cdot \text{Cos}A_{1-2}$.
6. $\text{Tg}\Delta\lambda_{c1} = \text{Tg}S \cdot \text{Sin}A_{1-2} / (\text{Cos}\varphi_1 - \text{Tg}S \cdot \text{Sin}\varphi_1 \cdot \text{Cos}A_{1-2})$.

$$7., \lambda_{c1} = \lambda_1 + \Delta\lambda_{c1} .$$

Для контроля рассчитываются координаты той же средней точки, но от второй береговой точки. Сходимость результатов координат срединной точки до шестой после запятой, является залогом правильных аналитических расчётов.

Формулы для расчёта координат той же срединной точки от второй береговой точки.

$$8. \operatorname{Sin}\varphi_{c2} = \operatorname{Sin}\varphi_2 \cdot \operatorname{Cos}S + \operatorname{Cos}\varphi_2 \cdot \operatorname{Sin}S \cdot \operatorname{Cos}A_{2-1} .$$

$$9. \operatorname{Tg}\Delta\lambda_{c2} = \operatorname{Tg}S \cdot \operatorname{Sin}A_{2-1} / (\operatorname{Tg}S \cdot \operatorname{Sin}A_{2-1} \cdot \operatorname{Cos}A_{2-1} - \operatorname{Cos}\varphi_2) .$$

$$10., \lambda_{c2} = \lambda_2 + \Delta\lambda_{c2} .$$

С помощью, приведённых формул, и ортодромии, соединяющие точки континентов рассчитываются срединные точки дна Атлантического океана. Расчёт этих точек ведётся дважды, как от одного континента, так и от другого. Результаты сравниваются, что является контролем аналитическим расчётам. Точность расчётов зависит от ортодромического направления линии, соединяющей береговые точки континентов. В основном точность бралась до 9 знака после запятой.

Для функций направлений синуса и тангенса в районе $0^0 - 0^040'$ и $180^0 - 180^040'$ точность функций брать до 12-18 знаков после запятой.

Для направлений от $0^050' - 5^050'$ и $180^050' - 185^050'$ точность брать до 12 знаков после запятой.

Для функции косинуса точность 12-18 знаков после запятой для направлений $90^0 - 90^040'$ и $270^0 - 270^040'$.

Для направлений $90^050' - 95^050'$ и $270^050' - 275^050'$ точность брать до 12 знаков после запятой.

Точки Атлантического океана

Список координат береговых пунктов и срединных точек дна Атлантического океана.

№ φ_N λ_W срединные точки № φ λ срединные точки ПП

, φ_N λ_W φ_N λ_W

1. 60,3⁰ 64,2⁰ 62,563562⁰ 33,961552⁰ 2, 58,2⁰ 05,7⁰ 62,563562⁰ 33,961552⁰ 1.
4. 52,2 55,7 58,655564 30,745586 3. 50,0 05,6 58,665564 30,745586 2.
5. 45,3 61,0 51,087579 34,654037 3. 50,0 05,6 51,087578 34,654037 3.
5. 45,3 61,0 47,178925 34,557861 6. 43,0 09,2 47,178925 34,557861 4.
5. 45,3 61,0 45,017838 33,655906 7. 38,7 09,2 45,017838 33,655906 5.
5. 45,3 61,0 38,897883 34,182593 8. 27,6 13,2 38,897882 34,182593 6.
9. 35,5 75,8 35,691462 43,023376 8. 27,6 13,2 35,691462 43,023376 7.
11. 27,1 79,9 27,575129 47,771690 10. 21,0 17,3 27,575129 47,771690 8.

11. 27,1 79,9 12. 14,8 17,4 9.

13. 10,5 62,0 14. 11,8 17,0 10.

15 05,4S 35,2 14. 11.8 17,0 11.

16. 07,2 34,7 17. 08,5 13,0 12.

16. 07,2 34,7 18. 04,5 07,5 13.

16, 07,2 34,7 19. 00,7 S 08,7 E 14.

16. 07,2 34,7 20. 17,7 11,8 15.

21. 22,0 41,2 20. 17,7 11,8 16.

21. 22,0 41,2 22. 27,0 15,2 17.

21. 22,0 41,2 24. 34,2 18,2 18.

23. 38,0 58,0 24. 34,2 18,2 19.

25. 47,8 65,8 24. 34,2 18,2 20.

26. 52,3 68,5 24. 34,2 18,2 21.

Аналитическая теория расчёта срединных точек дна Атлантического проверена для восьми изолиний, которые соединяли береговые точки континентов. Результаты отличные.

Теперь предложим аналитическую теорию. Предложим расчёт координат срединной линии дна Атлантического океана через 24 морские мили. На этом максимальном расстоянии могут быть береговые точки морских береговых точек государств, кроме побережья Норвегии.

Для этого необходимо сделать следующее:

1. Берём изолинии №1 - №2, где уже рассчитаны координаты средней точки и определяем направление нормали к этой от этой точки. Берём направление в сторону севера. Взяв это направления, рассчитываем текущие координаты нормали через 24 морские мили до широты 80 градусов северной широты. до этой широты имеются морские карты в проекции подобной проекции Меркатора. Координат на этой нормали будут на одинаковом расстоянии от точек №1 и №2. При решении двух прямоугольных сферических треугольников на линии №1 - №2 и нормали, два катета равны, срединная точка на линии №1 - №2,, а другой катет общий и переменный, текущий. В этом сферическом треугольнике косинус гипотенузы равен произведению косинусов катетов. Текущие точки на нормали находятся на одинаковом расстоянии от точек №1 и №2.

2. На этой нормали, направление которой, изменяем на 180 градусов, и рассчитываем текущие координаты нормали через 24 мили. Расчёт ведём до середины расстояния между соседними средними точками дна океана.

3. Таким образом, рассчитываем координаты срединной линии дна Атлантического океана.

4. Далее можно разделить дно Атлантического океана между Европой и Африкой. Аналогично между Северной Америкой и Южной

Америкой. Для деления дна океана между государствами континента необходимы новые международные морские законы, разработанные при ООН.

Дно океанов уже делят, например, дно Северного Ледовитого океана, поэтому предлагается справедливое деления дна Атлантического океана между континентами. Это первый шаг в этом направлении.

Литература:

1. **Изотов А.А., Зубинский В.И., Макаренко Н..Л., Микиша А.М.** Основы спутниковой геодезии. М., Недра, 1974. с.320.
2. **Лазарев Г.Е., Самошкин Е.М.** Основы высшей геодезии: Учеб. пособие для техникумов. М., Недра, 1980 с.424.
3. **Ольховский В.Е., Сарлаев В.Я.** Учёт геометрии земного эллипсоида и геодезической основы морских карт при решении задач современной навигации: Учеб. пособие по дисциплине «Навигация» для спец. 240200 «Судовождение». – Мурманск, 1997. – 66 с. (Гос. Комитет Рос. Федерации по рыболовству).
4. **Санаев А.И.**, и др. Аналитический расчёт равноудалённой линии морской территории на морской навигационной карте между государствами в Африке при объявлении ими 200-мильных экономических зон. «Наука и образование – 2008» Секция: «Безопасность мореплавания и промышленное рыболовство». МГТУ. 2008.
5. **Матусевич Н.Н., Холодняк А. И.** Справочник штурмана по математике. Выпуск 1. Элементарная математика начала высшей математики. Л., ГУ ВМС, 1948. с. 356.
6. **Хренов Л.С.** Семизначные таблицы тригонометрических функций. М., Наука. 1971. с. 406.
7. Женевские Конвенции по морскому праву 1958 г.
8. Конвенция ООН по морскому праву – разработана и принята 30 апреля 1982 г. 111 Конференцией ООН по морскому праву.

К ВОПРОСУ О КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЕ И ЕЕ ВЛИЯНИИ НА СНИЖЕНИЕ АВАРИЙНОСТИ СУДОХОДСТВА

Смирнов А. Ж. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта, e-mail: svetlana.chb@gmail.com, e-mail:nwss@yandex.ru*)

Все больше руководителей задумываются о необходимости целенаправленного формирования корпоративной культуры, не зависимо от отраслевой принадлежности. Во многом такая ситуация обусловлена переходом российского бизнеса на новую стадию развития, которая ха-

рактируется поиском путей повышения эффективности использования имеющихся ресурсов, в том числе и персонала.

Несмотря на актуальность темы корпоративной культуры в современных условиях рынка, и ее очевидную выгодность для компаний лишь малое количество отечественных предприятий занимаются этим вопросом вплотную. Так, по данным различных исследовательских и аналитических агентств, только 10-15 % российских компаний занимаются формированием корпоративной культуры и имеют в своем составе специализированные департаменты.

С этим вопросом сталкивается практически любая компания, принявшая решение создавать и внедрять корпоративную культуру. Многие авторы определяют корпоративную культуру как систему норм поведения и ценностей, которые обеспечивают эффективное достижение целей организации, которая поднимает авторитет организации, увеличивая ее привлекательность для сотрудников, партнеров по бизнесу и инвесторов. Наличие стройной системы ценностей и норм поведения позволяет организации создать единый вектор движения и развития компании ее сотрудников.

Любая организация, как и государство, только тогда сможет обеспечить создание и внедрение нужной ей корпоративной культуры, когда обеспечит вовлеченность в этот процесс большинства сотрудников компании.

Во избежание двойных стандартов зачастую помогает создание и сертификация менеджмента качества в соответствии с требованиями ISO 9001:2000. Механизм сертификации позволяет выстроить стройную и регламентированную систему производственных отношений в условиях мореплавания. При этом необходимо учитывать специфику организации, которая влияет на подбор элементов деловой культуры для каждой компании, однако есть и некоторый стандартный набор, который в одинаковой мере подходит всем организациям. Авторы ряда работ к таким элементам относят:

- корпоративные издания (журнал, газета, бюллетень)
- внутрифирменное обучение
- наставничество
- корпоративный музей
- наличие праздничных и знаменательных дат компании
- корпоративные праздники и вечеринки
- встречи руководства с коллективом, в том числе с рядовыми сотрудниками и другие.

Любой элемент корпоративной культуры, который предполагает

ется использовать должен быть осмыслен с тем, что бы иметь четкое представление о целях его включения в систему корпоративной культуры и ожидаемому эффекту.

Поскольку любая корпоративная культура представляет собой систему норм поведения и ценностей, то всегда возникает вопрос как это документально закрепить. Так, например, определяющим в вопросе формирования морского центра региона является комбинация, а точнее неразрывное единство следующих факторов:

- как морская инфраструктура,
- морское законодательство,
- морские кадры,
- морская корпоративная культура.

Но даже если имеется хорошая инфраструктура и законодательство, кадры, всё равно силой, связующей все составляющие воедино, создающей условия постоянного и динамичного развития является корпоративная культура — то, что не опишешь законодательством. Это и морские традиции, и уважение к специалистам, и положительные примеры для подражания.

Часто в организациях, формулируя основные параметры оценки корпоративной культуры, забывают о таких важных показателях, как безопасность и человеческий фактор. Статистика говорит, что влияние человеческого фактора, как одного из компонентов корпоративной культуры оказывает непосредственное влияние на аварийность судов рыболовецкого флота. По данным 2007 года сопричастность (виновность) судовых экипажей в происшедших аварийных случаях продолжает оставаться достаточно высокой и составляет 71,8 % от общего количества (в 2006 г. – 65,8%, в 2005 г. – 57,6%). В 2007 г. За аварийность понесли наказание 24 судоводителя (14 капитанов, 10 помощников капитанов), причём 6 из них с изъятием дипломов, и 19 механиков (12 старших механиков, 7 вторых и вахтенных механиков), у них изъято 2 рабочих диплома.

Основными причинами аварийности судов флота отрасли являются нарушения:

- правил судовождения – 4;
- норм остойчивости и непотопляемости – 2;
- общепринятых приёмов и способов управления судном – 5;
- Устава службы на судах рыболовецкого флота Российской Федерации – 15;
- Положения о технической эксплуатации ФРП РФ – 9;
- Правила пожарной безопасности на судах 3, а также:
- неправильное маневрирование с орудиями лова – 1;
- некачественный ремонт судов – 7;

- изношенность судов и конструктивные недостатки – 4;
- стихийные условия (форс-мажорные обстоятельства) – 2;
- случайные причины – 5.[1].

Ведущее место в аварийности навигационного характера занимают случаи, связанные с различными нарушениями правил судовождения, организации несения ходовой вахты, обусловленные требованиями Устава службы, а также с нарушениями общепринятых приёмов и способов управления судном. Данные показатели деловой культуры носят ярко выраженный отраслевой характер и являются основными параметрами оценки производственной деятельности организации.

Необходимо также отметить, что корпоративная и деловая культура является не только следствием влияния внешней среды, но и отражает взгляды и особенности личности судоводителя, которые перенимаются и транслируются далее остальными сотрудниками.

Подводя итоги, следует выделить ключевые моменты, на которые необходимо обратить внимание:

1. При разработке и внедрении корпоративной культуры важно участие не только ведущего специалиста, но и ключевых сотрудников компании, во главе с топ-менеджментом.

2. Корпоративная культура это система норм и ценностей, а не простая совокупность отдельных ее элементов, мероприятий и стилевых атрибутов.

3. Внедряя корпоративную культуру нельзя допускать двойных стандартов, правила должны действовать для всех.

4. Необходимо разделить требования к сотрудникам на те, которые строго обязательны для исполнения и те, которые желательны.

Таким образом, корпоративная культура представляет собой не материальную и не записанную, но хорошо осязаемую сторону деятельности организации. Её сложно измерить и классифицировать в силу уникальности каждого нового сообщества людей, но именно она оказывается решающим фактором в тот момент, когда необходимы нововведения. Именно сила культуры позволяет компании адаптироваться к внешней среде и определяет стили поведения и общения в организации. Это одно из самых эффективных средств мотивации персонала.

Литература:

1. **Анисимов А. Н., Меньшиков В. И., В. Я. Сарлаев** Эксплуатация добывающего судна в промыслово-навигационных структурах / Анисимов А. Н., Меньшиков В. И., В. Я. Сарлаев; под ред. Меньшикова В. И.- Мурманск: Изд-во МГТУ, 2009.-175с.

2. Безопасность мореплавания и ведения промысла. Выпуск 126. Судостроение. Санкт-Петербург. 2008. - 120с.
3. **Гладышевский, М. А.** Организационно-технические структуры, обеспечивающие безопасную эксплуатацию судна / М. А. Гладышевский, М. А. Пасечников, К. В. Пеньковская; подред. В. И. Меньшикова.- Мурманск: Изд-во МГТУ, 2008.-166 с.
4. **Горанчук, В.В.** Психология делового общения и управленческих воздействий./ В.В. Гончарук – М.: ОЛМА пресс, 2003. – 288 с.
5. Загашев, И. Как решить любую проблему./ И. Загашев. – СПб.: прайм – ЕВРОЗНАК, 2002. – 128 с.
6. Калашникова, Л., Музлова, Г. Формирование имиджа / Л. Калашникова // <http://www.otiss.boon.ru/>
7. **Кей, М.** Турбо-менеджмент. Эволюция, управление, поведение в неоднородной среде / М. Кей. – М.: Издательство Института Психотерапии, 2003. – 275 с.
8. **Кирюнин, А.Е.** Имидж региона как интериоризация культуры / А.Е. Кирюнин. – М.: Книжный дом «Университет», 2000. – 144 с.
9. **Кукун, Ф. Д.** Основные процессы в структурах безопасной эксплуатации судна / Ф. Д. Кукун, А. Н. Анисимов, А. А. Анисимов; под общ. ред. Меньшикова В. И.- Мурманск: Изд-во МГТУ, 2008.-185с.

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ АСТРОНАВИГАЦИОННЫХ ОБСЕРВАЦИЙ, ПРИСУЩИХ МЕТОДУ ЛИНИЙ ПОЛОЖЕНИЯ

Фогилев В. А. (МГТУ, кафедра судовождения)

Abstract. . The article is devoted to the analytic research of the “line of position” (LOP) method errors while the astronomical ships’ fixing. The author has proposed perspective ways in the research of the Celestial Fixes.

Для определения обсервованного места судна необходимо произвести наблюдение ориентиров, имеющих отличительные признаки и известное положение. Процесс наблюдения ориентиров состоит в их отождествлении (опознавании) и измерении физических величин – параметров, которые известным образом зависят от взаимного положения ориентира и судна и измерены для определения его места. Примерами астронавигационных параметров могут служить: высота светила h , азимут (пеленг) светила A или же разность азимутов (углов) двух светил ΔA . В настоящее время практически единственно используемым на практике астронавигационным параметром является высота светила. Не

исключено, что перечень навигационных параметров может быть расширен с развитием методов и технических средств судовождения.

Из определения навигационного параметра вытекает понятие навигационной функции – непосредственной зависимости навигационного параметра U от положения точки. Так как положение точки задается ее географическими координатами φ, λ , то общее уравнение навигационной функции имеет вид:

$$U = U(\varphi, \lambda). \quad (1.1)$$

Любая навигационная функция (1.1) определяет скалярное поле своего навигационного параметра. Разные навигационные параметры могут создавать поля, которые покрывают один и тот же район. Понятие скалярного поля и его характеристики, позволяют более строго излагать общую теорию определений места судна. Скалярное поле, заданное навигационной функцией (1.1), геометрически удобно изображать навигационными изолиниями, иначе, линиями уровня U_i навигационного параметра U .

Чтобы получить уравнение навигационной изолинии для параметра U_i необходимо подставить в формулу (1.1) $U = U_i$:

$$U_i = U(\varphi, \lambda). \quad (1.2)$$

Если Δn – расстояние между смежными изолиниями в точке, то отношение $\Delta U / \Delta n$ характеризует наибольшую скорость изменения параметра U . Однако это отношение выражает среднюю скорость на интервале Δn и зависит от выбора этого интервала. Чтобы уйти от этой зависимости и обусловленной ею неопределенности, переходят к пределу того же отношения:

$$|\bar{g}| = \lim_{\Delta n \rightarrow 0} \frac{\Delta U}{\Delta n} = \frac{\partial U}{\partial n}. \quad (1.3)$$

Выражение (1.3) принимают за определение модуля градиента от навигационной функции (1.1) в точке. Применительно к навигации, градиент навигационного параметра \bar{g} может быть определен как вектор, направленный по нормали к навигационной изолинии, причем модуль этого вектора (1.3) характеризует наибольшую скорость изменения параметра в данной точке.

В навигации введено понятие о линии положения – касательной прямой, заменяющей небольшой участок навигационной изолинии вблизи счислимого места судна. Чтобы получить уравнение линии положения – касательной, общее уравнение навигационной изолинии (1.2) следует разложить в ряд Тейлора в счислимой точке M_c (φ_c, λ_c) и ограничиться членами $\Delta\varphi = \varphi - \varphi_c$ и $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_c$ в степени не выше первой:

$$\left(\frac{\partial U}{\partial \varphi}\right)_c \Delta \varphi + \left(\frac{\partial U}{\partial \lambda}\right)_c \Delta \lambda - (U_o - U_c) = 0. \quad (1.4)$$

В данном случае значения частных производных и параметров U_c берутся в счислимой точке, а U_o – обсервованное значение навигационного параметра. Применяя для коэффициентов уравнения (1.4) общепринятые обозначения:

$$\left(\frac{\partial U}{\partial \varphi}\right)_c = a; \quad \left(\frac{\partial U}{\partial \lambda}\right)_c = b'; \quad U_o - U_c = l, \quad (1.5)$$

оно записывается в следующем виде:

$$a\Delta\varphi + b'\Delta\lambda - l = 0. \quad (1.6)$$

Уравнение линий положения вида (1.6) со значениями коэффициентов (1.5) применяются при решении задач с помощью прикладных электронных вычислительных систем.

Если используется широко распространенная графоаналитическая методика обработки, то необходимо уравнивать масштабы вдоль координатных осей, для чего от разности долгот $\Delta\lambda$ переходят к отшестивию $\Delta\omega = \Delta\lambda \cdot \cos\varphi$. При этом изменяется второй коэффициент, который вместо b' примет вид

$$b = \left(\frac{\partial U}{\cos\varphi \cdot \partial \lambda}\right)_c = \left(\frac{\partial U}{\partial \omega}\right)_c, \quad (1.7)$$

тогда с учетом коэффициента b уравнение линии положения в общем виде может быть выражено как

$$a\Delta\varphi + b\Delta\omega - l = 0. \quad (1.8)$$

Применительно к астрономической обсервации коэффициенты a и b равны, соответственно, $\cos A_i$ и $\sin A_i$, где A_i – счислимый азимут светила, а l – перенос: $l \equiv \Delta h = h_o - h_c$. Для построения линий положения необходимы расчеты азимутов A_i (по формуле $\text{ctg}A$) и счислимых высот h_{ci} (по формуле \sinh).

Обладая современными высокоэффективными информационными и вычислительными технологиями, более логичным выглядит не расчет и построение линий положения, а непосредственное использование навигационных изолиний. Как указывалось выше, такой подход позволяет снизить влияние погрешностей аналитической части метода линий положения и полностью избавиться от ошибок графической его части, – что должно существенно повысить надежность определения места судна.

Вертикал светила является большим кругом сферы, следовательно, линия азимута на меркаторской проекции должна изображаться в виде кривой линии. При изображении же ее как прямой линии (локсо-

дромии), в линии положения возникают погрешности двух видов: во-первых, погрешности в расстоянии от прокладки разности высот $h_o - h_c = \Delta h$ по прямой линии азимута вместо прокладки Δh по кривой – ортодромии; во-вторых, погрешности в положении и направлении линии положения, вследствие ее построения перпендикулярно прямой линии азимута, вместо проведения по нормали к кривой – ортодромии.

Кроме этих погрешностей, всегда действует погрешность самого метода, иными словами, погрешности от замены круга равных высот прямой – касательной к нему. Эта погрешность будет действовать даже в том случае, если вместо графической прокладки вычислять поправки к счислимым координатам по формулам, соответствующим уравнениям прямых линий, а не кругов, причем погрешность будет равна сумме членов второго и выше порядков.

Литература:

1. **Вульфович, Б. А.** Методы расчета основных элементов навигационных изолиний / Б.А. Вульфович. – М. : Пищевая промышленность, 1974. – 156 с.
2. **Вульфович, Б. А.** Реальная оценка точности места судна, определенного астрономическими методами / Б.А. Вульфович // Записки по гидрографии. – 1989. – № 223. – С. 25–31.
3. **Фогилев, В. А.** Астрономические наблюдения по двум звездам: реальная точность выполняемых вычислений / В.А. Фогилев // Эксплуатация морского транспорта: ежеквартальный сб. науч. статей. – 2008. – № 2 (52). – С. 29–34.
4. **Фогилев, В. А.** Возможности альтернативных методов обработки астрономических наблюдений по звездам в море / В.А. Фогилев // Эксплуатация морского транспорта: ежеквартальный сб. науч. статей. – 2008. – № 3 (53). – С. 41–43.
5. **Фогилев, В. А.** К вопросу о применении мореходной астрономии в современной практике судовождения / В.А. Фогилев // Естественные и технические науки. – 2009. – № 1 (39). – С. 347–349.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СУДНА

Холодов Г. Г. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра РТКС e-mail: hgg54@mail.ru)

Аннотация. Решается задача оптимизации тренажерной подготовку по срокам прохождения и сертификации операторов системы динамиче-

ского позиционирования судна (СДП). Сформулированы основные принципы подготовки и переподготовки операторов СДП судна.

Abstract. The problem of the vessel dynamic positioning system operators training preparation detailers is under consideration, as well as the optimal training period and the final certification. The main principles of the vessel DPS operator's preparation and retraining are formulated.

Ключевые слова: оператор СДП, судно, тренажерная подготовка.

Key words: operators DPS, vessel, training preparation.

1. Введение.

Актуальность подготовки квалифицированных операторов СДП в России определяется, в первую очередь, интенсивным освоением месторождений нефти и газа на континентальном шельфе, что связано с эксплуатацией буровых платформ, судов-снабженцев и трубоукладчиков, а также FPSO (FLOATING PRODUCTION, STORAGE, AND OFFLOADING VESSEL) т.е. судов для добычи, хранения и отгрузки нефти, требующих высокоточного позиционирования. Специфика эксплуатации СДП, а также высокая степень риска возможности загрязнения окружающей среды требует специальной подготовки специалистов на тренажере ДП. Тренажерная подготовка является оптимальным способом обучения операторов систем динамического позиционирования, позволяющая моделировать различные типы судов, районов плавания и условия работ и дает возможность сформировать и отработать навыки управления судами с системой ДП в условиях, максимально приближенных к реальным.

2. Оператор СДП.

Анализ службы ДП показал, что, несмотря на высокую насыщенность службы ДП системами автоматики, и автоматизированными устройствами обработки информации, поступающими от датчиков при наличии достоверной и избыточной информации по многоканальному информационному интерфейсу, конечным звеном на принятие решения является вахтенный оператор СДП, от которого зависит надежность и безаварийность позиционирования судна. Профессионально важные черты личности оператора любой эргатической системы заключаются в следующем. Это интерес к профессии оператора и стремление совершенствовать свое профессиональное мастерство. Выдержка, настойчивость и решительность, развитое чувство долга, самодисциплина. Смелость в принятии решений, энергичность, осмотрительность, критичность, хладнокровие и осторожность.

К профессионально важным психофизическим свойствам оператора относятся: Сложная и тонкая дифференциальная деятельность сенсорного характера. Хорошая оперативная память. Хорошо развитые

свойства внимания (объем, концентрация, переключение, распределение). Сохранение работоспособности в сложных ситуациях и при дефиците времени. Быстрая выработка и перестройка навыка. Умение оценивать имеющееся в распоряжении время и в соответствии с ним планировать свои действия. Практический тип мышления (способность без лишних колебаний принимать решение при недостатке информации, высокий темп мыслительных процессов). Хорошая пространственная ориентация. Способность к быстрым и точным двигательным реакциям. Умение прогнозировать ситуацию, предвидеть возможные изменения, способность выделять существенное в потоке информации. Уметь контролировать свои действия. Гибкость и инициативность мышления. Профессиональная интуиция (способность быстро разбираться в сложной ситуации и почти мгновенно находить правильное решение). Оперативность мышления (выявление проблемной ситуации, определение задачи и нахождение путей ее решения). Эмоциональная устойчивость, особенности темперамента, в которых проявляются черты силы, подвижности и уравновешенности нервных процессов. Что касается вахтенного оператора службы ДП, то его главной обязанностью является надежное и безопасное управление судном в режимах ДП, удержание судна в установленном круге безопасности или точное следование по заданной траектории с требуемой скоростью. Это и определяет его ключевую роль в структуре службы ДП. При этом такой оператор может не иметь морского диплома и опыта судовождения. Однако практически на специализированных буровых судах используются в качестве операторов СДП специалисты с дипломами судоводителей. Переквалификация судоводителей в операторов СДП осуществляется на базе соответствующего обучения и заканчивается получением сертификата.

3. Оптимизация тренажерной подготовки.

Увеличение численности судов с системами ДП и с растущим спросом на операторов СДП привело к созданию Международной ассоциации операторов (IDPOA) в 2009 году. ИМО издала MSC/Circ.738 (Руководство по обучению операторов системы динамического позиционирования) за 24-06-1996. ИМСА (Международной морской ассоциации подрядчиков) М 117 включила план подготовки операторов ДП NI (The nautical institute) Морским Институтом в свой документ “Обучение и опыт ключевого персонала DP”, который признан ИМО как единственный стандарт этой отрасли. Основываясь на этом документе и нормативных документах по сертификации операторов ДП, разработаем и сформулируем основные принципы подготовки специалистов ДП. Схема и документ, представленные ниже на Рис 1, дают

представление об основных принципах подготовки операторов СДП судна и рекомендации для получения сертификата квалифицированного ДП оператора.

ДП обучение и сертификация контролируется Морским Институтом (The nautical institute). Морской Институт (The nautical institute) выпускает журналы (логбуки) для стажеров, и осуществляет аккредитацию учебных центров и контроль над выдачей удостоверения. Система подготовки ДП операторов согласно требованиям Морского Института (Лондон) состоит из нескольких ступеней. Это две ступени обучения (курсов): Вводный (Базовый курс), Курс ДП (Симулятор). Первый и второй курсы обучения составляют 4 или 5 дней и должны состоять минимум из 24 часов обучения.

Вводный (Базовый курс) Induction course включает как теорию, так и ознакомительную практику управления ДП системой. Подготовка включает следующие темы: Принципы ДП системы; Элементы системы динамического позиционирования; Управление системой ДП; Системы, используемые для позиционирования судна; Сенсоры и вспомогательное оборудование. Кроме того, в систему подготовки должны быть включены темы: Силовые установки, генераторы и системы энергоснабжения ДП системы; Типы операций, выполняемые судами, оснащенными ДП системой; Изучение аварий на судах ДП. Курс ДП (Симулятор) Simulator course. До сих пор подготовка операторов систем ДП проводилась только в иностранных центрах - в Норвегии, Голландии, Великобритании и Сингапуре. Теперь российские моряки и члены экипажей буровых платформ могут пройти такое обучение в России, в Санкт-Петербурге и Новороссийске. Тренажер дает возможность сформировать и отработать навыки управления судами с системой ДП в условиях, максимально приближенных к реальным. Симулятор включает главным образом имитирование ДП операций, а также имитирования аварийных ситуаций, связанных с вышеуказанными операциями. Он охватывает следующие темы: Управление системы ДП; Типы операций, выполняемые судами, оснащенными ДП системой; Участие в различных операциях с применением ДП как в нормальном, так и аварийном режимах работы; Требования к судам с ДП различных классов; Использование различных систем ориентации на судах с ДП; Новые тенденции в развитии систем ДП; Процедуры при аварийных ситуациях.

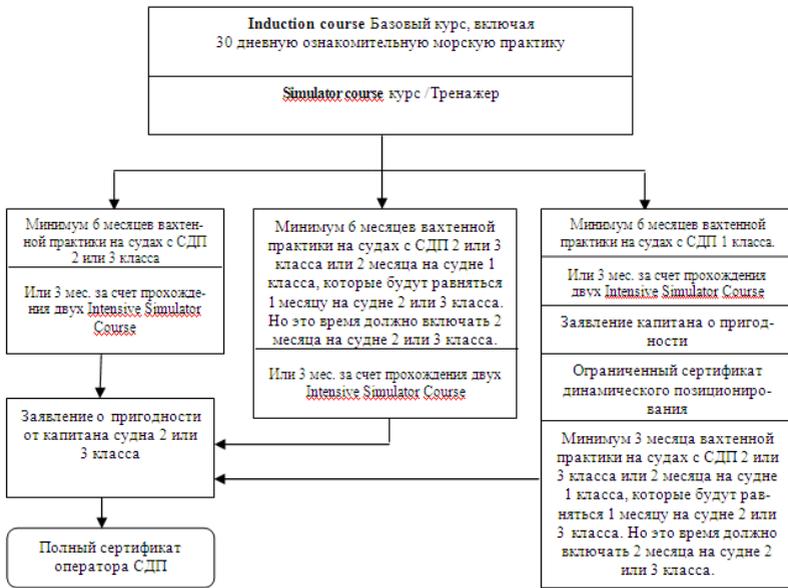


Рис. 1

По окончании Базового курса слушателям выдается журнал (логбук) для записи опыта работы, в котором будут отражаться судно, опыт работы и типы ДП систем. После окончания Базового курса слушатель проходит 30-дневную ознакомительную практику на ДП судах с несением ДП вахты под руководством квалифицированного и полностью сертифицированного ДП оператора. 30-дневный опыт работы должен быть отражен в журнале записи опыта работы в часах и заверен подписью капитана и печатью судна. После этого ему дается право и возможность прохождения Курса ДП Симулятор. Курс ДП Симулятор занимает 4 или 5 дней обучения. Тренажерную подготовку можно проходить не только в специализированных центрах, но и непосредственно на судах. Если в компании используется несколько однотипных судов или даже разнотипных оснащенных системами ДП, то экономически выгодно установить на одном из них интегрированный многофункциональный навигационный тренажер производства, например Транзас Системы ДП класса 2 и проводить обучение своих специалистов максимально приближенных к реальным условиям. При необходимости можно арендовать тренажер для стажировки у других компаний. Применение тренажеров на судах облегчит подготовку операторов т.к. поможет избежать использовать судно, находящееся в ре-

жиме ДП, для обучения персонала. Таким образом, не будет прерываться технологический процесс для использования судна в учебных целях.

После его окончания слушатель продолжает 6-месячную практику на ДП судах с персональным несением ДП вахты. На 41 сессии ИМО Утверждена новая схема подготовки операторов ДП, где допускается сокращение 6 месячной практики на ДП судах до 3 мес. за счет прохождения двух Intensive Simulator Course. Ознакомительная морская практика. это период 30 дневной морской практики динамического позиционирования в течение которой будущий оператор ДП должен выполнить большую часть задач, изложенных в разделе С журнала записи опыта работы ДП оператора. Опыт несения вахты на судах, оснащенных ДП оборудованием. Для того чтобы получить право подавать документы на сертификат, будущий ДП оператор должен иметь в журнале записи опыта работы запись о 6 или 10 месяцах практики, в зависимости от класса судна, оборудования и типа ДП операций, в которых он участвовал, а также его должность на судне. Даты прибытия и убытия должны быть также отражены в вышеуказанном журнале. Доказательством и подтверждением пребывания на судне, тип выполненных ДП операций и должность, занимаемая на судне, являются подпись капитана и судовая печать. Период, когда будущий оператор получает опыт несение вахты на судах, можно сократить, пройдя интенсивные курсы динамического позиционирования. Но эти курсы не могут заменить, ни ознакомительную морскую практику, ни последний месяц работы на ДП судне, когда идет подтверждение пригодности, а также при обновлении сертификата. Также они не могут заменить более чем 50% от требуемого ДП времени.

Чтобы получить сертификат оператора ДП необходимо выполнить все условия программы, т.е. пройти Базовый курс, 30-дневную ознакомительную морскую практику, Курс ДП Симулятор и 6 месяцев вахтенной практики на судах, оснащенных ДП оборудованием. Сертификат выдается после успешного окончания шестимесячной вахты на борту судов 2 и 3 ДП класса и выполнении других требований. Однако, если вахтенная практика проходила только на судах 1 класса будет выдан подтвержденный сертификат оператора динамического позиционирования с пометкой «ограниченный». ДП оператор, имеющий диплом с пометкой «ограниченный» имеет возможность сменить диплом на неограниченный. Для этого он должен пройти практику соответствующую 6 месяцам практики на судах 2 и 3 класса, где 2 месяца на судне 1 класса приравнивается к 1 месяцу на судне 2 класса. Но все кандидаты на получение «полного» диплома должны пройти 2 месяца вахтенной практики на борту судна 2 или 3 класса. Если прошло 5 лет, и владелец сертификата не был на судне ДП класса и не использовал систему динамического позиционирования, то он должен возобновить обучение с курса ДП симулятор и выполнить затем все последующие требования. Курсы повышения квалификации также рекомендованы и для тех, кто регулярно работает с системой динамического

позиционирования, в этом случае если они должны быть адаптированы под нужды отдельного лица или компании.

4. Выводы.

– К основным принципам подготовки операторов СДП судов относятся: Непрерывность подготовки; Модульность этапов подготовки и дисциплин; Адаптивность системы подготовки к уровням и особенностям усвоения материала обучающимися; Связь теории с практикой; Непрерывность контроля знаний.

– За счет прохождения двух Intensive Simulator Course можно сократить срок 6 месячной практики на ДП судах до 3 мес.

– Экономически выгодно установить на одном из судов компании интегрированный многофункциональный навигационный тренажер производства, например Транзас Системы ДП класса 2 и проводить обучение своих специалистов максимально приближенных к реальным условиям.

Литература:

1. "ИМО MSC/Circ.645, Руководящие принципы для судов с динамическими системами позиционирования". [Http://www.imo.org/includes/blastDataOnly.asp/data_id%3D10015/MSCcirc645.pdf](http://www.imo.org/includes/blastDataOnly.asp/data_id%3D10015/MSCcirc645.pdf).

2. " ИМСА М 117, профессиональная подготовка и опыт ключевого персонала ДП". [Http://www.imca-int.com/divisions/marine/publications/117.html](http://www.imca-int.com/divisions/marine/publications/117.html).

3. Сертификат оператора морского института динамического позиционирования. Версия 1.03. Морской институт. 202 Lambeth Road. Лондон. SE1 7LQ. Великобритания. Выпущен 31 января 2006.с.7.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМЫ СЕТИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЕЧЕНИЯ

Попов С.В.¹, **Розенштейн М.М.**² (¹ Россия Калининград КГТУ Факультет промышленного рыболовства irg@mail.ru)(²Россия, Калининград КГТУ Факультет промышленного рыболовства Rozenshtein@kgtu.ru)

Abstract. In this article, a method of determining the shapes of fishing nets as well as their geometrical and power characteristics is presented for the first time. The method is based on the formulated schematization and the solution of differential equations of the equilibrium of forces, applied to the midwater and the bottom nets.

I. Введение

В настоящее время для решения задач рыболовства рассматривается 3 варианта работы сетей на течении:

1. Симметричная сеть, находящаяся под воздействием определенной нагрузки от напора воды, оснащенная плавом, оттяжками грузом. Верхняя и нижняя подборы этой сети расположены на одной вертикали. (Рис. 1) [1,3,7]

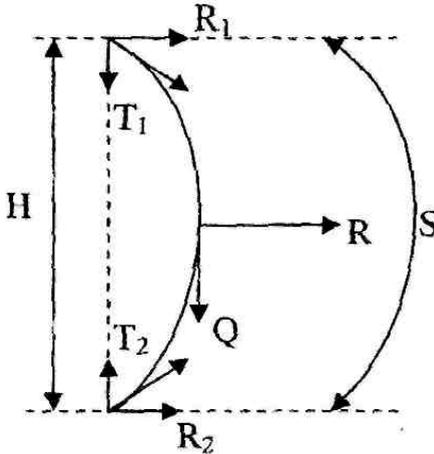


Рис. 1. Симметричная сеть на течении. $R_1=R_2=R/2$
 На рисунке 1 обозначено: H -глубина в месте установки;
 S -высота сети; $R_1, 2$ -составляющие полного сопротивления сети;
 R - полное сопротивление сети; $T_1, 2$ -стягивающие усилия; Q -сила веса

2. Разноглубинная сеть, оснащенная оттяжками, плавом и грузкой. (Рис. 2) [1]

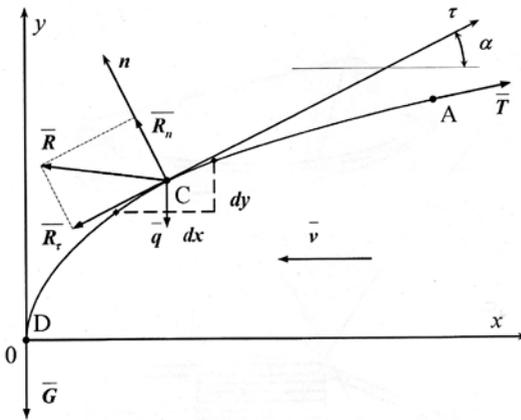


Рис. 2. Схема нагружения силами полоски разноглубинной ставной сети.
 На рисунках 2 и 3 обозначено:

- R-сила полного сопротивления сети;
- R_n -нормальная составляющая полной гидродинамической силы в связанной системе координат;
- R_τ - тангенциальная составляющая полной гидродинамической силы в связанной системе координат;
- T- сила натяжения сети;
- α - угол между направлением T и горизонталью;
- q- вес сети в воде;
- G- сила веса в воде оснастки нижней подборы;
- τ, n -касательная и нормаль к участку сети

Донная сеть, оснащенная якорем и плавом.(Рис. 3) [1]

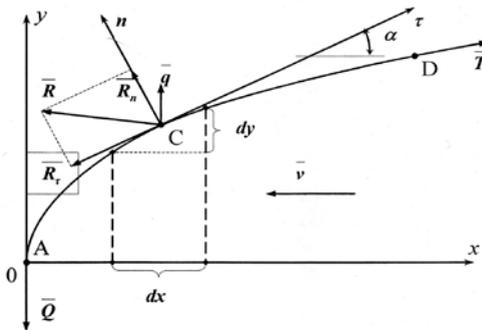


Рисунок 3. Схема нагружения силами полосы донной ставной сети.

Существует множество иных вариантов работы сетей, однако до сих пор расчет таких вариантов с грубыми приближениями сводился к трем вышеперечисленным вариантам[1].

На кафедре промышленного рыболовства были разработаны методики определения силовых и геометрических характеристик различных вариантов работы сетей, в основе которых лежат уравнения равновесия сил, приложенных к верхней (нижней) подборе[7].

В перечисленных выше вариантах, геометрическая форма сети назначается исходя из имеющихся координат двух или трех расчетных точек (верхняя подбора, середина, нижняя подбора) и длины сети.

В данной статье впервые представлен метод определения формы сети, а также геометрических и силовых характеристик, на основе разработанной схематизации и решения (численном интегрировании) уравнений равновесия сил, приложенных к донной и разноглубинной сетям.

II. Схематизация процесса работы сети. Допущения, принятые в работе.

Рассмотрим пространственную сеть, установленную таким образом, что толща воды перекрывается сетью от поверхности до дна, а верхняя и нижняя подборы находятся на одной вертикали. По верхней

подборе сеть оснащена плавом и оттяжками, по нижней – загрузкой, удерживающей ее на месте. Для исследования вырежем из сети двумя вертикальными сечениями полосу сети шириной 1м. Под действием течения, сеть начинает выдвигаться. С увеличением скорости течения, верхняя подбора сети уходит под воду и заглубляется. Процесс погружения верхней подбора будем рассматривать как квазистационарный. В связи с этим разобьем траекторию движения верхней подбора на ряд участков, в рамках каждого из которых все характеристики сети будем считать постоянными. Очевидно, что траектория движения верхней подбора это не что иное, как дуга, ограниченная поверхностью воды с одной стороны и дном с другой. Радиусом дуги является длина оттяжки(Рис. 4).

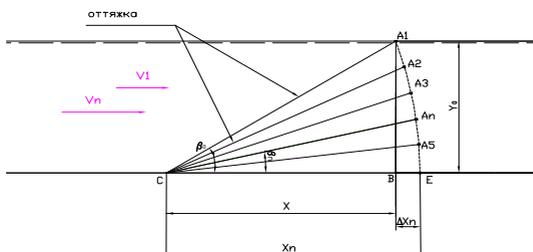


Рисунок 4. Траектория движения верхней подбора

В процессе погружения верхняя подбора уходит от вертикали и сеть становится несимметричной относительно точки перегиба О (Рис. 5) или деформированной. Степень деформации сети представим в виде отношения, в числителе которого будет разность между абсциссами первоначального положения верхней подбора и последующего, в знаменателе – ордината верхней подбора. Разобьем горизонтальное сечение сетную полосу на два участка: разноглубинный и донный. В месте разрыва введем усилие, действующее в сети T_0 (Рис. 5)



Рис. 5. Деформированная сеть.

III. Метод решения задачи.

Воспользуемся уже известными дифференциальными уравнениями равновесия сил, приложенных к разноглубинной и донной сетям [1].

Из точки разбиения O (Рис. 5) будем интегрировать поочередно разноглубинный и донный участки, предварительно задав шаг интегрирования. Варьируя входные параметры T_0 и V или Q , путем последовательного приближения добьемся совпадения координат верхней подборы, полученных в соответствии с принятой схематизацией, и рассчитанных изложенным методом. Расчеты проведем в расчетной среде Mathcad, в результате получим совмещенный график донного и разноглубинного участков сети. График точно показывает форму деформированной сети. (Рис. 6)

IV. Экспериментальная проверка метода.

В представленном методе были использованы эмпирические формулы для определения коэффициентов сопротивления сети, расположенной перпендикулярно и параллельно набегающему потоку воды [1,3,7]. Эти формулы могут являться источником ошибок. Для проверки адекватности разработанного метода были проведены эксперименты с различными сочетаниями параметров сети, такими как:

сплошность сети, длина оттяжки, высота сети, количество плава. Эксперименты проводились в гидроканале ЗАО «МариНПО». В каждом эксперименте воспроизводилась предложенная схематизация с различными сочетаниями параметров сетей. Измерялись следующие параметры: скорость потока воды, координаты верхней подборы, натяжение в оттяжке, натяжение в месте крепления нижней подборы к дну. Скорость потока воды измерялась с помощью вертушки С-31 (погрешность измерений 1%). Натяжения измерялись с помощью тензодатчиков и тензостанции (погрешность измерения 0,4 %).

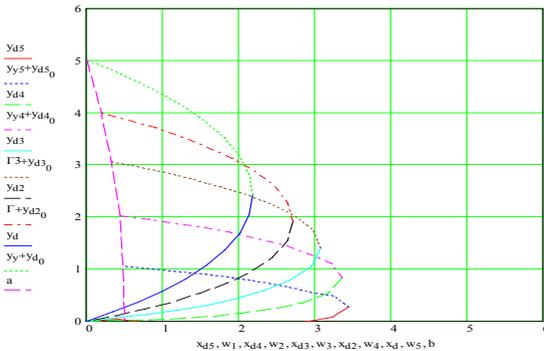


Рис.6. Изменение формы сети с увеличением скорости течения.

Результаты экспериментов, как и предполагалось, позволили выявить неточности в формулах для расчёта сопротивления плоской сети, расположенной перпендикулярно к вектору скорости потока воды. Эти неточности удалось устранить с помощью введения в соответствующую формулу корректирующих коэффициентов. Зависимости величины корректирующего коэффициента от степени деформации аппроксимированы с использованием метода наименьших квадратов формулами в виде полиномов второй и третьей степени [6,8,9].

IV. Вывод.

По результатам выполненных экспериментов разработан аналитический метод расчёта геометрических и силовых характеристик деформированной сети. С использованием поправочных коэффициентов к формуле расчёта силы сопротивления плоской сети, при поперечном её обтекании, используемой в алгоритме расчёта геометрических и силовых характеристик деформируемой сети, удалось обеспечить величину ошибки не более 8 %. Установлено, что поправочные коэффициенты, помимо формы сети (характеристики δ), зависят от безразмерной длины оттяжки для крепления сети, безразмерной высоты сети, её относительной площади и силы плавучести оснастки верхней подборы сети. В

этой связи поправочные коэффициенты представлены для рассматриваемых диапазонов указанных переменных в виде шестнадцати эмпирических квадратичных или кубических зависимостей от характеристик формы сети δ .

Разработанный метод расчёта геометрических и силовых характеристик деформированной сети, а также формулы для поправочных коэффициентов, обеспечивающие высокую точность алгоритма, получены впервые и не имеют аналогов в отечественной и зарубежной литературе.

Литература:

6. **Розенштейн М.М.** Механика орудий рыболовства: Калининград.КГТУ. 2000. 1-364 с.
7. **Канин В.Ф.** Ставной неводной лов: М.:Пищепромиздат, 1950. -86 с.
8. **Войниканис-Мирский В.Н.** Техника промышленного рыболовства:М.:Легкая и пищевая промышленность, 1983.-488 с.
9. **Розенштейн М.М.** Проектирование орудий рыболовства: Калининград.КГТУ. 2000. 1-382 с.
10. **Розенштейн М.М.** Задачник по механике орудий рыболовства: Калининград.КГТУ. 2004. 1-179 с.
7. **Румшинский Л.З.** Математическая обработка результатов эксперимента:М.:Главная редакция физико-математической литературы, 1971.1-192с.
8. **Недоступ А.А.** Методы расчета сетных пассивных орудий внутреннего и прибрежного рыболовства: Калининград.ФГОУ ВПО КГТУ. 2010.1-280с.
9. **Венцель Е.С.** Теория вероятностей: Учеб. для вузов. – 6-е изд. стер. – М.: Высш.шк.1999.-576 с.: ил.
10. **Кадильников Ю.В.** Вероятностно-статистическая теория рыболовных систем и технической доступности для них водных биологических ресурсов. – Калининград: Изд. АтлантНИРО, 2001- 277 с.

РАЗРАБОТКА УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ ОСНОВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Гудков А. Л., Недоступ А. А., Устич В. И. (г. Калининград, КГТУ, *nedostup@klgtu.ru*)

Abstract. In article tendencies in development of curricula of the basic educational programs of the higher professional education under federal state educational standards of the higher professional education are considered.

Проектирование основных образовательных программ высшего профессионального образования (ООП ВПО) по федеральным государственным образовательным стандартам высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) для большинства вузов дело новое и сложное [1], предполагает решение как содержательных, так и «арифметических» проблем (стандарты включают в себя требования и ограничения по продолжительности и трудоемкости образовательного процесса, его элементов и периодов, при этом используется новая для российской высшей школы мера трудоемкости учебной работы - «зачетная единица») [2].

Уже первое знакомство с ФГОС ВПО порождает ряд вопросов, возможно и наивных с точки зрения авторов предложенного компетентно-ориентированного подхода к стандартизации, проектированию и реализации программ высшего профессионального образования. Но мы рискнем их поставить, предварительно уточняя, как представлены требования к результатам и содержанию образования во ФГОС ВПО.

После характеристики направления подготовки, профессиональной деятельности выпускников во ФГОС ВПО формулируются их общекультурные и профессиональные компетенции. Количество и перечень компетенций, в т.ч. общекультурных, отличаются (и весьма существенно) по направлениям подготовки [1]. Так для 24-х направлений подготовки в бакалавриате ФГОУ ВПО «КГТУ» общее число компетенций изменяется от 26 до 76, число общекультурных компетенций - от 9 до 22, число профессиональных компетенций - от 11 до 53. Таким образом, при одинаковой продолжительности и трудоемкости ООП у выпускников должно сформироваться разное количество компетенций. Перечни (формулировки) общекультурных компетенций также отличаются по направлениям подготовки (не все авторы ФГОС ВПО использовали «последние рекомендации» Координационного совета учебно-методических объединений Российской Федерации и научно-методического совета Минобрнауки Российской Федерации). Можно, конечно, утверждать, что компетенции по разным направлениям сформулированы с разной степенью детализации, что общекультурные компетенции у выпускников по одним направлениям подготовки (например, в области техники и технологий) являются профессиональными для выпускников по другим направлениям (например, в области экономики и управления). Но это не всегда так.

Например, перечни общекультурных компетенций бакалавров по направлениям «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», «Технологические машины и оборудование», «Техносферная безопасность» (список можно продолжить) совершенно разные. Компетенция бакалавра «умеет использовать нормативные правовые документы в своей деятельности» по одним направлениям подготовки является общекультурной, по другим - профессиональной, по третьим отсутствует. По ряду направлений не определены результаты освоения обязательных учебных дисциплин «История» и «Философия» (в том числе отсутствует одна из основных общекультурных компетенций - «способен использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач»).

И это не единичные примеры. В связи с чем, возникает вопрос: почему вуз у выпускников разных направлений подготовки должен обеспечивать формирование разных общекультурных компетенций?

При этом во ФГОС ВПО по одним направлениям компетенции должны формироваться при освоении циклов в целом, что соответствует «последним рекомендациям» Координационного совета учебно-методических объединений Российской Федерации и научно-методического совета Минобрнауки Российской Федерации, по другим направлениям - только при освоении базовых частей их. Возможно, второй вариант является просто технической ошибкой, иначе он порождает дополнительные проблемы при проектировании ООП вуза.

Сравнение ФГОС ВПО показывает, что в разных ФГОС ВПО:

- ожидаемые знания, умения и навыки немотивированно сформулированы по-разному;
- одна и та же компетенция указывается как результат освоения разных циклов;
- для формирования одних и тех же компетенций рекомендуются разные учебные дисциплины.

Имеются и явные ошибки. Например, в проекте ФГОС ВПО по направлению подготовки бакалавров «Технологические машины и оборудование» некоторые профессиональные компетенции выпускника продублированы и в перечне общекультурных, явно таковыми не являясь.

Вызывают также вопрос различные трудоемкости первых двух циклов бакалаврской программы при необходимости формирования одних и тех же компетенций. Предлагается в этом случае устанавливать в ООП вуза различные «уровни компетенций» для разных направлений. Но какие «уровни» могут быть, например, у компетенции «владеет одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного» (есть и

другой вариант этой компетенции - «владеет одним из иностранных языков на уровне, обеспечивающем эффективную профессиональную деятельность»)?

Обращает на себя внимание и то, что сформулированные в терминах «знать», «уметь», «владеть» результаты освоения базовых частей учебных циклов, как правило, «недостаточны» для формирования соответствующих компетенций. Конечно, можно дополнить их результатами освоения вариативных частей, но по ФГОС ВПО вариативная часть цикла предназначена для «расширения и (или) углубления знаний, умений, навыков и компетенций, определяемых содержанием базовых (обязательных) дисциплин (модулей), позволяет обучающимся получить углубленные знания, навыки и компетенции». Поэтому, на наш взгляд, освоение дисциплин базовой части учебного цикла должно приводить к формированию всех указанных в цикле компетенций (их «элементов», если эти же компетенции формируются и при освоении других циклов и разделов ООП). Во многих ФГОС ВПО это определено явно - отнесением компетенций только к базовым частям циклов. Но достаточны ли трудоемкости базовых частей учебных циклов для формирования указанных компетенций? На наш взгляд - не всегда. Так, для формирования необходимых общекультурных компетенций базовая часть первого цикла бакалаврской ООП должна предусматривать освоение как минимум семи учебных дисциплин - трех «обязательных» («История», «Философия», «Иностранный язык») и еще четырех в областях:

- экономики и управления;
- социологии и политологии;
- правоведения;
- психологии и педагогики.

При этом трудоемкость базовой части соответствующего учебного цикла по ряду направлений подготовки составляет не более 18-20 зачетных единиц, т.е. $2 \div 3$ зачетные единицы ($72 \div 108$ час.) на одну дисциплину, включая «Иностранный язык» (всего $648 \div 720$ час.). В реализуемых же ООП на эти цели «выделено» 1120 час., в $1,5 \div 1,7$ раза больше (только на изучение иностранного языка - 340 час., т.е. около 10 зачетных единиц). Следовательно, необходимо либо «переносить» их и в вариативную часть цикла (что, видимо, и предполагается авторами ФГОС ВПО) и тем самым не «расширять и углублять» базовую часть, а дополнять ее новым содержанием, либо, если этот вариант считать не соответствующим ФГОС ВПО, применять другие решения использования вариативной части для формирования компетенций выпускника.

Особой проблемой при проектировании новых ООП является неконкретность формулировок большинства компетенций во ФГОС ВПО

и необходимость детализации и конкретизации их в ООП вуза. Например, по компетенции «использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования» необходимо ответить на ряд вопросов, в том числе:

- каких естественнонаучных дисциплин?;
- какие законы следует отнести к «основным»?;
- какие методы математического анализа (и т.д.) имеются в виду?

Таким образом, вузам предстоит серьезная, сложная и трудоемкая работа по проектированию новых ООП. Она потребует от руководителей вуза, факультетов и кафедр, от каждого преподавателя соответствующей компетентности и определенных усилий. Конечно, можно использовать примерные ООП [3], которые разрабатываются авторскими коллективами учебно-методических объединений вузов РФ и носят рекомендательный характер. Можно и нужно использовать накопленный опыт подготовки специалистов с высшим образованием (осуществлять так называемую «перенастройку» существующих ООП). Важно при этом, на наш взгляд, сохранить «единое образовательное пространство вуза», несмотря на существенное снижение уровня стандартизации в новых образовательных стандартах, различия во ФГОС ВПО и в примерных ООП по разным направлениям подготовки.

ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет» является базовым вузом УМО по образованию в области рыбного хозяйства (по направлениям подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура», «Промышленное рыболовство») [4-6]. Авторскими коллективами университета разработаны:

- Нормативы и методические указания по разработке учебных планов ООП по ФГОС ВПО [7];
- Примерные ООП бакалавриата и магистратуры по обоим направлениям УМО, базовым вузом которого университет является [8-11];
- ООП ВПО по направлениям подготовки 111400 Водные биоресурсы и аквакультура и 111500 Промышленное рыболовство;
- Учебные планы подготовки бакалавров и магистров по ФГОС ВПО по рыбохозяйственным направлениям [12,13].
- Тенденции в разработке учебных планов основных образовательных программ высшего профессионального образования по ФГОС ВПО сложились из следующих позиций, которые определены нами:
 - формы и порядок разработки новых учебных планов;

– возможные решения и рекомендации по графикам учебно-процесса в вузе, трудоемкости освоения учебных дисциплин и других видов учебной работы студента, формированию перечня и содержания дисциплин базовых и вариативных частей учебных циклов ООП ВПО.

В заключение отметим, что несмотря на изложенные выше проблемы по переходу на новые систему и стандарты высшего профессионального образования, сложность и трудоемкость этого процесса, недостаточное ресурсное обеспечение, следует все-таки признать, что каждый вуз получает шанс создать такие ООП, которые были бы привлекательны для абитуриентов, обеспечивали получение качественного высшего образования, ориентированного на потребности рынка труда, повышали конкурентоспособность вуза на рынке образовательных услуг.

Отметим, что по итогам общественной экспертизы примерных основных образовательных программ (ПООП) и ООП ВПО, реализующих Федеральные государственные образовательные стандарты направлений подготовки 111400 Водные биоресурсы и аквакультура и 111500 Промышленное рыболовство уровней бакалавриата и магистратуры, проводимой ГНУ «Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов» (г. Москва) и Президиумом Координационного совета учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы, творческий коллектив ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет» получил сертификаты на проекты вузовских ООП ВПО по направлениям подготовки 111400 Водные биоресурсы и аквакультура и 111500 Промышленное рыболовство, которые подтверждают, что выполненные проекты соответствуют установленным критериям на уровень разработки - «Самые высокие» [14].

Литература:

1. **Азарова Р. Н., Недоступ А. А.** Проектирование основных образовательных программ, реализующих федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования: Методические рекомендации для руководителей и актива учебно-методических объединений вузов/ Науч. Ред. Д-ра техн. Наук, профессора Н.А. Селезневой. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы, 2009. - 84 с.

2. **Гудков А. Л., Устич В. И., Недоступ А. А.** О переходе на уровневую систему и федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования. ФГОУ ВПО

«КГТУ». 2010 (эл. версия:
<http://www.klgtu.ru/ru/about/nms/urovn/index.php>).

3. <http://www.fgosvpo.ru/>.

4. **Иванов В. Е., Недоступ А. А., Шутов В. А.** Учебно-методическое объединение по образованию в области рыбного хозяйства. Рыбное хозяйство. №2. - 2009. - С. 57 - 61.

5. **Недоступ А. А.** О стратегии развития отраслевого высшего рыбохозяйственного образования в вузах Росрыболовства// Сборник тезисов докладов научно-практической конференции «Рыбное хозяйство, его роль в современной экономике, факторы роста, риски, проблемы и перспективы развития», проводимой в рамках Международной выставки «ИНТЕРФИШ 2009». М., МВЦ «Крокус ЭКСПО» 21-22 октября 2009 г. С. 48.

6. **Недоступ А. А.** УМО по образованию в области рыбного хозяйства. Высшее образование в России. №7. - 2010. - С. 64-69.

7. http://www.klgtu.ru/ru/about/nms/urovn/norm_mu.doc.

8. Примерная основная образовательная программа высшего профессионального образования. Направление подготовки 111500 - Промышленное рыболовство. Квалификация бакалавр. Под редакцией Иванова В. Е., Долина Г. М., Недоступа А. А., Чернецова В. В., Григорьева О. В. Калининград. Издательство ФГОУ ВПО «КГТУ». 2010. 88 с.

9. Примерная основная образовательная программа высшего профессионального образования. Направление подготовки 111500 - Промышленное рыболовство. Квалификация магистр. Под редакцией Иванова В. Е., Долина Г. М., Недоступа А. А., Чернецова В. В., Григорьева О. В. Калининград. Издательство ФГОУ ВПО «КГТУ». 2010. 50 с.

10. Примерная основная образовательная программа высшего профессионального образования. Направление подготовки 111400 - Водные биоресурсы и аквакультура. Квалификация бакалавр. Под редакцией Иванова В. Е., Тылика К. В., Шibaева С. В., Серпунина Г. Г., Недоступа А. А. Калининград. Издательство ФГОУ ВПО «КГТУ». 2010. 126 с.

11. Примерная основная образовательная программа высшего профессионального образования. Направление подготовки 111400 - Водные биоресурсы и аквакультура. Квалификация магистр. Под редакцией Иванова В. Е., Тылика К. В., Шibaева С. В., Серпунина Г. Г., Недоступа А. А. Калининград. Издательство ФГОУ ВПО «КГТУ». 2010. 33 с.

12. <http://www.klgtu.ru/ru/about/nms/urovn/index.php>.

13. <http://www.klgtu.ru/ru/about/nms/urovn/index.php>.

14. <http://www.klgtu.ru/ru/umo/sertificats/>.

ЗАКОН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАЛОВЫХ УЛОВОВ ОКУНЯ-КЛЮВАЧА В МОРЕ ИРМИНГЕРА

Левченко С. В., Розенштейн М. М. (г. Калининград, ФГОУ ВПО «КГТУ», кафедра промышленного рыболовства, e-mail: rozenstein@klgtu.ru, lion2912@mail.ru).

Abstract. We suggest using a hybrid model to justify the fishing power of different types of trawlers, depending on the characteristics of fishing gear and behavioral characteristics of an object, for the effective planning of the fleet.

Одна из важнейших задач промышленного рыболовства заключается в разработке метода прогнозирования величины улова рыбы тралом для эффективного планирования работы флота. В настоящее время при прогнозировании величины уловов не учитываются ни поведенческие характеристики объекта лова, ни характеристики орудия лова.

Перед нами стоит задача учесть характеристики тралов, используемых на промысле окуня-клювача в море Ирмингера, а также случайные значения поведенческих характеристики объекта лова (плотность концентрации, дальность реакции на орудие, скорость ухода рыбы от трала). Эта задача может быть решена на основе гибридной модели, связывающей величину уловов с техническими характеристиками орудия и поведенческими характеристиками объекта лова.

Гибридная модель основана на детерминированной модели процесса лова рыбы разноглубинным тралом [2], имеющей следующий вид:

$$q = \rho \cdot \left[\xi \cdot l^2 \cdot v - l \cdot v_p \cdot (r_{max} + r_{min}) + \frac{4}{3} \cdot v_p \cdot (r_{max}^2 + r_{max} \cdot r_{min} + r_{min}^2) \right], v > v_p \quad (1)$$

где: q – величина улова за час траления;

l – линейный размер (полупериметр устья) трала, представляющий собой сумму вертикального H и горизонтального L раскрытия устья;

v – скорость буксировки трала;

ρ – плотность облавливаемых косяков рыб;

v_p – скорость ухода рыбы от трала;

r_{max}, r_{min} – максимальная и минимальная дальность реакции рыбы на трал;

ξ - коэффициент, характеризующий отношение площади устья трала к квадрату линейного размера.

Известно, что процесс тралового лова рыб носит ярко выраженный вероятностный характер и, следовательно, величина улова имеет случайное значение и является функцией случайных значений поведенческих характеристик. Естественный переход от вероятностных задач к детерминированным заключается в замене случайных параметров их средними значениями, т.е. соответствующими математическими ожиданиями. Однако для того, чтобы такой переход был осуществлен фактически, необходимо знать законы распределения всех случайных параметров, входящих в математическую модель.

Таким образом, гибридная модель имеет следующий вид:

$$M_q = \xi \cdot l^2 \cdot v \cdot M_p - l \cdot (r_{max} + r_{min}) \cdot M_v \cdot M_p + \frac{4}{3} \cdot M_v \cdot M_p \cdot (r_{max}^2 + r_{max} \cdot r_{min} + r_{min}^2). \quad (2)$$

где: M_q – математическое ожидание величины уловов;

M_p – математическое ожидание плотности облавливаемых косяков;

M_v – математическое ожидание скорости ухода рыбы от трала.

Для определения значений математических ожиданий указанных поведенческих характеристик рыбы использован следующий метод. Определяется закон распределения уловов. Далее, используя модель (1), с помощью имитационной модели В.В. Николаев [1], осуществляется перебор возможных законов распределения поведенческих характеристик рыбы до тех пор, пока композиция этих законов не даст полученный закон распределения уловов.

Таким образом, на первом этапе необходимо получить закон распределения случайных значений уловов окуня в море Ирмингера. Для установления указанного закона распределения была использована статистика ССД для судов Западного бассейна (БАТМ, БМРТИБ, ТСМ, РТМС) с 2002 по 2009 год, которая имеет записи 6882 тралений.

По величине уловов и времени траления определялось значения уловов, приходящиеся на 1 час траления. Весь диапазон значений уловов (от 0 до 400 центнеров) был разбит на 20 равных участков (по 20 центнеров). Для каждого участка определялась частота встречаемости соответствующих величин уловов. Полученные данные для судов типа БАТМ (1284 траления) приведены в табл. 1

Табл.1 Результаты обработки траловых уловов для судов типа БАТМ

i	$q_{(i)}$	$q_{(i+1)}$	q_i	n_i	p_i^*
1	0	20	10	42	0,0327
2	20	40	30	105	0,0818
3	40	60	50	233	0,1815
4	60	80	70	202	0,1573
5	80	100	90	193	0,1503
6	100	120	110	127	0,0989
7	120	140	130	91	0,0709
8	140	160	150	54	0,0421
9	160	180	170	56	0,0436
10	180	200	190	47	0,0366
11	200	220	210	36	0,0280
12	220	240	230	23	0,0179
13	240	260	250	13	0,0101
14	260	280	270	11	0,0086
15	280	300	290	9	0,0070
16	300	320	310	6	0,0047
17	320	340	330	8	0,0062
18	340	360	350	14	0,0109
19	360	380	370	12	0,0093
20	380	400	390	2	0,0016
	400			1284	1,0000

В первом столбце табл. 1 указаны порядковые номера участков (рангов), во втором - минимальные значения улова в каждом ранге $q_{(i)}$, в третьем - максимальное значение улова в каждом ранге $q_{(i+1)}$, в четвертом - среднее значение уловов в каждом ранге q_i , в пятом - число уловов, соответствующих каждому из рангов n_i , в последнем столбце приведена частота встречаемости уловов каждого ранга p_i^* .

Частота встречаемости уловов определялась по формуле:

$$p_i^* = \frac{n_i}{N} \quad (3)$$

где: n_i - количество уловов, попавших в каждый i - участок траления;
 N - число тралений;

Аналогичные исследования были выполнены и для остальных ранее перечисленных типов судов. Результаты приведены на рис.1,2,3,4 в виде гистограмм:

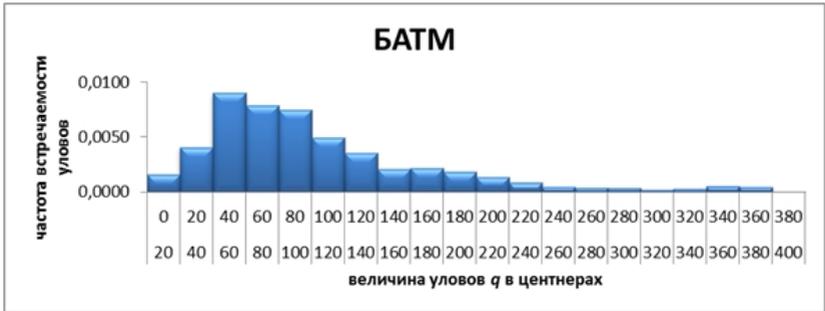


Рис. 1. Гистограмма траловых уловов для судов типа БАТМ (1284 траления).

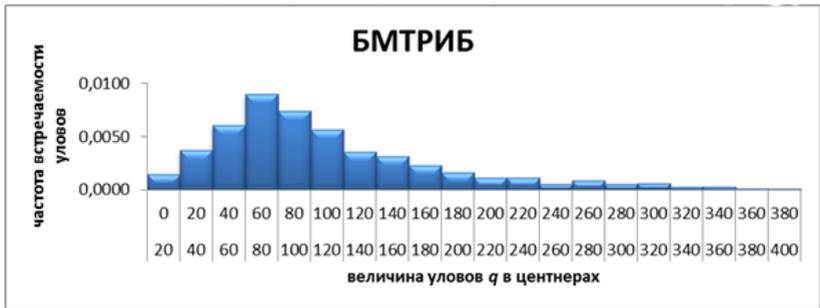


Рис. 2. Гистограмма траловых уловов для судов типа БМТИБ (1405 тралений).



Рис. 3. Гистограмма траловых уловов для судов типа ТСМ (3518 тралений).

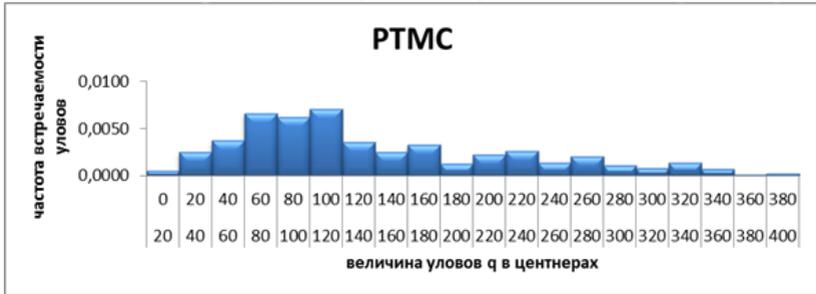


Рис. 4. Гистограмма траловых уловов для судов типа РТМС (362 траления).

Из анализа гистограмм следует, что случайная величина траловых уловов окуня-клювача подчиняется логарифмически-нормальному закону распределения [6], которая имеет вид:

$$f(q) = \frac{1}{q\sigma_{lnq}\sqrt{2\pi}} \exp\left[\frac{(\ln q - \ln m)^2}{-2\sigma_{lnq}^2}\right], q \geq 0 \quad (4)$$

где: σ_{lnq} - параметр формы, среднее квадратичное отклонение (СКО) случайной

величины σ_{lnq} ;

m - параметр масштаба, медиана величины q , причем:

$$m = \exp\left(M_{lnq} - \frac{\sigma_{lnq}^2}{N}\right) \quad (5)$$

где: M_{lnq} - математическое ожидание (МО) величины lnq .

Мы планируем при помощи статистических данных ССД определить численные значения законов распределения уловов, а также поведенческих характеристик объекта лова (плотность концентрации, дальность реакции на орудие, скорость ухода рыбы от трала), что позволит нам построить гибридную модель процесса тралового лова окуня-клювача в море Ирмингера.

На основе гибридной модели появляется возможность определить промысловую мощность различных типов траулеров в зависимости от характеристик орудий лова и поведенческих характеристик объекта, что позволит повысить обоснованность планирования работы флота в море Ирмингера.

Литература:

1. Николаев В. В. Совершенствование математической модели

процесса лова рыбы разноглубинным тралом. Диссертация на соискание учебной степени к.т.н. Калининград, 2004 г., с. 189.

2. **Розенштейн М. М.** Проектирование орудий рыболовства. Учебник для высших учебных заведений. – Калининград: КГТУ, 2003 г., с. 367.

3. **Розенштейн М. М.** Механика орудий рыболовства. Учебник для высших учебных заведений. – Калининград: КГТУ, 2000 г., с. 363.

4. **Розенштейн М. М.** Методы оптимизации. Учебное пособие. - Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2008 г., с.88.

5. **Розенштейн М. М.** Задачник по проектированию орудий рыболовства. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. - Калининград: Изд-во КГТУ, 2005 г., с.113.

6. **Венцель Е. С.** Теория вероятностей: Учеб. для вузов. – 6-е изд. стер. – М.: Высш.шк. 1999 г., 576 с.: ил.

7. **Кадильников Ю. В.** Вероятностно-статистическая теория рыболовных систем и технической доступности для них водных биологических ресурсов. – Калининград: Изд. АтлантНИРО, 2001 г., 277 с.

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫБОРКИ УРЕЗОВ ДОННОГО НЕВОДА ЯКОРНЫМ СПОСОБОМ

Недоступ А. А., Белых А. В. (г. Калининград, ФГОУ ВПО «КГТУ», кафедра промышленного рыболовства, *nedostup@klgtu.ru*)

Abstract. This article is devoted to physical modeling of process hauling warp of Danish seine by anchor way.

Цель настоящих исследований - создание методики физического моделирования процесса выборки донного невода якорным способом. Известно, что при моделировании донного невода, необходимо выполнить силовое (1) и геометрическое подобие (2) [1,2,3]

$$\left. \begin{aligned} C_d C_U / C_v &= 1 \\ C_R C_a / C_k C_p C_U^2 C_l^2 C_d &= 1 \\ C_U C_t / C_l &= 1 \\ C_R C_l / C_t^2 &= 1 \end{aligned} \right\}, (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= idem \\ F_o &= idem \end{aligned} \right\}, (2)$$

где C_d - масштаб диаметра ниток; C_U - масштаб скорости; C_v - масштаб коэффициентов кинематической вязкости воды; C_R - масштаб сил; C_a - масштаб шага ячеи; C_ρ - масштаб плотности воды; C_l - масштаб линейных размеров; C_k - масштаб гидродинамических коэффициентов; α - углы ориентации уреза и сетной части (угол атаки); F_o - сплошность сетной части мешка донного невода.

В табл. 1 приведены конструктивные характеристики натурального донного невода.

Таблица 1. Конструктивные характеристики натурального донного невода

S_n , м	d_{nn} , мм	a_n , мм	Q_n , H	G_n , H	$F_{он}$
1500	2,5	65	260	350	0,09

Примечание: S_n - длина урезков; d_{nn} - диаметр ячеи; a_n - шаг ячеи; Q_n - плавучесть верхней подборы; G_n - загрузка нижней подборы; $F_{он}$ - сплошность сетной части мешка донного невода.

С учетом правил моделирования (1) и (2), были определены масштабы моделирования донного невода (см. табл. 2).

$$C_U = C_l^{-\frac{1}{4}}, (3)$$

$$C_R = C_l^{\frac{3}{2}}, (4)$$

$$C_t = C_l^{\frac{5}{4}}. (5)$$

Была изготовлена физическая модель донного невода и были проведены эксперименты в опытовом бассейне ФГОУ ВПО «КГТУ» [4].

Таблица 2. Масштабы моделирования донного невода

C_d	C_a	C_{Fo}	C_U	C_l	$C_R \times 10^3$	C_k	C_ρ	C_v
0,31	0,326	1,0	2,65	0,02	2,828	1,0	1,0	1,0

В табл. 3 приведены конструктивные характеристики модели донного невода.

Таблица 3. Конструктивные характеристики модели донного невода

S_m , м	d_{nm} , мм	a_m , мм	Q_m , H	G_m , H	$F_{ом}$
30	1	26	0,73	0,98	0,09

Примечание: S_m - длина урезков; d_{nm} - диаметр ячеи; a_m - шаг ячеи; Q_m - плавучесть верхней подборы; G_m - загрузка нижней подборы; $F_{ом}$ - сплошность модели сетной части мешка донного невода.

Схема проведения экспериментов представлена на рис. 1 - 4. Скорость выборки урезов модели донного невода составляла $v_{вм}=2,65$ м/с.

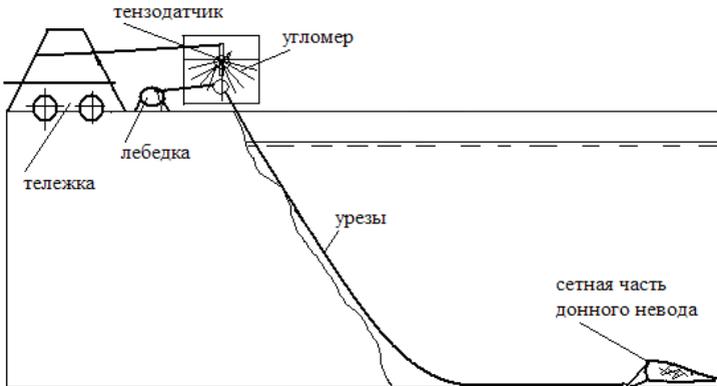


Рис. 1. Схема проведения экспериментов в опытном бассейне КГТУ

На рис. 2 изображено: 1 - барабан лебедки; 2 - блок; 3 - тензодатчик; T - натяжение в урезе (натяжение в набегающей ветви); T_c - натяжение в урезе (натяжение в сбегающей ветви); P - усилие, возникающее на блоке (показания тензодатчика); v_δ - радиальная скорость вращения барабана; γ_1 - угол между вертикалью и направлением набегающей ветви уреза; $\gamma_2=80^\circ$ - угол между вертикалью и направлением сбегающей ветви уреза. При выборке урезов донного невода якорным методом, значение угла γ_1 изменяется в широких пределах, причем при начальной скорости выборки $v_\delta=0$, угол γ_1 , характеризует безразмерное отношение геометрических характеристик провисающей части урезов [4].

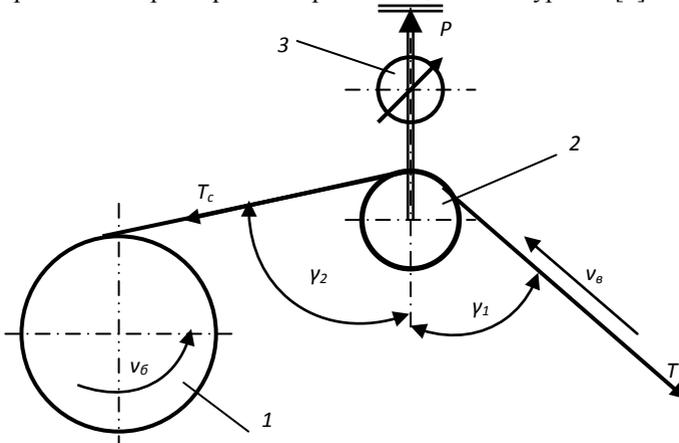


Рис.2. Схема установки блока и тензодатчика

Во время проведения экспериментов непрерывно фиксировались показания натяжения на блоке P (см. рис. 5) с помощью тензометрической станции МС-200, намотка урезов на барабан и угол наклона урезов во время выборки фиксировались с помощью фотоаппарата [4].



Рис. 3. Ходовая тележка опытового бассейна



Рис. 4. Оборудование, установленное на ходовой тележке для моделирования выборки донного невода

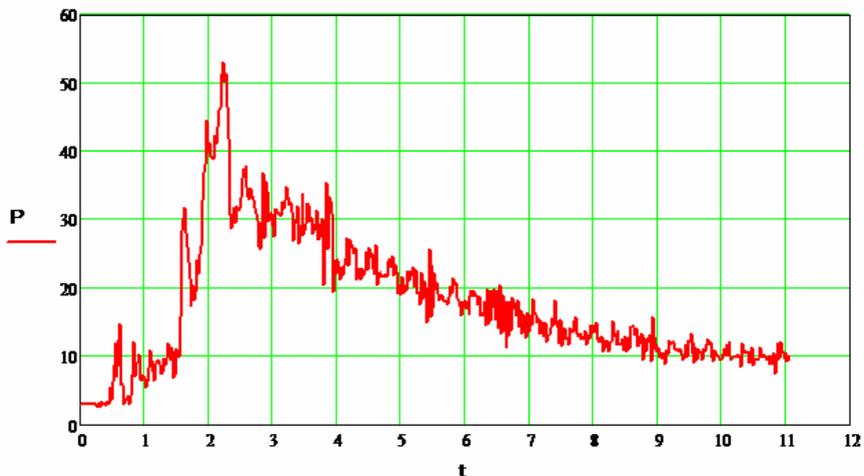


Рис.5. График зависимости $P=f(t)$ при $q_m/d_m = 2,84 \text{ Н/м}^2$ (q_m - вес одного метра уреза в воде; d_m - диаметр уреза, t - время выборки модели сетной части донного невода), $S_m=30 \text{ м}$, $Y_m=5 \text{ м}$ - глубина опытового бассейна КГТУ, $F_n=0,04 \text{ м}^2$ - площадь ниток модели сетной части донного невода (мешка), $F_{ом}=0,98$, $v_{эм}=2,65 \text{ м/с}$

Масштабные эффекты динамического подобия процесса выборки урезов донного невода якорным способом определялись по формулам

$$M_t = \frac{t_n C_t}{t}, \quad (6)$$

$$M_U = \frac{v_{вн} C_U}{v_{эм}}, \quad (7)$$

$$M_R = \frac{T_n C_R}{T_m}, \quad (8)$$

где t_n - время выборки сетной части натурального донного невода; $v_{вн}$ - скорость выборки натуре; T_n - натяжение в урезе натурального донного невода; M_t - масштабный эффект времени протекания процесса выборки донного невода; M_U - масштабный эффект скорости выборки урезов донного невода; M_R - масштабный эффект силы натяжения в урезе на блоке.

Отметим, что M_l - масштабный эффект по линейным характеристикам (выбранной длине уреза) можно определить через отношение

$$M_l = M_t M_U \quad (9)$$

С учетом того, что масштабные эффекты моделирования процесса выборки урезом донного невода, возможно, определить и через безразмерные комбинации, тогда

$$M_t = \frac{\tau_M}{\tau_H}, \quad (10)$$

$$M_R = \frac{\chi_M}{\chi_H}. \quad (11)$$

Величины масштабного эффекта по силовым характеристикам M_R , времени M_t и безразмерной длины урезом M_l определяли через отношения безразмерных параметров натяжения χ , времени τ , горизонтального раскрытия λ находились по следующим формулам:

$$\tau = \frac{t}{t_{\max}}, \quad (12)$$

$$\lambda = \frac{S}{Y}, \quad (13)$$

$$\chi = \frac{T}{T_{\max}}. \quad (14)$$

По результатам расчетов по формулам (10) и (11) было установлено, что масштабные эффекты не превышают 10%, при этом максимальный масштабный эффект M_R возникает при времени $t_{\text{св}}$.

Статья подготовлена в рамках выполнения гранта РФФИ № 11-08-00096-а.

Литература:

1. **Фридман А. Л.** Теория и проектирование орудий промышленного рыболовства. М. 1981. - 327 с.
2. **Розенштейн М. М.** Механика орудий рыболовства. - Калининград: КГТУ, 2000. - 363 с.
3. **Nedostup A. A., Belyh A. V.** Method of calculation of force characteristics The Danish seine/ 9th International workshop - Contributions on the theory of fishing gears and related marine systems DEMAT 2009. V. 6. 2010. Japan. Nara. Kinki. p. 283-293.

4. **Недоступ А. А., Белых А. В.** Метод расчета натяжения урез-
зов снюрревода при якорном способе лова// Известия ТИНРО. Владиво-
сток. Т. 162. - 2010. - С. 389-406.

Техническая
эксплуатация
флота

СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СУДОВ НА ПРИМЕРЕ БУРОВЫХ СУДОВ

Холичев С. Н. (*г. Мурманск, МГТУ, Кафедра Судовождения, kholichev.sergey@gmail.com*)

The key requirement for drilling operations is to prevent the uncontrolled release of hydrocarbons, which can cause fire or pollution. Safe limits are set for the time to secure the drill floor, with different limits for drilling.

Системы динамического позиционирования – многофункциональные системы с обратной связью. Основная функция, для которой разработана система, это удержание судна в указанной позиции, или на указанном пути с заданным курсом, либо определенными ограничениями. Система должна быть в состоянии обрабатывать переходные состояния, такие как изменения внешних сил, отсутствие сигнала от датчиков и оборудования определяющих место судна, и ошибки технических средств. Вторичные функции заключаются в контроле судна, с тем чтобы свести к минимуму расход топлива и сократить износ двигателя до минимума. Исходя из этого, операции выполняемые системами динамического позиционирования можно разделить на две отдельные функции:

- Измерение отклонения судна от своей позиции и оценка / расчета сил, необходимых для возвращения судна в заданную позицию
- оценка внешних постоянных сил, действующих на судно и расчет сил, необходимых для противодействия их влиянию на систему.

Основное действие управления можно описать следующим образом:

1. Измерение отклонения судна от его заданного положение, и задание курса для возвращения
2. Расчет отклонений по осям X, Y и N
3. Расчет сил противодействия в направлении осей X, Y и N
4. Преобразование противодействия сил в команды для отдельных двигателей для этого необходимо:
 - Датчики, для того чтобы определить положение на местности
 - Датчик для определения курса судна
 - Средство расчета команды на движители для создания противодействующих сил.

Другими словами, система реагирует на отклонение судна от заданной позиции и создает силу, возвращающую судно в исходную точку. Замечает еще одно отклонение, рассчитывает силы и снова возвращает судно на место и так далее. Главная особенность заключается в

том, чтобы максимально уменьшить количество колебаний при возврате в позицию, тем самым сберечь моторесурс двигателей. Управление с обратной связью судна является сложным ввиду характера перемещения сил, использования систем зондирования и учета характеристики судна. Поэтому система управления включает в себя модель судна.

Ключевым требованием для буровых работ является предотвращение неконтролируемого выброса углеводородов, которые могут привести к пожару или загрязнению. Второстепенная роль заключается в обеспечении надежности удерживаемой позиции в течение дня. Так как повторные подключения для бурения могут быть дорогими. Бурение скважины может занять 150 дней. Безопасные пределы по углу поворота устанавливаются на определенный момент и для определенной буровой станции, с различными ограничениями для бурения, спуска колонны или тестирования. Резервирование системы не требуется. Буровые суда могут быть как однокорпусники так и с другими типами корпуса. В обоих случаях задача заключается в поддержании бурильной колонны с минимальным изгибом и кручением. Для однокорпусников использование флюгера обеспечит минимальную активность подруливающим устройством. Однако, при вращении судно будет ограничено разрешенным углом для бурильной колонны. Для бурения угол должен сохранять жесткие рамки.

В настоящее время подобные системы хорошо зарекомендовали себя и широко используются, поэтому их оптимизация очень актуальна. В используемых в настоящее время системах наибольшее внимание уделено влиянию ветра на дрейф судна, но на самом деле ветер оказывает не первостепенное влияние на смещение судна от заданной точки. Не меньшее влияние оказывают волнение и течение. Разработкой и модификацией систем, которые позволят учесть эти факторы, я сейчас занимаюсь при написании своей диссертации. Использование этих систем несет очень большое практическое значение, так как позволит экономить топливо, использовать больше энергии на первостепенные задачи выполняемые судном и уменьшить износ систем судна.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИСАДКИ ПВТУ-2002 ДЛЯ СОЗДАНИЯ АНТИЭРОЗИОННОГО ПОКРЫТИЯ

Астраух О. В. (*г. Калининград, Балтийская государственная академия рыбного промыслового флота, кафедра Технологии материалов и судоремонта*)

In work questions of erosive deterioration of pig-iron samples in solutions of additive ПВТУ-2002.

Известно, что длительный опыт эксплуатации судовых и транспортных дизелей различных марок и фирм выявил низкую надежность цилиндровых втулок. Чаще всего причиной этого являются коррозионно-эрозионные разрушения охлаждаемых водой поверхностей, которые уменьшают ресурс втулки цилиндра в 3-4 раза, снижают надежность двигателя, а также приводят к затратам на ремонтные работы и запасные части.

Одной из проблем на пути увеличения срока службы судовых ДВС является защита деталей систем охлаждения от коррозионно-эрозионных разрушений, интенсивность которых может быть снижена за счет использования специальных присадок, способных адсорбироваться на поверхности металла из охлаждающей среды.

Разработанная на кафедре Технологии материалов и судоремонта БГАРФ присадка к воде теплоэнергетических установок ПВТУ-2002 (Патент на изобретение № 2192505 от 10.11.2002) обладает высокой адсорбционной способностью компонентов по отношению к металлическим поверхностям в силу своего состава и механизма действия.

Присадка ПВТУ-2002 представляет собой продукт следующего состава: сульфат никеля $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, гипофосфит натрия $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, цитрат натрия $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, карбонат натрия $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и полиакриламид $\text{CH}_2\text{CHCONH}_2)_n$.

В процессе эксплуатации двигателя на внутренней поверхности полости охлаждения происходит образование металлического покрытия в результате восстановления ионов никеля из раствора присадки без применения внешнего электрического поля. Главное преимущество данного метода состоит в том, что осаждение никеля идет при почти постоянной скорости по всей сложной форме поверхности деталей системы охлаждения. Тонкие осадки никеля имеют тенденцию к воспроизведению топографии основной поверхности, а более толстые проявляют эффект выравнивания (сглаживания) рельефа поверхности. Этот факт весьма важен для защиты поверхностей охлаждения дизелей, имеющих сложный профиль, а также местные эрозионные и коррозионные разрушения.

Никель широко применяется в качестве защитного покрытия и характеризуется хорошими механическими свойствами и стойкостью ко многим агрессивным средам, он термодинамически устойчив в нейтральных и умеренно щелочных растворах и способен к пассивации путем формирования поверхностного слоя NiO или Ni(OH)_2 . Причем особенно ценным качеством этой пассивной пленки является ее способность сохраняться в хорошем состоянии в сильно турбулентных и эрозионных условиях.

Большинство покрытий никеля для технических целей наносятся электроосаждением и служат для обеспечения сопротивления коррозии,

эрозии и фреттингу. Механические свойства таких покрытий зависят от состава электролита, pH, плотности тока и температуры раствора. При промышленном применении эти параметры специально варьируются для того, чтобы получить определенное качество покрытий: твердость, прочность, пластичность и внутренние напряжения.

Однако, в процессе эксплуатации двигателя нанесение гальванического покрытия невозможно, а осаждение никеля восстановлением из раствора присадки к охлаждающей жидкости представляется вполне реальным. В отличие от гальванического покрытия, в этом случае никель осаждается на защищаемую поверхность без применения внешнего электрического поля.

Механизм действия присадки ПВТУ-2002 объясняется тем, что в водном растворе ее содержатся положительно заряженные ионы никеля и полярные молекулы полиакриламида, имеющие в своем составе отрицательно заряженные группы $-NH_2$. Вначале, на поверхности металла химически адсорбируются катионы никеля, то есть наблюдается процесс хемосорбции ионов за счет валентных сил. Это вызывает перезарядку поверхности металла, и делает возможным дальнейший процесс адсорбции дифильных молекул полиакриламида электростатически за счет кулоновских сил. Адсорбированные на внутренней поверхности полости охлаждения ионы никеля в присутствии сильного восстановителя NaH_2PO_2 , входящего в состав присадки, восстанавливаются до металлического никеля и образуют катодное покрытие, снижающее коррозионно-эрозионное разрушение этой поверхности. Одновременно, адсорбция молекул полиакриламида значительно снижает поверхностное натяжение на границе раздела фаз газ – жидкость, что способствует коагуляции мелких пузырьков растворенных в охлаждающей жидкости газов в более крупные, и частичной ее дегазации. Слой молекул ПАВ, адсорбированных на поверхности металла, оказывает демпфирующий эффект, что в сумме несколько снижает кавитационные воздействия, возникающие в системе охлаждения дизеля под действием высокочастотных вибраций втулок цилиндров.

Лабораторные испытания присадки ПВТУ-2002 проводились на гидравлической установке, оборудованной магнитострикционным вибратором (МСВ), на образцах, изготовленных из серого чугуна СЧ-24. С помощью МСВ имитировались процессы кавитационных разрушений в гидросистеме при изменении различных параметров в соответствии с требованиями ГОСТ 30480-97 «Обеспечение износостойкости изделий. Методы испытаний на износостойкость. Общие требования». Исследования показали, что у образцов, подвергшихся испытанию на МСВ, в растворах присадки ПВТУ-2002 наблюдалось увеличение мас-

сы. Их поверхность оставалась блестящей, следов коррозионно-эрозионных разрушений на ней не наблюдалось. Этот эффект объясняется образованием на поверхности образцов равномерного никелевого покрытия, что подтверждает способность присадки осуществлять защиту поверхностей охлаждения теплоэнергетических установок. Результаты эксперимента приведены в таблице.

Таблица. Величина износа чугуновых образцов в растворах присадки ПВТУ-2002

№ п/п	Концентрация раствора, %	Средняя величина износа образца, мкг	
		активный образец	пассивный образец
1	0 (дистиллированная вода)	5480	4300
2	2	-83	-760
3	3	-100	-980
4	4	-67	-680

Величины износа образцов, испытанных в растворах присадки ПВТУ-2002, являются отрицательными, что соответствует приращению их массы в результате образования металлического покрытия «железо-никель», вследствие восстановления ионов никеля из раствора присадки.

Натурные испытания присадки ПВТУ-2002 проводились в централизованной системе охлаждения энергетической установки к/с «Атлет-4», обеспечивающей охлаждение двух главных дизелей марки 8AL 20/24 и двух дизель-генераторов 6AL 20/24 в течение одного календарного года. Нарботка дизелей за период испытаний составила соответственно 2440 и 3500 часов. При проведении ревизии поверхности цилиндрических втулок следов коррозионно-эрозионных разрушений обнаружено не было. Наблюдалось равномерное блестящее покрытие по всей поверхности втулок. Использование присадки ПВТУ-2002 на испытуемых дизелях позволило исключить проявление коррозионного и эрозионного изнашивания на охлаждаемых поверхностях цилиндрических втулок и повысить их эксплуатационный ресурс.

Таким образом, проведенные лабораторные и натурные испытания показали, что присадка ПВТУ-2002 обладает высокими противокоррозионными свойствами и защищает металл от кавитационной эрозии, т.е. осуществляет комплексную защиту теплообменных поверхностей систем охлаждения судовых дизелей.

Литература:

1. **Пимошенко А.П.** Защита судовых дизелей от кавитационных разрушений. – Л.: Судостроение, 1983.-120 с.
2. **Погодаев Л.И., Пимошенко А.П., Капустин В.В.** Эрозия в системе охлаждения дизелей.- Калининград.: Академия транспорта РФ, 1993.- 325 с.
3. ГОСТ 30480-97 Обеспечение износостойкости изделий. Методы испытаний на износостойкость. Общие требования. – М.: Издательство стандартов. 1998. – 12 с.
4. Защита от коррозии. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. - Часть 1. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 468 с.

**ОБ ОЦЕНКЕ УРОВНЯ НАДЕЖНОСТИ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
И ВЛИЯНИИ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ
НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ**

Баева Л. С., Пашеева Т. Ю. (*г. Мурманск, МГТУ, судомеханический факультет, кафедра технологии металлов и судоремонта*)

Аннотация. Уделено внимание стойкости сталей и сплавов к различным видам коррозии. Рассмотрена возможность обеспечения высокой надежности сварных корпусных конструкций судна при условии наличия информации о свойствах основного материала и сварного шва, распределения дефектов в сварных швах сварных соединений на стадии производства. Показано, что коррозионную стойкость закрытых сварных соединений можно регулировать термическим циклом сварки.

Введение. Остаточный ресурс сварных конструкций во многом обусловлен соответствием служебных характеристик исходных материалов условиям эксплуатации. Это в полной мере относится к работе металлоконструкций в агрессивных средах⁴.

Стойкость сталей и сплавов к различным видам коррозии определяется в первую очередь их составом. Однако большое влияние на устойчивость стали к коррозии оказывают также и термическая обработка,

⁴ Комплексные исследования свариваемости и коррозионной стойкости аустенитно-ферритной (дулексной) стали SAF 2507, см. «Сварка. Диагностика», 2010, № 2

сварка, горячая пластическая деформация, качество поверхности металла и другие факторы⁵.

Наиболее распространенные повреждения сварных конструкций связаны с коррозионным процессом. Виды и особенности коррозионных разрушений сварных конструкций определяются свойствами материала, напряженным состоянием в конструкции, свойствами коррозионной среды и условиями взаимодействия металла со средой (температурой, временем, давлением и др.).

Важно знать скорости коррозионного изнашивания, чтобы иметь возможность определить время наступления отказа корпуса и таким образом оценить уровень его надежности.

Для обеспечения высокой надежности сварных корпусных конструкций судна необходимо располагать информацией о свойствах основного материала и сварного шва, распределении дефектов в сварных швах сварных соединений на стадии производства. Поэтому необходимо провести исследования по выявлению закономерностей распределения дефектов сварных соединений в корпусных конструкциях на стадии изготовления, в зависимости от материала, типа сварных соединений и способа сварки. Эти исследования позволят разработать и внедрить эффективные организационно-технические решения и мероприятия, направленные на предупреждение причин повреждения корпусных конструкций судна, повышение качества корпусных конструкций и надежности судна.

1.1 Особенности коррозионного износа сварных швов

Местный коррозионный износ проявляется в виде специфических коррозионных разрушений в днищевой обшивке, которые являются инициаторами образования трещин в листах обшивки. Интенсивный местный коррозионный износ в еще большей степени, чем общий износ, снижает уровень надежности корпусных конструкций, так как появление трещин вызывает временный вывод судов из эксплуатации.

Общий коррозионный износ приводит к снижению технического состояния корпусов судов, следовательно, к преждевременному выводу их из эксплуатации.

Механизм коррозионных разрушений сварных соединений не отличается от механизма разрушения основного металла. Особенности,

⁵ Бородин, Д. И. Служебные свойства коррозионностойких сталей различных классов / Д. И. Бородин, А. А. Тимофеев, И. А. Петушков // Главный механик. – 2010. - № 8. - С. 40-46.

которые определяют (в отличие от основного металла) причины, характер, кинетику и механизм разрушения сварных соединений, зависят от физико-химического воздействия сварки, вызывающего неблагоприятное изменение и неоднородность свойств металла и напряженного состояния, следствием чего является усиление отрицательного воздействия среды⁶.

Для сварного соединения характерны:

а) структурно-химическая макро - и микронеоднородность (основной металл, литой металл шва, переходные структурные зоны влияния, зерна, границы зерен, фазы включения и т. д. в пределах каждой зоны);

б) неоднородность напряженного состояния собственного (остаточные напряжения и пластическая деформация) и от внешней нагрузки;

в) геометрическая неоднородность (технологические и конструктивные концентраторы).

Сварные соединения подводной части корпуса судна условно можно разделить на две группы: «открытые», включающие все стыковые и пазовые сварные соединения наружной обшивки, и «закрытые» - тавровые сварные соединения наружной обшивки с набором.

Металл шва у открытых соединений непосредственно омывается водной средой, в которой движется судно. В электрохимическом коррозионном процессе такие сварные соединения представляют трехэлектродную систему. Электролитом для них является морская вода, омывающая сварной шов, зону термического влияния (ЗТВ) и основной металл.

Металл шва у закрытых соединений не имеет прямого контакта с водной средой акватории. Поэтому поверхность участка обшивки в районе приварки набора, омываемую водой (электролитом), можно рассматривать как двухэлектродную систему: одним макроэлектродом является зона теплофизического воздействия сварки (частный случай ЗТВ), другим – прилегающие к ней участки основного металла⁷.

⁶ Иванников, В. В. Графовая модель для анализа системы сварных швов судового корпуса / В. В. Иванников // Сварочное производство. – 1992. - № 7 (693). – С. 30-32

⁷ Шурпицкий, А. В. Коррозионная надежность сварных соединений корпусных конструкций / А. В. Шурпицкий. - Л. : ЛДНТП, 1986. - 21, [2] с. : ил. - (Серия "Прогрессивная технология обработки конструкционных материалов и изделия (механические, электрофизические и другие методы обработки, сварка, защитные покрытия)" / Ленингр. Дом науч.-техн. пропаганды).

Местный коррозионный износ в подводной части корпусов наиболее ярко выражен у открытых и закрытых сварных соединений. Для открытых сварных соединений характерным является износ валика усиления и ЗТВ.

Особенностью местного износа корпусов судов является наличие интенсивных коррозионных разрушений закрытых сварных соединений. Днищевая обшивка подвергается необычному коррозионному износу, локализованному в местах приварки днищевого набора. Разрушения внешне похожи на канавки или бороздки различной глубины, протянувшиеся по днищу в разных местах.

При ремонте корпусов участки обшивки с коррозионными канавками вырезают, что ведет к значительному и неоправданному расходу металла.

Развитие местного износа вызывается электрохимической неоднородностью (ЭХН) сварных соединений, которая представляет собой интегральную характеристику их склонности к коррозии и обуславливается неоднородностью упругопластического напряженного состояния (УПН), структурно-химической неоднородностью (СХН) и геометрической неоднородностью (ГН).

У закрытых сварных соединений основное влияние на характер, кинетику и механизм коррозионных разрушений оказывает теплофизическое воздействие, определяемое термодеструкционным циклом сварки (ТДЦ). Под воздействием ТДЦ в сварных соединениях образуются участки, различающиеся остаточной пластической деформацией и определенной дислокационной структурой.

Максимальная остаточная пластическая деформация и связанная с ней плотность дислокаций, наблюдается в околошовной зоне, которая в процессе сварки нагревается до температур 500 - 900°C. В этой зоне возникает наибольшая ЭХН. Таким образом, регулируя способы теплового возбуждения, можно влиять на процесс изменения внутренней и свободной энергии свариваемого металла и, следовательно, оказывать влияние на термодинамическую устойчивость сварных соединений, варьируя ТДЦ.

Процесс развития канавочной коррозии закрытых сварных соединений происходит за три этапа.

Первый этап - инкубационный период, в котором главную роль играют электрохимические процессы, обусловленные упругопластической и структурно-химической неоднородностью, возникающей под воздействием термодеструкционного цикла сварки на поверхности обшивки, противоположной сварному шву, и активированной технологическими и эксплуатационными напряжениями. На этих участках наружной поверхности металла обшивки под действием ТДЦ образуются коррозионно-активные зоны. Вследствие локального анодного раство-

рения коррозионно-активных путей в этих зонах образуются первичные коррозионные углубления - микроязвочки. Металл в вершине микроязвочек имеет более отрицательный потенциал по сравнению с окружающим металлом, поэтому происходит преимущественно растворение металла в вершине микроязвочки. Концентрация напряжений, в свою очередь, еще более сдвигает потенциал металла в сторону отрицательных значений, тем самым, способствуя ускорению анодного растворения и увеличению концентрации напряжений в вершине коррозионной язвочки.

Второй этап - образование коррозионных канавок из микроязвочек в результате совместного действия напряжений и коррозионной среды. Вершины канавок располагаются в зоне максимальных остаточных растягивающих и эксплуатационных знакопеременных напряжений. Участки металла в вершине коррозионной канавки являются анодом по отношению к ее стенкам и обладают большим отрицательным потенциалом по сравнению с потенциалом микроязвочек. Это приводит к интенсивному развитию коррозионных процессов, которые протекают настолько интенсивно, что в отдельных районах дна образуются канавки глубиной 4 - 6 мм при ширине у основания 12 - 15 мм.

Третий этап - образование трещины в вершине канавки. Под воздействием концентрации напряжений и знакопеременных нагрузок возникают новые коррозионно-активные пути: макро- и микротрещинки, связанные с микропластической деформацией, перемещающейся в глубь металла с определенной скоростью. Анодное растворение и микропластическая деформация в вершине зародившейся микротрещины взаимно инициируют и контролируют друг друга: пластическая деформация делает металл более анодным и увеличивает скорость растворения, анодный процесс ускоряет процесс пластической деформации, облегчая выход дислокаций на поверхность вследствие удаления поверхностных барьеров, препятствующих их выходу. Смена знака деформаций (растяжение — сжатие) сопровождается трением внутренних сторон микротрещин и механическим разрушением защитных пленок, что способствует более эффективной работе электрохимических пар вершина - стенка трещины. В связи с уменьшением живого сечения и при достаточном запасе потенциальной энергии механический фактор начинает преобладать над коррозионным фактором. Трещина развивается с высокой скоростью, близкой к скорости хрупкого разрушения без коррозионной среды, и появляется в тот момент, когда концентрация напряжений вызывает локальный чисто механический микронадрыв с разрядкой концентрации напряжений.

Средняя максимальная скорость канавочной коррозии составляет 0,96 мм/год, а средняя глубина канавки, при которой образуется трещина, составляет 2,7 мм.

Следовательно, в среднем через каждые 2,5 - 3 года эксплуатации судна возможно появление сквозных разрушений (строительная толщина листов днищевой обшивки судна составляет 8 - 10 мм)⁸.

Канавочная коррозия инициирует образование трещин в оставшемся живом сечении околошовной зоны, снижает уровень надежности закрытых сварных соединений и конструкции в целом.

Межкристаллитная коррозия возникает в результате нарушения химического состава, термической обработки и при других отклонениях от технологий (сварки, гибки), оказывающих неблагоприятное влияние на структуру металла⁹.

В результате межкристаллитной коррозии нарушается связь между зернами, под воздействием нагрузки металл легко разрушается. Межкристаллитная коррозия опасна тем, что при наличии остаточных сварочных напряжений происходит ее перерастание в коррозионное растрескивание под напряжением.

Ножевая коррозия с большой скоростью распространяется вглубь металла и существенным образом зависит от технологии сварки.

При обнаружении в конструкции трещиноподобных дефектов и трещин необходимо установить причину их появления. Без установления механизма развития повреждаемости и трещинообразования в конструкции, как правило, невозможны ее качественный ремонт, установление параметров и критериев предельного состояния и на их основе – срока возможной эксплуатации.

Особенности общей электрохимической коррозии сварных соединений связаны с электрохимической неоднородностью двух видов:

⁸ Шурпицкий, А. В. Коррозионная надежность сварных соединений корпусных конструкций / А. В. Шурпицкий. - Л. : ЛДНТП, 1986. - 21,[2] с. : ил. - (Серия "Прогрессивная технология обработки конструкционных материалов и изделия (механические, электрофизические и другие методы обработки, сварка, защитные покрытия)" / Ленингр. Дом науч.-техн. пропаганды).

⁹ Бородин, Д. И. Коррозионностойкие стали и основные виды коррозии / Д. И. Бородин, А. А. Тимофеев, И. А. Петушков // Главный механик. – 2010. - № 7. - С. 49-56.

а) макронеоднородностью, обусловленной различием химического состава и структуры в разных зонах соединения;

б) микронеоднородностью, обусловленной структурной и химической неоднородностью в пределах каждой зоны.

1.2 Влияние технологии сварки на коррозионную стойкость сварных соединений

Коррозионную стойкость закрытых сварных соединений можно регулировать термическим циклом сварки.

Следовательно, необходимо разработать технологию приварки набора к обшивке с таким термическим циклом, который обеспечивал бы скорость канавочной коррозии (V_{KK}), не превышающую скорости коррозии основного металла (V_K), т. е.

$$v_{KK} = F_1(U_{\bar{A}}, I_c, V_c, S_{\bar{I}}, \hat{O}_{\hat{E}}, \tilde{Q}\tilde{N}) \leq 1, (1.1)$$

где $v_{KK} = V_{KK}/V_K$ - относительная скорость канавочной коррозии.

Для решения поставленной задачи рассмотрены факторы, оказывающие наибольшее влияние на развитие канавочной коррозии: напряжение на дуге $U_{\bar{A}}$, сварочный ток I_c , скорость сварки V_c , толщина листа (полки) S_n , форма подготовки кромки стенки Φ_k - с У-образной разделкой и без разделки, вид защитной среды (ЗС) - флюс и углекислый газ.

При определении зависимости (1) за параметр оптимизации приняты относительная средняя скорость канавочной коррозии V_{KK} , и максимальная температура нагрева наружной поверхности полки, измеренная в процессе сварки таврового соединения.

Для обеспечения минимального нагрева поверхности полки сварку следует осуществлять при возможных минимальных значениях напряжения, тока и максимальной скорости сварки, т. е. на малых погонных энергиях сварки.

Скорость канавочной коррозии закрытых сварных соединений увеличивается с ростом напряжения и тока и снижается при увеличении скорости сварки. Форма разделки кромок и вид защитной среды незначительно влияют на скорость канавочной коррозии.

О возможности развития канавочной коррозии можно судить по величине максимальных температур нагрева наружной поверхности

листа (полки). Основное влияние на ее развитие оказывает термомодеформационный цикл сварки¹⁰.

Режимы сварки следует выбирать таким образом, чтобы исключить сквозной прогрев полки и получить наименьшие остаточные деформации.

Выводы:

1. Уровень коррозионной надежности сварных соединений корпусов судов зависит от скоростей их коррозионного изнашивания.

2. Существующий уровень коррозионной надежности корпусов судов не обеспечивает длительных сроков эксплуатации, предусмотренных на стадии проектирования.

3. Скорость местного коррозионного изнашивания (канавочной коррозии) сварных соединений зависит от режимов сварки: возрастает при увеличении сварочного тока и напряжения и снижается при увеличении скорости сварки.

5. Для повышения уровня коррозионной надежности сварных соединений приварку набора к обшивке следует выполнять на малых погонных энергиях сварки. Необходимо правильно выбирать присадочные материалы, конструкцию сварного шва, методы и режимы сварки.

Литература:

1. **Зубченко А.С., Федоров А.В.** Комплексные исследования свариваемости и коррозионной стойкости аустенитно-ферритной (дуплексной) стали SAF 2507/ А.С. Зубченко, А.В. Федоров // «Сварка. Диагностика» - 2010. - № 2. – С.15-21

2. **Бородин, Д. И.** Служебные свойства коррозионностойких сталей различных классов / Д. И.Бородин, А. А.Тимофеев, И. А.Петушков // Главный механик. – 2010. - № 8. - С. 40-46.

3. **Иванников, В. В.** Графовая модель для анализа системы сварных швов судового корпуса / В. В. Иванников // Сварочное производство. – 1992. - № 7 (693). – С. 30-32

¹⁰ Шурпицкий, А. В. Коррозионная надежность сварных соединений корпусных конструкций / А. В. Шурпицкий. - Л. : ЛДНТП, 1986. - 21,[2] с. : ил. - (Серия "Прогрессивная технология обработки конструкционных материалов и изделия (механические, электрофизические и другие методы обработки, сварка, защитные покрытия)" / Ленингр. Дом науч.-техн. пропаганды).

6. **Шурпицкий, А. В.** Коррозионная надежность сварных соединений корпусных конструкций / А. В. Шурпицкий. - Л. : ЛДНТП, 1986. - 21,[2] с. : ил. - (Серия "Прогрессивная технология обработки конструкционных материалов и изделия (механические, электрофизические и другие методы обработки, сварка, защитные покрытия)" / Ленингр. Дом науч.-техн. пропаганды).

7. **Бородин, Д. И.** Коррозионностойкие стали и основные виды коррозии / Д. И.Бородин, А. А.Тимофеев, И. А.Петушков // Главный механик. – 2010. - № 7. - С. 49-56.

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ ПРИМЕСЕЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ СУДОВЫХ ПРОТЕКТОРОВ

Ващенко И. П. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта*)

Для исследования были представлены два алюминиевых протектора судна М-0182 ЗАО «РПФ Вариант» с различной степенью износа по массе с целью определения возможных причин неравномерного разрушения данных протекторов в период эксплуатации.

1. Протектор алюминиевый, массой 5,2кг (с износом 3,8 %).
2. Протектор алюминиевый, массой 1,5кг (с износом 28,8 %).

Протекторы предназначены для защиты корпусов морских судов и других корпусных конструкций от коррозии. Для судов, находящихся в эксплуатации, наиболее эффективным является протекторная защита, установка которой не требует практически никакой подготовки поверхности.

В практике катодной защиты с применением протекторов строго соблюдаются принципы их выбора, которые основаны на многолетнем положительном опыте их применения. Так, если отсутствуют какие-либо ограничения при выборе средств защиты конструкций, то лучшими протекторными материалами считаются сплавы на основе алюминия. Такие металлоконструкции составляют свыше 60% и поэтому алюминиевые протекторные сплавы получили наибольшее распространение.

Эффективность протекторной защиты металлов от коррозии, так же как и других методов электрохимической защиты, принято характеризовать величиной защитного эффекта и коэффициентом защитного действия. Эти показатели зависят от электрохимических характеристик протектора: бестокового электродного потенциала, поляризуемости, величины поверхности, стабильности работы по времени и др. Поэтому

для характеристики материала анодных протекторов используют: электродный потенциал, выход тока и коэффициент полезного действия.

На электропроводность алюминия влияет ряд факторов: степень деформации, режим термической обработки и т. д., решающую же роль играет природа примесей, присутствующих в алюминии. Примеси по их отрицательному влиянию на электропроводность алюминия можно расположить в следующий ряд: Cr, V, Mn, Ti, Mg, Ag, Cu, Zn, Si, Fe Ni. Наиболее отрицательное влияние на электросопротивление алюминия оказывают примеси Cr, V, Mn и Ti. Поэтому в алюминии, предназначенном для электротехнической промышленности, сумма Cr+V+Mn+Ti не должна превышать 0,015% (марка А5Е) и даже 0,01 % (А7Е) при содержании кремния соответственно 0,12 и 0,16 %.

Расхождение между теоретическим и практическим выходами тока обусловлено главным образом саморастворением (коррозией) металла анодного протектора. Теоретический выход тока анодного протектора — величина, обратная электрохимическому эквиваленту металла протектора.

Таким образом, убыль массы анодного протектора складывается из полезных потерь, связанных с генерацией защитного тока в цепи гальванической пары протектор - защищаемый металл, и непроизводительных потерь массы, связанных с саморастворением анодного протектора. Материал протектора должен обладать следующими свойствами:

- отрицательным потенциалом, достаточным для защиты от коррозии в данной среде;
- способностью корродировать в течение всего срока службы без образования защитных пленок на поверхности;
- высокой анодной эффективностью – токоотдачей на единицу массы.

Физико-химические характеристики протекторных сплавов в соответствии с требованиями ГОСТ 26251-84 представлены в таблице 1.

Таблица 1

Марка сплава	Плотность, г/см ³	Отрицательный потенциал по водородному электроду сравнения, мВ		Отрицательный потенциал по хлорсеребряному электроду сравнения, мВ		Удельная теоретическая токоотдача, Ач/кг	Коэффициент полезного использования, % не менее
		стац.	рабо-	стац.	ра-		

			чий		бо- чий		
АП1	2,8	820	730	1060	970	2880	80
АП2	2,7	650	600	890	840	2940	80
АП3	2,8	820	730	1060	970	2880	80
АП4	2,8	900	800	1140	1040	2880	80
ЦП1	7,1	820	730	1060	970	820	95
ЦП2	7,1	820	730	1060	970	820	95
ЦП3	7,1	820	730	1060	970	820	95

Из выше изложенного и таблицы 1 следует, что работоспособность, характер протекания физико-химических процессов, как в материале протектора, так и в цепи гальванической пары, прежде всего, зависят от химического состава и взаимодействия компонентов в металле анода.

В результате визуального осмотра протекторов была установлена различная степень их износа в процессе эксплуатации. Техническая документация на протекторы в представленных материалах отсутствовала - марка сплава протекторов была установлена в результате проведения спектрального и химического анализа.

Химический состав материала протекторов представлен в таблице 2.

Таблица 2

№ протектора	Химический состав элементов, %												
	Mn	Fe	Cr	C u	Z n	Si	V	Mg	Ti	Al	Sn	Pb	Z r
1	0,0 10	0, 50	0,0 02	0, 11	> > >	0, 62	0,0 02	0,0 12	> > >	ос т.	качест- венно >> +		-
2	0,0 06	0, 36	0,0 05	0, 12	0, 05	1, 32	0,0 05	0,0 07	> > >	ос т.	-	-	-

Из таблицы 2 следует, что химический состав материала протектора с износом в процессе эксплуатации 28,8% (№ 1) существенно отличается от химического состава сплава материала протектора с износом 3,8% (№ 2).

Суммарная доля примесей в материале протектора №1 равна 1,26%, следовательно, чистота алюминия составляет 98,74%.

Суммарная доля примесей в материале протектора №2 - 1,87%, следовательно, чистота алюминия - 98,13 %.

Таким образом, протекторы № 1 и № 2 по чистоте алюминия не соответствуют марке А5 (чистота алюминия технического - не менее 99,5% ГОСТ 11069-74).

В таблице 3 представлен химический состав протектора П - КОА – 5, марок АП1 ... АП4 из которой видно, что химический состав материала протекторов №1 и №2 не соответствует химическому составу материала ни одной из марок протектора П-КОА-5-1.

Таблица 3

Марка сплава	Химический состав элементов протектора П - КОА – 5, ГОСТ 26251-84; %												
	Mn	Fe	C r	Cu	Zn	Si	V	M g	Ti	Al	Sn	P b	Zr
АП 1	-	0,10	-	0,01	4,0 - 6,0	0,10	-	-	-	ост.	-	-	-
АП 2	0,01-0,20	0,10	-	0,01	0,6 - 1,0	0,10	-	-	-	ост.	-	-	-
АП 3	-	0,10	-	0,01	4,0 - 6,0	0,10	-	-	-	ост.	-	-	0,001-0,1
АП 4	-	0,10	-	0,01	4,0 - 6,0	0,10	-	-	-	ост.	0,05-1,0	-	-

Примечание: Таблица 5.2 содержит: Ga - 0,01 ÷ 0,05 %; In - 0,01 ÷ 0,05 %.

Выводы:

В результате исследований установлено:

1. Химический состав материала протекторов №1 и №2 не соответствует химическому составу материала протектора П-КОА-5-1 АП1 ... АП4 в соответствии с требованиями ГОСТ 26251-84. Протекторы № 1 и № 2 с различной степенью износа могли быть из разных партий поставки протекторов заказчику и различаться технологией изготовления.

2. Материал протекторов не соответствует алюминию технической чистоты.

3. По геометрическим параметрам – протектор № 2 не соответствует требованиям ГОСТ 26251-84.

2. Причиной снижения анодной эффективности протектора № 2 является пониженное содержание железа, вызвавшее увеличение степени пассивации (скорость образования оксидной пленки выше).

3. Увеличенное содержание кремния привело к повышению удельного сопротивления материала протектора, что привело к снижению электропроводности и электрохимических характеристик.

4. Повышенное содержание цинка привело к увеличению коррозионной стойкости материала протектора № 2.

Литература:

1. ГОСТ 26251- 84 (СТ СЭВ 4046-83). Протекторы для защиты от коррозии. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1984.

2. Катодная защита. / Справочник. /Под ред. д.т.н., проф. И.В.Стрижевского (пер с нем.) – М.: Металлургия, 1992. – 177 с.

3. ГОСТ 11069–74. Алюминий первичный: Химический состав. Марки. – М.: Издательство стандартов, 1974.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ СОРТОВ ТОПЛИВА

Баева Л. С., Григорьева О. П. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра инженерной графики, кафедра технологии металлов и судоремонта*)

Аннотация.

Статья посвящена характеристике топлив, использованию рациональных сортов топлива, методам повышения эффективности и надежности работы двигателей на тяжелых сортах топлива.

Abstract.

The article is devoted to the characterization of fuels, the use of rational varieties of fuel, how to improve the efficiency and reliability of engines for heavy grades of fuel.

Введение

В качестве топлив в дизелях используют преимущественно продукты переработки нефти, представляющие собой сложную смесь различных групп углеводородов. В судовых дизелях применяют два вида топлива нефтяного происхождения: дистиллятные (дизельные и газотурбинные) и тяжелые (средневязкое и мазуты).

Дистиллятные топлива имеют низкую вязкость, благодаря чему могут быть использованы в дизельных установках без подогрева в цистернах и перед двигателем. К ним относятся дизельные и газотурбинные топлива.

Дизельные топлива получают в процессе прямой перегонки нефти. Они содержат в основном фракции, выкипающие при температуре 230—345 °С. Дизельные топлива обладают относительно высокой стоимостью.

Газотурбинные топлива представляют собой дистиллятные топлива, получаемые методом замедленного коксования из гудрона и крекинг-остатков сернистых нефтей. Топлива характеризуются низкой зольностью, незначительным содержанием механических примесей, но высоким содержанием серы и смолистых веществ. Стоимость газотурбинных топлив ниже дизельных, так как в качестве сырья для их получения служат остаточные продукты переработки нефти. Газотурбинные топлива обладают меньшей вязкостью, чем тяжелые (не более 21 мм²/с при 50 °С), поэтому их можно использовать, как и дизельные, без подогрева. Однако по сравнению с дизельными топливами газотурбинные обладают пониженной способностью к самовоспламенению, повышенной температурой застывания и склонностью к нагарообразованию, увеличенным содержанием серы.

Тяжелые топлива представляют собой смеси остаточных нефтепродуктов прямой перегонки нефти или чаще всего крекинг-остатков с дистиллятными фракциями. В зависимости от количества и качества составляющих компонентов тяжелые топлива подразделяют на средне- и высоковязкие сорта. Вследствие высокой вязкости тяжелых топлив топливные системы двигателей должны быть оборудованы подогревом.

При выборе сорта топлива учитывают конструктивные особенности и режимы работы судового дизеля, рекомендации завода-изготовителя, стоимость топлива, возможности топливных систем по его очистке и подогреву, а также возможность перевода дизеля на ходу с дистиллятного топлива на тяжелое и обратно.

Широкое применение тяжелых топлив в судовых дизелях обусловлено тем, что они дешевле дистиллятных. Однако средневязкое топливо и мазуты обладают повышенными вязкостью, содержанием серы, воды и механических примесей. Для использования таких топлив в дизелях топливные системы должны быть оборудованы средствами подогрева и очистки топлив от воды и механических примесей. Для нейтрализации вредного воздействия серы на детали ЦПГ применяют высокощелочные цилиндрические масла. Наиболее подходящими из отечественных сортов цилиндрических масел являются М-16Е30, М-16Е60 и М-20Е70.

В дизелях судовых электростанций и в главных СОД, не приспособленных к работе на тяжелых топливах, с целью снижения эксплуатационных расходов вместо дистиллятного дизельного топлива широко применяют топливные смеси (дизельное и тяжелое топлива) в опре-

деленной пропорции. Смесь должна быть равномерной и гомогенной, с вязкостью, обеспечивающей качественное распыление топлива форсункой, экономичную и надежную работу дизеля без подогрева смеси.

Резкое увеличение потребления дизельного топлива и рост цен на него повысили топливную составляющую в эксплуатационных расходах на транспорте вообще и на промысловых судах в частности. Это привело к более широкому использованию тяжелых сортов топлива на судах для работы двигателей. Использование тяжелых топлив на судах для работы двигателей потребовало изменения схем топливоподготовки и прежде всего очистки, топлива для обеспечения надежной работы топливной аппаратуры, цилиндропоршневой труппы и всего газового тракта. Входящие в состав тяжелых топлив парафинистые соединения, асфальтены, нефтяные смолы при сгорании образуют тяжело удаляемый нагар, при хранении в танках образуются осадки. Такие топлива тяжело поддаются фильтрации, так как парафинистые вещества засоряют фильтры, дают значительные отложения в сепараторах. Для улучшения фильтрации температуру тяжелых топлив повышают. В то же время с повышением температуры в топливах образуется липкая лаковая пленка, активно захватывающая взвешенные в нем частицы, в результате отложения быстро увеличиваются.

Если при сепарации средневязких моторных топлив потери горючей части составляют примерно 1 — 1,5%, то при сепарации вязких топлив эти потери возрастают до 3% и более. Применение специальных методов подготовки топлив снижает эти потери. Стремление использовать топливные остатки от промывки танков и сепарации льяльных вод также требует специальной подготовки остаточных топлив, для того чтобы их можно было использовать в паровых котлах.

Для повышения эффективности сепарации тяжелых топлив ее нужно производить при как можно более низкой вязкости топлива (не более 40 сСт). Для этого его необходимо предварительно нагревать до возможно более высоких температур, не превышающих, однако, 98°C. Важно также, чтобы топливо как можно дольше находилось в барабане сепаратора, что достигается работой сепараторов с пониженной пропускной способностью. Рекомендации по выбору скорости

Во избежание разрушения водяного затвора или попадания воды в очищенное топливо, нужно следить за соответствием технических параметров гравитационного диска плотности сепарируемого топлива.

Наилучших результатов очистки можно достигнуть, если сепарацию топлива осуществлять в двух параллельно работающих на малой подаче сепараторах, настроенных на режим пурификации, и, после-

довательно с ними — кларификатора. Такая схема работы особенно полезна при сепарации топлив, содержащих алюмосиликаты.

Обычные методы отстаивания и сепарации топлив, долгое время считавшиеся классическими, не обеспечивают надежного и экономичного использования тяжелых сортов топлива.

Поиски эффективных средств и технологии использования вязких сортов топлива в судовых двигателях внутреннего сгорания ведутся как в нашей стране, так и за рубежом. Для повышения эффективности и надежности работы двигателей на тяжелых сортах топлива применяются различные методы: отстой, фильтрация, сепарация, обработка топлив электрическим полем, применение ультразвука при фильтрации, гомогенизация топлива и применение водотопливных эмульсий в двигателях и паровых котлах.

Конечно, следует учесть, что перевод двигателей внутреннего сгорания на средневязкие и особенно вязкие сорта топлива выдвигает две проблемы: обеспечение эффективного и надежного сжигания вязких топлив в судовых двигателях и приспособление судовых систем к приему, хранению и использованию этих топлив.

Если первая проблема решается сравнительно успешно при приемлемых затратах, то вторая проблема не всегда может быть успешно реализована на судах, находящихся в эксплуатации, так как требует оборудования топливных танков и систем обогревом, особенно при применении вязких мазутов.

При строительстве новых судов эти проблемы не вызывают сложностей и успешно решаются. Опыт показывает, что проблемы, возникающие из-за повышенной вязкости тяжелых топлив, наличия в топливе ванадия, повышенного содержания серы, натрия, абразивных веществ и других находят свое решение. В настоящее время выдвинуто предложение об установлении мировых стандартов на тяжелые сорта топлива, в которых помимо вязкости нормировались бы и другие свойства, влияющие на работу двигателей. Конечно, решение такого вопроса не просто, требует времени и больших совместных усилий заинтересованных сторон. Однако сам факт возникновения такой проблемы подтверждает неизбежность и в дальнейшем увеличения доли тяжелых топлив, используемых на судах.

Опыт использования флотских мазутов в двигателях больших автономных траулеров и других добывающих судов подтверждает реальную возможность увеличения использования тяжелых топлив без ухудшения основных рабочих характеристик двигателей и их надежности. Некоторое увеличение удельных расходов топлива при работе на тяже-

лых топливах в основном из-за более низкой теплоты сгорания тяжелых топлив компенсируется их меньшей стоимостью.

Использование тяжелых сортов топлива в двигателях изменило отношение к содержанию в топливе, в частности, воды. От явно отрицательного отношения к содержанию в дизельном и котельном топливах воды перешли к специальному добавлению воды в тяжелые сорта топлива и сжиганию его в виде водотопливной эмульсии. Многочисленные эксперименты показали, что применение водотопливной эмульсии улучшает процесс распыливания и испарения топлива в результате «микровзрывов» из-за мгновенного испарения микроскопических капель воды, содержащихся в водотопливной эмульсии.

В двигателях присутствие в топливе воды сокращает период задержки воспламенения, увеличивает продолжительность впрыска, уменьшает скорость нарастания давления, снижает интенсивность образования вредных окислов азота. Испытания двигателей, проведенные на водотопливных эмульсиях, показали, что содержание в высоковязком топливе 8—10% воды обеспечивает снижение удельного расхода топлива в судовых дизелях до 2,0%. Для предотвращения повреждений топливной аппаратуры и достижения максимального экономического эффекта применяются методы гидродинамической обработки водотопливной среды, добавление в топливо присадок, повышающих стабильность водотопливных эмульсий.

На ряде судов на тяжелые сорта топлива переводятся не только малооборотные главные двигатели, но и среднеоборотные и даже вспомогательные двигатели.

В общем случае рост эксплуатационных расходов при переводе дизелей на более тяжелые топлива определяется:

- Увеличением удельного расхода топлива в связи со снижением его теплоты сгорания и возможным ухудшением качества сгорания;
- Увеличением затрат энергии, идущей на подогрев топлива, и ростом его потерь с отходами (сепарации и отстаивания в танках);
- Сокращением ресурса дизеля между моточистками, ростом трудозатрат по техническому обслуживанию и затрат на запчасти.
- Увеличением расходов на масла в связи с необходимостью использовать более качественные и дорогие их марки; следует ожидать и увеличения расхода масел из-за более частой их замены.

Следует особо отметить, что объемы перевода промысловых судов на работу тяжелыми сортами топлива диктуются не только возможностями переоборудования систем топливоподготовки двигателя и всей судовой топливной системы, что само по себе связано с определенными

трудностями, но и не в меньшей степени возможностями получения тяжелых топлив в местах бункеровки промысловых судов топливом. Иногда этот последний фактор становится определяющим, так как исключается возможность получения рациональных сортов топлива из-за неподготовленности или ограниченной возможности нефтебаз для снабжения этими видами топлива и сложностями поставки различных сортов топлива в море.

Вывод:

Учитывая большую, почти полуторную, разницу в стоимостях тяжелых и дистиллятных топлив, предпочтение следует отдавать первым — несмотря на то, что они имеют значительно более худшие показатели качества. Экономическая целесообразность использования на судах тяжелых топлив очевидна, несмотря на то, что затраты на техническое обслуживание и ремонт дизеля при этом возрастают.

В то же время практика мирового и отечественного судоходства показывает, что в малооборотных дизелях сегодня, в основном, используют тяжелые топлива, но вязкостью не более 300 -380 мм²/с. В среднеоборотных дизелях, являющихся более чувствительными к качеству топлива, предпочтение отдают топливам вязкостью не выше 120... 180 мм/с.

Только комплексный подход к решению всех проблем — организационных и технических, связанных с использованием тяжелых сортов топлива и топливных смесей на промысловых судах, — может дать гарантированный экономический эффект.

Литература:

1. Возницкий И. В. Практика использования морских топлив на судах. Издание 2-е (переработанное и дополненное). – Санкт-Петербург 2002. - 124 с.
2. Самсонов В. И. , Худов Н. И. Двигатели внутреннего сгорания морских судов. М.: Транспорт, 2001. – 368 с.
3. Конкс, Г. А. Мировое судовое дизелестроение. Концепции конструирования, анализ международного опыта. М., Машиностроение 2005. - 512с.

**АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ГЛАВНОГО РЕДУКТОРА ТКГ2-03
СРТМ ТИПА «АТЛАНТИК 333»**

Сергеев К. О., Жуков А. С. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра судовых энергетических установок) e-mail: Kepstr@rambler.ru.)

Abstract. The results of the reducing gear vibration diagnostic TKG2-03 boats type "Atlantic 3" for the period from 1993 to 2010 are considered in this article.

Одним из способов повышения эффективности технического обслуживания, ремонта и увеличения эксплуатационной надёжности и долговечности механизмов, включая дизеля, является широкое внедрение средств технического диагностирования в практику работы судовых экипажей, береговых производственных участков и судоремонтных заводов.

Техническая диагностика — отрасль знаний, которая исследует формы проявления технических состояний объектов диагностирования, а также разрабатывает методы и средства их определения и прогнозирования. Она непосредственно связана с управлением качеством работы и надёжностью механизмов, способствует повышению эффективности использования последних.

В процесс диагностирования входит определение технического состояния механизма в данный момент (собственно диагностирование), в будущем (прогнозирование) и технического состояния, в котором он находился в прошлом (ретроспекция). А анализ результатов безразборной диагностики за достаточно длительный период позволяет определить не только техническое состояние, но и фактическую надёжность редукторов.

Основной является первая операция, т.е. выявление технического состояния и исправности механизма. Это позволяет проводить техническое обслуживание и ремонт механизмов по фактическому техническому состоянию и повышает надёжность работы. При выполнении второй операции определяют остаточный ресурс исправной работы механизма. Третью операцию диагностирования применяют, например, когда необходимо установить причины аварийных отказов

Диагностирование позволяет выявить скрытые дефекты, неисправности и предупреждать отказы, определять необходимый объём плановых ремонтных работ, прогнозировать ресурс исправной работы механизма и т.п. Всё это обеспечивает значительную экономию затрат на сменно-запасные части и материалы для плано-предупредительных ремонтных работ; увеличивает срок службы и надёжность механизма.

Кафедра СЭУ МГТУ, совместно с ООО «ДиаМАНТ», проводит диагностику судовых редукторов с 1991 года. Методика основана на использовании виброакустических параметров зубчатых передач и анализе масла на продукты износа. Основным критерием оценки технического состояния редукторов по параметрам вибрации является соответствие полученного максимального по точкам контроля уровня среднего квадратичного (эффективного) значения виброускорения в третьоктавных полосах

частот, выраженного в дБ относительно $3 \times 10 \text{ м/с}^2$ с нормой вибрации редуктора так же выраженной в виде третьоктавного спектра. Такой метод оценки технического состояния объекта диагностики по параметрам вибрации соответствует требованиям Части 7 "Правил РМРС".

Частотный диапазон нормирования вибрации от 25 Гц до 5 кГц определяется задачами диагностики и включает в себя, как частотный диапазон проявления дефектов зацепления (100 Гц - 3 кГц), так и диапазон проявления развитых (50 Гц - 500 Гц) и зарождающихся (4 кГц — 5 кГц) дефектов подшипников. Нормы вибрации разработаны для редукторов проектов рыбопромысловых судов, для которых ООО "ДиаМАНТ" получен достаточный для местного нормирования объём результатов контроля. Статистически обоснованные местные нормы вибрации редукторов разработаны с учётом рекомендаций по местному нормированию шума и вибрации машин в промышленности МКШС-71 и не превышают требований Части 7 Правил РМРС.

Соответствие фактических уровней вибрации редуктора норме не означает заведомого отсутствия зарождающихся дефектов подшипников качения агрегата, во многом определяющих его остаточный ресурс, поэтому во всех случаях, связанных с диагностикой для ремонта по техническому состоянию, дополнительно проводится спектральный анализ огибающей высокочастотной компоненты вибрации. В качестве критерия диагностики зарождающихся дефектов подшипников качения является наличие в спектре огибающей высокочастотной компоненты вибрации дискретных составляющих на характерных подшипниковых частотах вращения сепаратора подшипника (f_c , частоте перекатывания тел качения по наружному $f_{нк}$ и внутреннему $f_{вк}$ кольцу). Подшипник считается дефектным, если в спектре огибающей уровень дискретных составляющих, кратных основным подшипниковым частотам, на 6 дБ и более превышает уровень случайного фона .

Критерии оценки технического состояния по продуктам износа в маслах приняты следующими: считается удовлетворительным рабочее состояние редуктора при показателях содержания металлов в масле (опытные данные): железа менее 15; ppm; меди менее 10 ppm; хрома менее 3 ppm, при превышении концентраций производится повторный отбор и анализ через 1-1,5 месяца. При увеличении концентрации металлов на 30%, указанных выше значений, производится контрольный узкополосный анализ вибрации с последующим заключением о необходимости вскрытия, ремонта.

В состав гребной установки судов типа «Атлантик-333» входит дизель-редукторный агрегат с отбором мощности на валогенераторы. В качестве приводных двигателей служат два дизеля типа 8VD26/20AL-2

мощностью 2×882 кВт при частоте вращения 1000 об/мин. Двигатели имеют разное исполнение (левой и правой модели), однако сторона вращения у обоих двигателей одинакова - левая.

Понижающий редуктор агрегата типа ТКГ2-0350 (передает вращающий момент от приводных двигателей на четырехлопастной винт регулируемого шага с понижением частоты вращения до 203 об/мин, а также на валогенераторы переменного и постоянного тока с прямым передаточным отношением.

Для обеспечения различных режимов работы ДРА имеет ряд муфт сцепления. Главные двигатели соединяются с редуктором упругими разобщительными пневматическими муфтами типа КАЕ 180, редуктор с гребным валопроводом -разобщительной пневматической муфтой типа КУС-350. Отбор мощности от редуктора на валогенератор постоянного тока осуществляется через упругую муфту типа 3SBEV-4566 и зубчатую разобщительную.

За указанный период была проведена диагностика двадцати одного редуктора. Результаты диагностики приведены на рисунке 1. Два редуктора имели аварийные повреждения: скол зубьев шестерен, подплавление нижнего и верхнего вкладышей носового подшипников промежуточного вала. Это было вызвано кратковременным прекращением подачи смазки из-за неисправности в системе смазки редуктора в результате ошибочных действий персонала.

Тринадцать редукторов были полностью исправны, т.е. содержание продуктов износа в масле (металлов) редуктора ГД соответствовало удовлетворительному состоянию деталей системы, что свидетельствовало об отсутствии интенсивных износов деталей редуктора, значения виброскорости на редукторе в частотном диапазоне (1,2-160 Гц) не превышали норму Регистра для ГТЗА (Категория "А") и среднестатистическую норму по 150-04.688 ИТ Развитые дефекты подшипников редуктора отсутствовали.

Три редуктора имели повышенные зазоры в подшипниках скольжения промежуточного вала, т.к. их виброактивность превышала среднестатистическую норму в области низких частот (до 60 Гц), а так же в полосе 1,0 кГц.

Один редуктор имел повышенные зазоры, как в подшипниках качения, так и скольжения, виброактивность превышала среднестатистическую норму в области низких частот (до 20 Гц) и в области 80-315 Гц. При дополнительном анализе сигналов вибрации, с применением цифровой фильтрации, выявлено, что на подшипниках промежуточного вала редуктора правого борта в продольном направлении выявлена модуляция частотой вращения, вызывающая резонанс подшипникового узла.

Два редуктора имели: питтинг, выкрашивание, заедание зубьев шестерен валов, вследствие изменения геометрии зацепления из-за перекоса ведущего или промежуточного валов, о чем говорит результат спектрального анализа масла, отобранного из системы смазки главного редуктора.

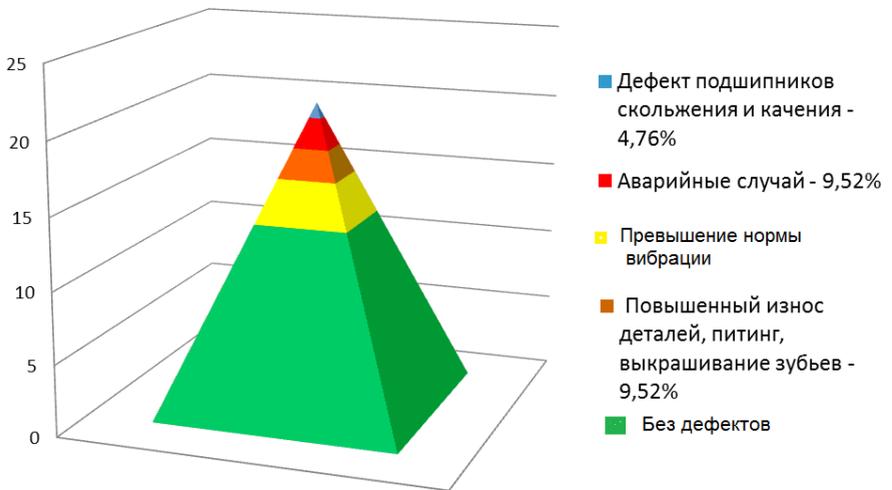


Рис. 1 – Результаты диагностики редукторов TKG2-0350

Следует так же отметить, что у ряда редукторов, которые имели превышение статистической нормы по уровню вибрации (но у которых не было превышения по содержанию продуктов износа), после детальной ревизии не было обнаружено дефектов в зацеплении и подшипников скольжения.

Таким образом, проведенный анализ показывает как достаточную надежность редукторов TKG2-0350, так и эффективность методов безразборной диагностики которая позволяет не дефектовать редуктор в разобранном состоянии, что не только экономит время и сокращает затраты, но и увеличивает ресурс за счет исключения попадания в подшипниковые узлы загрязнений и последующей приработки деталей после сборки.

Большинство из продиагностированных редукторов были допущены к дальнейшей эксплуатации, а некоторые редуктора не вскрывались в течении времени между двумя очередными освидетельствованиями.

Литература:

1. **Прыгунов, А.И.** Применение методов технической диагностики для оценки технического состояния главных редукторов рыбопромысловых судов / А.И. Прыгунов, А.А. Панкратов // проблемы активации научно-технической деятельности в эксклавленном регионе России: Материалы второй областной научно – практической конференции, посвященной 50-летию Калининградской области: Калининград, 4 июня 1996 г. / БГАРФ.- Калининград, 1996г.- С.26.

2. **Голуб, Е.С.** Диагностирование судовых технических средств / Е.С. Голуб, Е.З. Мадорский, Г.Ш. Розенберг // М : Транспорт 1993, С.150.

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ СИЛИКОНОВЫХ ДЕМПФЕРОВ ГЛАВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ СРТС ТИПА «АЛЬПИНИСТ»

Жуков А. С., Сергеев К. О. (*Мурманск, МГТУ, кафедра СЭУ, sanya_51@mail.ru*)

Torque vibration can cause damages of ship power plant elements with negative consequences, including failures and destruction of ships. The occurrence reason of torque vibration is connected with pulsing process of energy creation in diesel engine cylinders which is transferred through crank mechanism to a crankshaft.

For crankshaft protection from inadmissible torque vibration modern engines are equipped with special devices - dumpers which are delivered by a number of foreign firms as an independent completing product. In given article reliability analysis of dumpers of the project 503 is made at a various operating time.

Оценка технического состояния демпфера выполняется путем сравнения фактических значений диагностических параметров, полученных в результате обработки торсиограмм, с эталонными и допустимыми значениями тех же параметров.

Опыт эксплуатации демпферов показывает, что некоторая часть демпферов отрабатывает больше ресурса, заявленного фирмой изготовителем (иногда значительно). Небольшая часть демпферов выходит из строя, раньше оговоренного фирмой срока. Происходит это по разным причинам и зависит от типа двигателя, режимов его работы, конструкции самого демпфера, но в любом случае, этот факт делает актуальным наличие методов систематической диагностики технического состояния демпферов, иначе возможны внезапные отказы, или недоиспользование ресурса демпфера.

При определении технического состояния демпфера должен учитываться уровень надежности однотипных демпферов с учетом сведений об их отказах. При этом под понятием «отказ» понимается событие, связанное с обнаружением, как поврежденный демпфера при их дефектации, так и случаев выхода диагностических параметров за допустимые пределы при торсиографировании.

Уровень надежности определяется по следующим признакам:

- низкий уровень надежности имеют двигатели, демпферы которых имели отказы при наработках, не превышающих назначенного ресурса;
- нормальный уровень надежности имеют двигатели, демпферы которых не имели отказов при наработках, превышающих назначенный ресурс;
- высокий уровень надежности имеют двигатели, демпферы которых не имели отказов в течение всего срока службы, и/или двигатели, напряжения от крутильных колебаний, в коленчатом вале которых во всем диапазоне частот вращения не превышают половину допустимых значений, даже в случае частичной потери демпфирующих свойств.

При отрицательных результатах диагностирования должно приниматься решение о замене исследуемого демпфера на исправный демпфер (новый или восстановленный) либо о ремонте данного демпфера.

Задачей диагностирования является определение надёжности демпфера, для использования в программе расчёта остаточного ресурса демпфера. Надёжность демпфера будем определять в результате анализа замеров для двух судов проекта 503 за период 12 лет.

Результаты диагностирования демпферов судов «Дистинкт» и «Вариант» представлены в таблице 1 и таблице 2 соответственно.

Таблица 1 – Результаты анализа надёжности демпфера судна М-0183 «Дистинкт»

№ замера	Дата проведения замеров	Наработка демпфера, час	Фактическая амплитуда, При номинальном значении, Гц	Фактические напряжения на коленчатом вале при номинальном значении, кг/см.кв.
1	16.12.1997	30000	37	140
2	23.01.1999	40000	38	150

3	12.01.2 000	46159	37	210
4	17.07.2 001	52407	37	210
5	11.02.2 003	60000	37	140
6	08.01.2 004	65000	37	133
7	21.02.2 005	74730	37	204
8	31.03.2 006	83000	37	147
9	26.04.2 007	92600	37	149
1 0	09.11.2 007	96000	37	207
1 1	20.11.2 009	106000	37	201

Таблица 2 – Результаты анализа надёжности демпфера судна М-0182
“Вариант”

№ замера	Дата про- веде- ния замер- ов	Нара- ботка демп- фера, час	Фактическая ам- плитуда, При номинальном значении, рад $\times 10^{-3}$	Фактические напряже- ния на коленчатом вале при номинальном зна- чении, МПа
1	30.07.2 002	30000	37	11
2	04.08.2 004	40000	37	9
3	11.09.2 006	46159	38	9

4	15.08.2007	52407	39	12
5	27.10.2009	60000	37	7
1 1	----- ----	106000	38	8

Полученные данные изобразим на рисунке 1 и рисунке 2, для судов «Дистинкт» и «Вариант», соответственно.

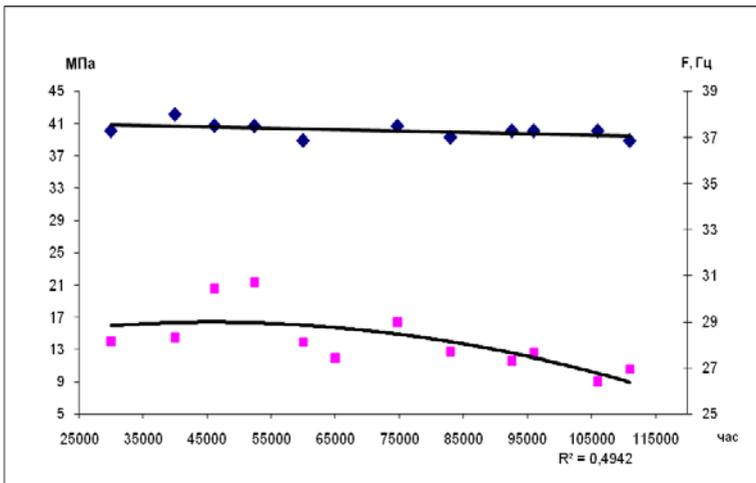


Рис. 3— График зависимости фактического напряжения и фактической амплитуды при номинальном значении от наработки демфера судна М – 0183 “Дистинкт”

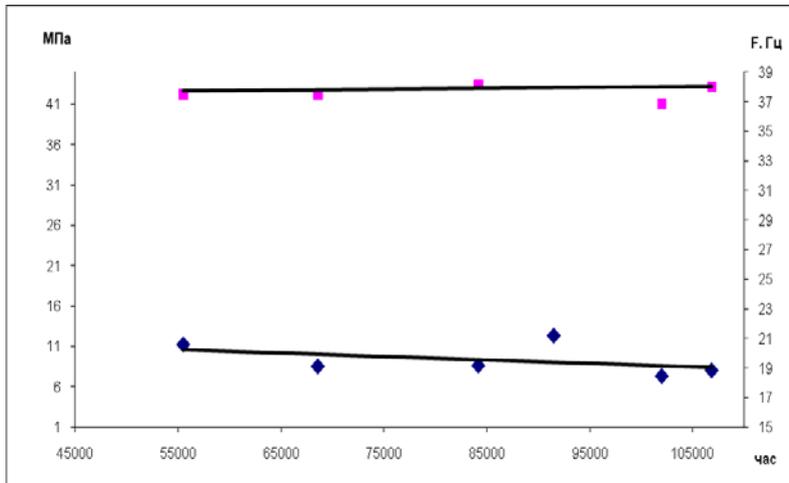


Рис. 4 – График зависимости фактического напряжения и фактической амплитуды при номинальном значении от наработки демпфера судна М – 0182 «Вариант»

Согласно инструкции по техническому обслуживанию силиконовых демпферов крутильных колебаний типа А-710, минимальный ресурс при нормальной эксплуатации демпфера составляет 30000 часов работы. Из результатов, представленных в таблицах 1 и 2, видно, что демпферы на каждом судне отработали в несколько раз больше тысяч часов назначенного ресурса, а анализы по фактической амплитуде и фактическому напряжению на коленчатом вале не превышают допустимых значений. Это говорит о том, что демпферы пригодны к эксплуатации.

Литература:

1. **Ефремов, Л. В.** Теория и практика исследования крутильных колебаний силовых установок с применением компьютерных технологий. / Л.В. Ефремов.- СПб. : Наука, 2007.- 274 с.

АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ И РАСЧЕТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВИБРАЦИЙ СУДОВ С ЧАСТИЧНО ПОГРУЖЕННЫМИ ВИНТАМИ

Николаев Н. И., Гриценко М. В., Жильцов А. С. (г. Новороссийск, ГМА им адмирала Ушакова, кафедры судовых и тепловых двигателей)

В настоящее время в России и за рубежом эксплуатируются быстроходные суда, которые имеют пропульсивный комплекс, в состав ко-

торых входят: главный двигатель серии V2000 (10V2000M92/M93) фирмы MTU (Германия), редуктор ZF 2050 Фирмы ZF (Германия), привод Арнесона (ASD) фирмы Twin Disc (США), частично-погруженные винты фирмы ROLLA (США); промежуточный вал CENTADISC CD-70 special фирмы CENTA (Германия) [3].

Привод Арнесона состоит из упорной трубы, в которой расположен гребной вал с опорными и упорными подшипниками, карданной передачи, входного вала с двумя опорными подшипниками, шарнирного упора, гребного винта, двух гидроцилиндров наклона, двух гидроцилиндров поворота (рис.1).

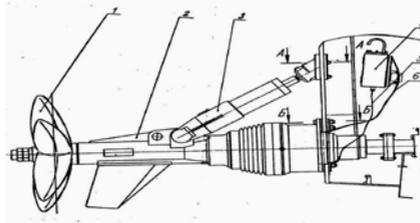


Рис.1. Схема привода Арнесона 1 – гребной винт; 2 – привод Арнесона; 3 – гидроцилиндр наклона; 4 – маслобак; 5, 6 – шланг

Передача от главных двигателей MTU серии V2000, мощностью от 750 до 1120 кВт через редуктор к приводам Арнесона производится с помощью промежуточных валов. Осевое усилие (упор) от гребных винтов через встроенные в приводы Арнесона упорные подшипники, воспринимается транцем судна.

В целях обеспечения оптимального заглубления гребных винтов наклон гребных валов приводов Арнесона (ASD) может быть изменен на угол от $+7^\circ$ до -7° от установочного положения, которое обеспечивается гидроцилиндрами наклона. Для изменения направления движения катера гребные валы могут поворачиваться на угол 20 градусов от диаметральной плоскости, изменение обеспечивается гидроцилиндрами поворота [3].

Если техническое обслуживание и ремонт главных двигателей, редукторных передач и валовиний производится с привлечением специалистов фирм специализирующихся на данном виде деятельности, то винторулевой группы, в состав которой входит ASD пока ни опыта, ни наработка по ремонту и техническому обслуживанию нет.

В технической документации изготовители не приводят данных о ресурсе узлов ASD и не нормируют показатели его технического состояния. Любая разборка ASD приведет к нарушению сопрягаемых де-

талей относительно друг друга, что в свою очередь приведет к их интенсивному износу. Надежность такой техники снижается. Процессу разборки изделий обязательно должен сопутствовать процесс ремонта, замены или восстановления сопрягаемых деталей в соответствии с требованиями ремонтной документации [4].

Таким образом, для выполнения требований документов Регистра по освидетельствованию судов необходимо проведение сложных ремонтных операций, закупок запасных частей, привлечения квалифицированных специалистов и длительному выводу из эксплуатации судна, что приводит к необоснованным материальным затратам судовладельцев. И поэтому на первый план выходит задача объективной оценки состояния технических средств [2], с точки зрения минимизации затрат продление назначенного ресурса - наиболее эффективное направление. Однако продление назначенного ресурса должно приниматься с учетом экономической целесообразности и надежного выполнения поставленной задачи при использовании технических средств по назначению [1].

На базе Черноморско-Азовского бассейна были проведены измерения вибрационных характеристик технического состояния ASD на ходу по свободной воде и волнении моря не более 3^а баллов, при прямолинейном движении быстроходного судна №1 на режимах 1000, 1500 и 2400 об /мин. Измерения проводились в диапазоне частот 1.6 – 1414 Гц и шагом 0.7 Гц по частоте с помощью анализатора шума и вибрации типа SVAN912AE (Польша) по 9 точкам показанных на (рис. 2) не менее 3 раз с перерывом между ними не менее 20 минут согласно требованиям документов Регистра.

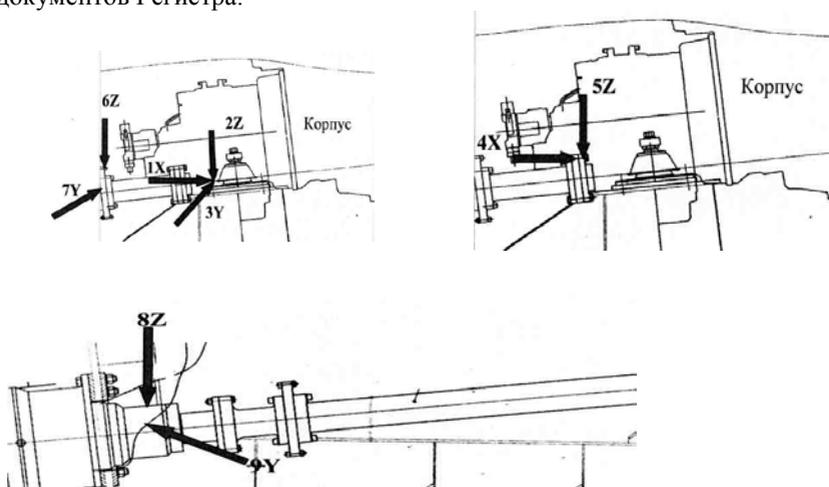


Рис. 2. Точки установки датчика на корпусе двигателя MTU, редуктора ZF и на шейках опорных подшипников под переборочные уплотнение

По результатам вибрационных измерений была получен временной спектр, на котором показан размах колебаний по времени (рис.3).

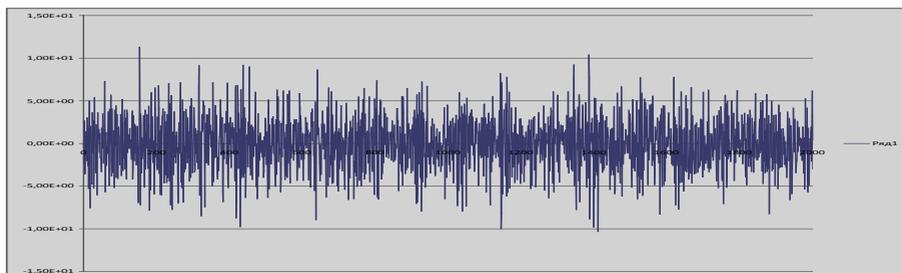


Рис. 3. Временной спектр

Обработка вибрационных сигналов производилась на персональном компьютере.

На следующем этапе по 9-ти точкам измерений, была произведена идентификация основных частот винторулевого комплекса с целью выявления абсолютных значений их виборопараметров.

В методиках общей оценки технического состояния предусмотрен контроль технического состояния элементов винторулевого комплекса на характерных частотах [5]. После проведенных расчетов по формулам приведенными в таблице 1, в 9-ти точках измерения были идентифицированы основные частоты винторулевого комплекса и выявлены абсолютные значения их виборопараметров [6].

Таблица 1

Характерные частоты вибрации

Параметр, Гц	Формула	Режим работы ГД, об/мин		
		1000	1500	2400
Основная частота вибрации ведущего вала	$f_o = n_o / 60$	16.6	25	40
Частота вибрации редуктора	$f_{ep} = f_o \cdot z_1$	398.4	600	960
Частота вибрации гребного вала	$f_{np} = n_e / 60$	6.6	10	16

Лопастная частота вибрации	$f_l = (f_0 / i)$	39.8	60	96
<p>где: n_0 – частота вращения двигателя, об/мин; $i=2,5$ – передаточное отношение редуктора; $z_1=24$ – число зубьев шестерни ведущего колеса редуктора; $z_2=60$ – число зубьев шестерни ведомого колеса редуктора; $z_n=6$ – число лопастей винта;</p>				

Спектры вибрации пропульсивного комплекса в качестве примера, в точке измерения 1X, показаны на приведенных ниже схемах (рис. 4, 5, и 6). Коэффициент смещения для режима 1000 об/мин. равен 1, для режима 1500 об/мин равен 1.6, для режима 2400 об/мин равен 2.4.

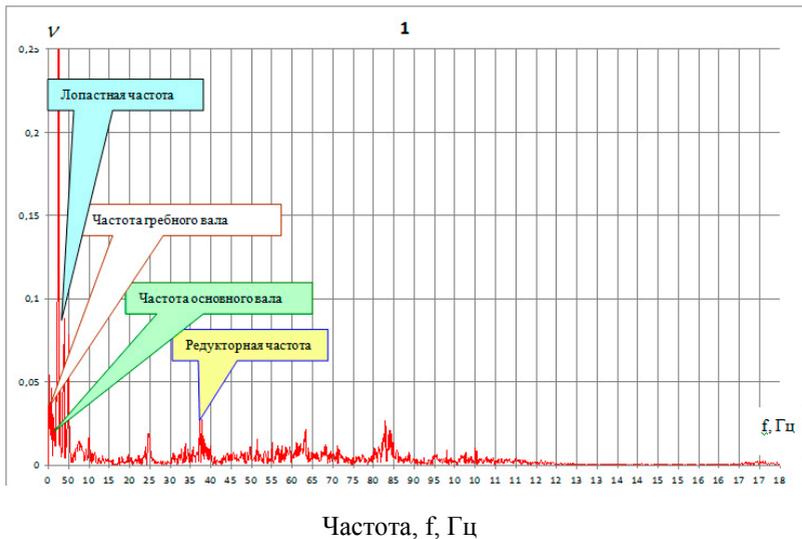
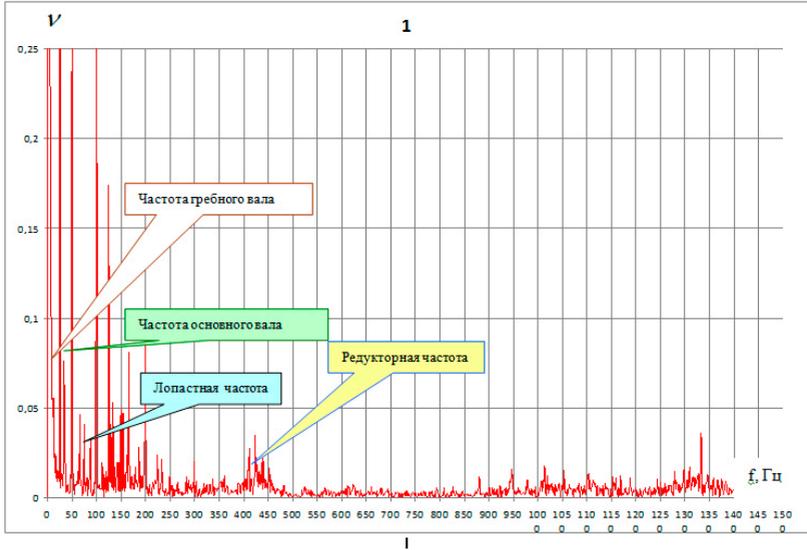
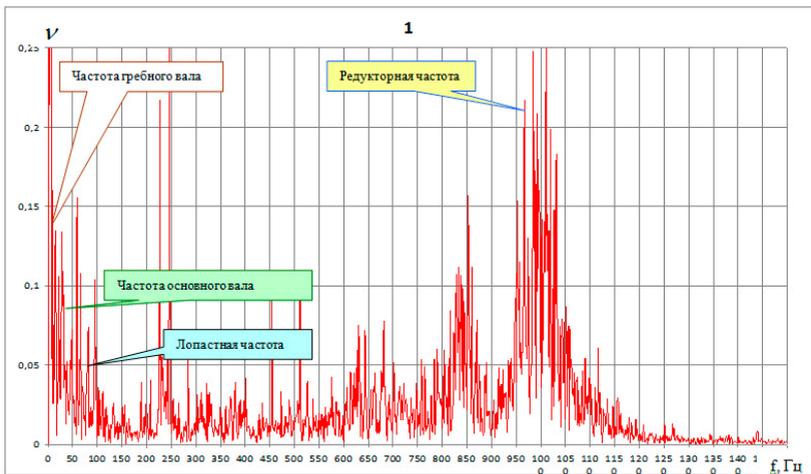


Рис. 4. Спектры вибрации пропульсивного комплекса в точке 1X на режиме эксплуатации главного двигателя 1000 об/мин.



Частота, f, Гц

Рис.5. Спектры вибрации пропульсивного комплекса в точке 1X на режиме эксплуатации главного двигателя 1500 об/мин.



Частота, f, Гц

Рис. 6. Спектры вибрации пропульсивного комплекса в точке 1X на режиме эксплуатации главного двигателя 2400 об/мин.

В качестве примера значения уровней виброскорости в точке 1X приведены в таблице 2.

Таблица 2

Абсолютные значения уровней импульсов в точке 1X

Параметр, Гц	Точка 1X	Режим работы ГД, об/мин		
		1000	1500	2400
Ведущий вал	1X	0.0119	0.0356	0.0326
Редуктор	1X	0.0121	0.403	0.0645
Гребной вал	1X	0.0465	0.0448	0.112
Лопаст	1X	0.088	0.007	0.035

Абсолютные значения уровней импульсов в точке 2Z

Параметр, Гц	Точка 2Z	Режим работы ГД, об/мин		
		1000	1500	2400
Ведущий вал	2Z	0.244	2.69	0.018
Редуктор	2Z	0.0358	0.01	0.0645
Гребной вал	2Z	0.19	0.25	0.244
Лопаст	2Z	0.149	0.455	0.258

На эти значения можно ориентироваться при контроле ТС, если уже накоплен определенный опыт обслуживания машин находящихся в эксплуатации [4].

Проведение регулярных контролей позволит разработать подходы за контролем состояния технических средств. В дальнейшем это поможет осуществлять обслуживание и ремонт технических средств по состоянию. Это приведет к сокращению трудоемкости обслуживания и потребности в запасных частях [6].

Литература:

1. **Смоляков А.А. Коломиец А.В.** Статья. Некоторые особенности создания качественной технической политики ВМФ.// Вестник фонда «Кораблестроение» №2 – 2006 г. с.18.
2. **Коломиец А.В.** Организация и технология судоремонта// СПб. – 2008. с. 181.
3. Техническое описание и инструкция по эксплуатации энергетической установки быстроходного катера проекта 12200: Вал-

провода и движители 12200.360084. – Ч. 2. – М.: ФГУП ЦМКБ Алмаз, 2006.

4. Обнаружение дефектов подшипников качения (перевод материалов фирмы IRD). с.16.

5. Замараев К.С. Программы «Калькулятор частот зубчатых передач», «Калькулятор частот подшипников качения»//zamks@mail.ru.

6. Голуб Е.С., Мадорский Е.З., Розенберг Г.Ш. Диагностирование судовых технических средств// М. Транспорт – 1993. с.6.

ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЯЖЕЛОГО ТОПЛИВА В СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЯХ НА ИЗНОС СОПЛОВОГО АППАРАТА ГАЗОТУРБОАГНЕТАТЕЛЯ

Герасиди В. В., Жук. А. Н. (*г. Новороссийск, МГА имени адм. Ф.Ф. Ушакова, кафедра СТД, artzhan@gmail.com*)

Затраты на топливо – существенная часть расходов при эксплуатации судов. Помимо этого топливо, используемое сейчас на флоте – источник серьезных и затратных операционных проблем эксплуатации судовой энергетической установки. Современные методы переработки нефти, приводят к тому, что при каталитическом крекинге в качестве конечных продуктов остается большое количество мазута очень низкого качества. Это тяжелое топливо, традиционно поставляемое судам как бункер, используется в большом количестве для главных и вспомогательных двигателей. Несмотря на высокую стоимость, и низкое качество тяжелого топлива, владельцы не имеют никаких других альтернатив, так как другие промежуточные сорта топлива существенно дороже.

Вредные компоненты в топливе вызывают повышенный износ и коррозию деталей двигателя, что сказывается на его эффективности и надежности.

Основные проблемы при использовании тяжелых топлив следующие:

1. Хранение и обработка.
2. Качество сгорания и способность гореть.
3. Загрязнители, приводящие к коррозии или повреждению элементов двигателя.

Следует отметить, что качество используемого топлива постоянно снижается, несмотря на перманентный рост его стоимости. В таблице 1 приведено сравнение свойств топлива, используемого сейчас, и прогнозируемых свойств мазута недалекого будущего и показано влияние изменения свойств топлива на работу двигателя [1].

Анализ таблицы показывает, что со временем существующие проблемы использования топлива только усугубятся. Помимо этого все более жестко ставится вопрос об экологическом влиянии. Это связано с растущим во всем мире пониманием важности сохранения окружающей среды, что подтверждается постоянным ужесточением как национальных, так и международных нормативов выбросов. Эта тенденция сохранится и в ближайшем будущем, даже, несмотря на бурный рост цен на нефть. Но и решение экологических проблем будет основано, не на использовании более качественного топлива, а на разработке и внедрении методов снижения вредных выбросов, таких как [2]:

- «внешние» меры по снижению выбросов, т.е. очистка отработавших газов;
- новые методы организации высокого наддува с помощью «интеллектуальных» многоступенчатых турбоагрегатов, обеспечивающих дальнейшее повышение КПД двигателя при экстремальных рабочих параметрах;
- использование микроэлектроники и современных средств управления двигателем в целях адаптации к меняющимся условиям, включая неблагоприятную погоду, а также компенсации старения и отказов оборудования на протяжении срока службы;
- новые датчики и программное обеспечение обработки сигналов, позволяющие гораздо подробнее исследовать процессы в двигателе, а также повысить точность и достоверность непрерывного мониторинга параметров в условиях эксплуатации. Существует множество проблем связанных с плохим или неполным сгоранием, которые приводят к ухудшению работы двигателя. Самой существенной проблемой является загрязнение форсунок, выхлопных клапанов, коллекторов и газотурбонагнетателей (ГТН) из-за неполного сгорания топлива. Самое большое загрязнение и налипания происходит на малых нагрузках. В связи с этим, наибольшие проблемы встречаются у судовых двигателей, которые служат приводами электрогенераторов, так как они большую часть эксплуатационного времени работают на нагрузке 40-60%, а на номинальной нагрузке практически не используются. На таком режиме эксплуатации качество сгорания топлива ухудшается, это приводит к тому, что в продуктах сгорания образуются твердые взвешенные частицы. Присутствие твердых (абразивных) частиц в движущемся потоке уходящих газов дизеля при соприкосновении с поверхностью деталей газовоздушного тракта и ГТН вызывает их изнашивание.

Сравнение свойств тяжелых топлив теперешнего времени и ближайшего будущего.

Таблица 1.

Свойство	Настоящее топливо	Будущее топливо	Эффект на двигатель
Температура, °С: Перекачки Очистки Впрыска	50 95 110-120	60 98 115-130	Для будущих топлив, повышенной вязкости необходимо увеличение температуры нагрева топлива
Плотность при 150С	0,98	0,99	Удаление воды становится более трудным
Вредный остаток углерода %	6-12	15-22	Повышение риска загрязнения элементов Увеличение задержки сгорания.
Асфальтены, %	4-8	10-13	Твердый асфальтен способствует образованию твердых частиц. Мягкий асфальтен дает липкий нарос, отложение при низкой нагрузки. Увеличение задержки сгорания с неполное сгорание.
Цетановое число	30-55	25-40	Проблемы воспламенения
Сера %	2-4	5	Изнашивание элементов двигателя из-за коррозии ниже точки росы оксида серы (около 150 °С)
Ванадий ppm	100-400	120-500	Горение выпускных клапанов около 500 °С
Натрий ppm	18-25	35-80	Низкая температура, в случае высокого содержания натрия
Кремний и Алюминий			Изнашивания трубопроводов, поршневую группу, колец, топливных насосов и форсунок

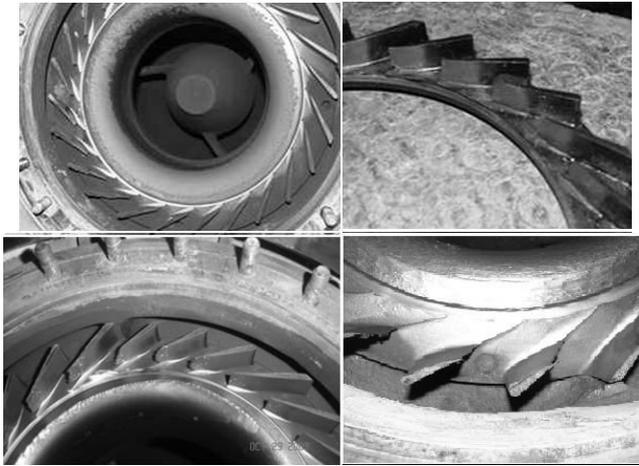


Рис. 1. Износ сопловых аппаратов.

Рассмотрим влияние твердых частиц недожженного топлива на процесс износа элементов ГТН дизель-генераторов. На среднеоборотных двигателях, служащих приводами электрогенераторов, используются ГТН с радиально осевыми турбинами. При работе турбокомпрессора в условиях применения тяжелого топлива детали ГТН подвергается эрозии от ударяющихся и отскакивающих твердых частиц. Наиболее подвержен негативному влиянию твердых частиц сопловый аппарат турбины, а в ГТН, где он конструктивно не предусмотрен, наиболее изнашивается входное устройство безлопаточного аппарата. На параметры движения твердых частиц во входном устройстве оказывает влияние большое число различных факторов: размер и форма частицы, степень упругости соударения частиц с твердой стенкой канала, характер распределения и скорость частиц во входном сечении и др [3].

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. Соударяясь с поверхностью входного устройства безлопаточного аппарата, частицы разрушают материал спиральной камеры из-за совместного действия эрозии и абразивного износа. Причем скорость разрушения (износа) существенна и приводит к преждевременной замене корпуса улитки. Если в ГТН предусмотрен сопловый аппарат, то на него оказывается наибольшее эрозионное влияние частиц неполного сгорания топлива, приводя к повышенному износу. Ведущие компании по производству ГТН по-разному решают эту проблему. Срок службы турбокомпрессо-

ров TPS..D/E/F (фирма «ABB Turbo System») с сопловыми аппаратами, имеющими покрытия при работе с тяжелым топливом, в пять раз больше, чем с сопловыми аппаратами из обычного материала [4]. Фирмой MAN B&W велись работы по повышению прочности и износоустойчивости материала сопловых аппаратов, и заявлено, что дальнейшего значительного улучшения характеристик материала не достичь и гарантийный моторесурс соплового аппарата определен в 20000 часов [5]. На практике, уже при незначительной наработке (5000–10000 часов), имеется значительный износ соплового аппарата (рис. 1). Возникают вопросы о влиянии величины износа соплового аппарата на работу ГТН и критерия замены сопловых аппаратов.

Фирма MAN B&W критерием замены рекомендует брать величину среднего укорочения лопаток соплового аппарата. Так как лопатки обычно изнашиваются не одинаково, то величина износа лопаток ΔL подсчитывается как среднее арифметическое. Исходная позиция концевой кромки лопатки определяется как корневая её часть. Требуется найти среднее расположение износа, определяемое так, чтобы положительная и отрицательная поверхность были равны (рис. 1).

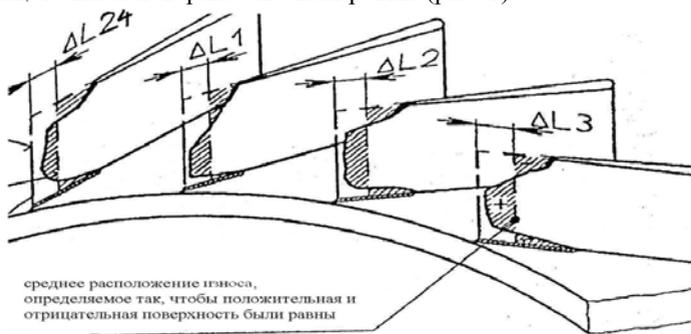


Рис. 2. Определение укорочения лопаток соплового аппарата турбины [6].

Сравнивая $\Delta L_{\text{нз}}$ с критическим значением, рекомендованным фирмой для данного соплового аппарата, которое соответствует увеличению площади поперечного сечения потока на 15%, принимаем решение о необходимости замены.

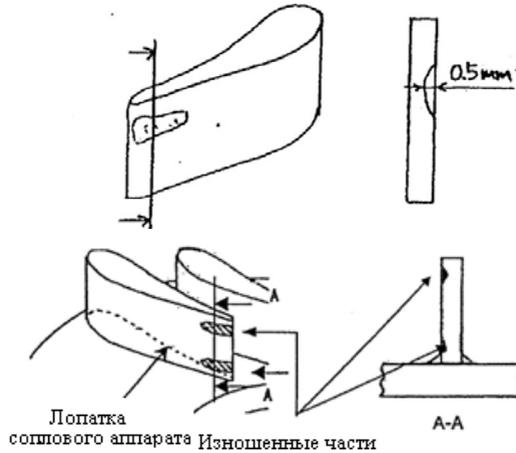


Рис. 3. Замер толщины износа.

Фирмой MAN B&W рекомендовано работать и не производить замену при относительно изношенных сопловых аппаратах турбины. Более жесткие требования предъявляет фирма MET (Mitsubishi heavy industries) [7]. Если во время инспекции обнаружено, что износ лопаток соплового аппарата – 0,5 мм или больше (рис. 3.), нужно развернуть сопловый аппарат на 120° и продолжать его использовать, так как площадь проходного сечения не изменилась (рис. 4.)

Если во время инспекции обнаружено, что износ лопаток соплового аппарата – 0,5 мм или больше (рис. 3.), нужно развернуть сопловый аппарат на 120° и продолжать его использовать, так как площадь проходного сечения не изменилась (рис. 4.)

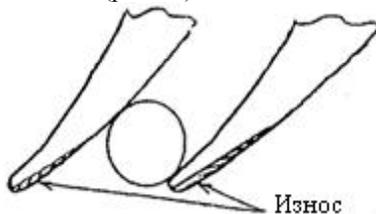


Рис. 4 Износ, при котором площадь проходного сечения не меняется.

Если же лопатки соплового аппарата повреждены с проникновением, то их рекомендовано менять на ранней стадии. Потому что это может привести к износу корневой части выпуклой стороны лопаток рабочей турбины (рис. 5.).

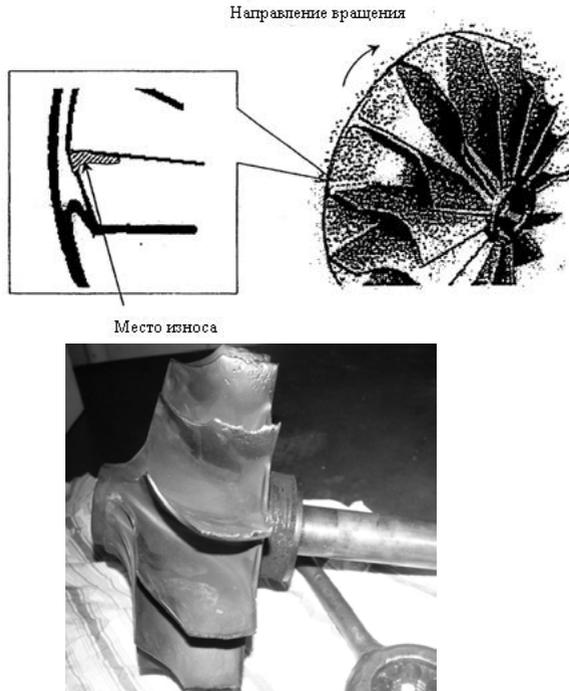


Рис. 5. Износ рабочего колеса турбины.

Таким образом, мнение ведущих фирм производителей на эту проблему разительно отличается.

Еще один важный вопрос – влияния эрозии соплового аппарата на качество работы ГТН. Теоретический расчет зависимости окружного КПД колеса газовой турбины от величины износа лопаток соплового аппарата показал (рис. 6), что износ соплового аппарата не будет оказывать существенного влияния на общую картину совместной работы ГТН и двигателя [8].

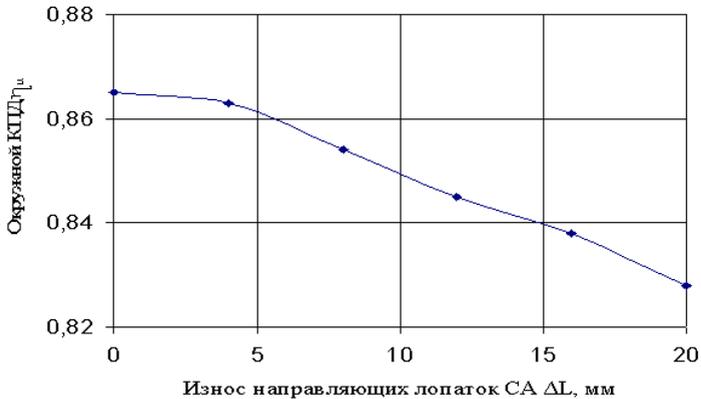


Рис. 6. Зависимость КПД на окружности при эрозии СА

Как видно из графика, уменьшение КПД, при эрозии лопаток СА – 8 мм фирма-изготовитель рекомендует менять СА, составляет 1,1%. При эрозии лопаток СА – 20 мм изменение КПД происходит на 3,7%. Так как ДГ в процессе эксплуатации работают на нагрузках в основном не превышающих 80% от номинальных, то изменения КПД ГТН будут на порядок больше и, как следствие, эрозия СА, в допустимых пределах, не будет оказывать существенного влияния на общую картину совместной работы ГТН и ДГ.

Литература:

1. **Doug Woodyard.** Pounder's Marine Diesel Engines and Gas Turbines. Elsevier Ltd – 2004.
2. **Мельник Г.В.** Вопросы экологии на конгрессе CIMAC 2007 // Двигателестроение. - 2007. - № 7.
3. **Епихин А.И.** Анализ процессов износа входных устройств радиально-осевых турбин турбокомпрессоров судовых дизелей на основе расчета двухкомпонентной рабочей среды. // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – 2006.
4. **Born H., Meier M., Roduner C.** TPS-F: a new series of small turbochargers for highest pressure ratios. Paper № 34. CIMAC 2004, Kyoto.
5. Erosion on turbine nozzle rings. Cus 182 11.01. Customer information. MAN B&W. – 2001.
6. NR Turbocharger, PTG. Nozzle ring erosion. 309 S 2/612S1. 04.94. Technical information. MAN B&W service. – 1994.
7. Maintenance procedure of nozzle. MET turbocharger service bulletin. –2001

8. **Николаев Н.И., Жук А.Н., Дубровин Р.Г.** Оценка эффективности соплового аппарата радиально-осевой турбины газотурбонагнетателя при эрозионном износе продуктами сгорания. // Сборник трудов сотрудников академии. – 2006.

РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ПОДШИПНИКА КАЧЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ КПД СУДОВОГО ВАЛОПРОВОДА

Мосур В. Г. (*г. Калининград, БГАРФ, кафедра «САТ», mosurvladen@mail.ru*)

Increase efficiency, reduce complexity of maintenance and replacement of shafting bearings - these are measures to ensure the optimization of propulsion complex. The use of roller bearings with a three-point contact and separator- band can achieve this...

В пропульсивном комплексе валопровод занимает огромное значение, являясь промежуточным звеном, связующим ДВС и движитель. Он работает в сложных условиях знакопеременных нагрузок, устанавливается в опорных подшипниках, которые воспринимают нагрузки от собственного веса валопровода. Со стороны ДВС нагрузка в виде крутящего момента воспринимается валопроводом для сообщения вращения движителю. Со стороны движителя валопроводом воспринимается момент полезного сопротивления в виде осевой силы, сообщающей корпусу судна поступательное движение через главный упорный подшипник.

Характер неисправностей деталей судового валопровода зависит от особенностей их работы в пропульсивном комплексе и во многом определяется влиянию крутящего момента и наличию большого количества пар трения. Мощность на движителе всегда меньше мощности на коленвале ДВС на величину потерь в валопроводе, которые обусловлены применением промежуточных опор. Суммарные потери в валопроводах с опорами скольжения и составляют 5-7%. Следует учитывать, что эти значения потерь справедливы только лишь в случаях нормальных условий эксплуатации, в режиме постоянной смазки. Кроме того, наличие деформаций корпуса в местах опор в процессе эксплуатации, способствуют увеличению значения механических потерь. Несмотря на простоту в изготовлении и замене при ремонте, подшипники скольжения, кроме вышперечисленных, обладают недостатками, которые ограничивают максимальное использование мощности: большой износ шеек

валов в процессе эксплуатации, перегруз болтов фланцевых соединений. Также опоры скольжения требуют длительного и тщательного ухода при эксплуатации.

Наряду с вкладышами трения скольжения в качестве промежуточных опор, нашли применение подшипники качения. В качестве опор валопроводов получили применение: роликовые сферические двухрядные опорные и однорядные упорные, шариковые упорно-радиальные однорядные, роликовые упорные конические подшипники. Применение подшипников качения в качестве опор валопровода имеет ряд существенных преимуществ: снижение потерь на трение, увеличение КПД пропульсивного комплекса, снижение затрат времени на обслуживание, снижение выработки шеек валов. Несмотря на это основными недостатками подшипников качения, является большая трудоёмкость при их замене вследствие особенностей конструкции подшипника, а также кинематики пропульсивного комплекса. Главная проблема подшипников качения – их прочность. По статистике даже при правильной эксплуатации и нормальных условиях смазки любой подшипник имеет возможность выработать свой ресурс только на 90%. Естественные процессы выкрашивания, некачественный монтаж, смазка и др. сокращают ресурс. Дефекты деталей подшипников в опорах судовых валопроводах, связанные с поломкой имеют распределение: сепаратор 78%, наружная обойма 13%, внутренняя обойма 7%, тела качения 2%.

Учитывая это обстоятельство и характер распределения нагрузок на все элементы подшипника качения в опоре валопровода, можно сделать следующие предположения. Оставив конструкцию внутренней обоймы без изменения, а наружную обойму разделив перпендикулярно оси пополам, достигаем:

- эффекта трёхточечного контакта и равномерного распределения нагрузок;
- облегчения разборочно-сборочных операций при замене сепаратора;
- снижение затрат на изготовление наружной обоймы.
- Далее, применяя разборный сепаратор в виде браслета с замком, достигаем
- снижение трудоёмкости при замене сепаратора;
- удобство монтажа.

В зависимости от сложности конструктивного исполнения опор, методов крепления и состояния крепёжных элементов валопровода процесс замены подшипника качения, в случае его преждевременного выхода из строя, можно существенно облегчить, применив разработанную автором новую конструкцию подшипника качения с трёхточечным кон-

тактом и сепаратором-браслетом. Основной особенностью конструкции является то, что при ремонте имеется возможность монтажа-демонтажа каждого элемента подшипника. По данной конструкции подана заявка на патент. К недостаткам следует отнести:

- необходимость дополнительной квалификации по монтажу сепараторов с замком, что легко достигается при небольшой практике;
- необходимость обязательного точного исполнения сепаратора и других элементов подшипника, что в одинаковой степени является необходимым условием изготовления и современных подшипников качения.

Следует отметить, что применение подобной схемы позволяет менять, в случае поломки, именно изношенный элемент, а не весь подшипник, как это имеет место при эксплуатации современных подшипников в валопроводах. В условиях навигации максимальное упрощение конструкции, в сочетании с её надёжностью, полной выработкой ресурса и минимальными трудозатратами на техобслуживание - предлагаемая автором разработка выгодно отличается от применяемых в судовых валопроводах опор скольжения и применяющихся опор качения.

Одной из проблем подшипников качения в условиях навигации является подверженность их элементов коррозии. В эксплуатирующихся судах существует ряд технических решений по защите элементов подшипников от коррозии. Это и введение различных легирующих добавок в состав стали элементов, и применение специальных гальванических покрытий, и др. Все они имеют место и хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации. Так как одним из наиболее подверженных коррозии и изнашиванию элементов подшипника являются тела качения, то для увеличения коррозионостойкости всего узла, предлагается применять керамические тела качения.

В настоящее время по данному направлению ведётся проработка вопроса оптимальной конструкции замка сепаратора-браслета и обкатка разработанного подшипника в различных условиях и режимах эксплуатации.

Литература:

1. **Авдеев Д. Т.** и др. Подшипники скольжения с автокомпенсацией износа. - Новочеркасск: НПИ, 2000. – 98 с.
2. **Вишне夫斯基 Л. И.** и др. Проектирование пропульсивного комплекса судна ограниченного района плавания на базе современных методов вычислительной гидродинамики. «Судостроение» №2, 2006 г., С. 27-31.
3. **Галахов М. А., Бурмистров А. Н.** Расчёт подшипниковых узлов. – М.: Машиностроение, 1988.- 272 с.

4. **Овсянников М. К., Петухов В. А.** Дизели в пропульсивном комплексе морских судов.: Справочник.-Л.: Судостроение, 1987.-256 с.

ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК И КОРПУСА СУДНА ВНЕШНИМ ОСМОТРОМ

Орешкина В. М. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра технологии металлов и судоремонта*)

В процессе эксплуатации судовых силовых установок и судов по различным причинам возникают дефекты деталей и узлов (износ, повреждения). В результате общее техническое состояние механизмов и агрегатов перестает соответствовать указанному в технических условиях и теряет свои эксплуатационные качества. Чтобы механизмы работали нормально, необходимо их периодически ремонтировать и устранять возникающие дефекты. Дефекты могут быть разделены на 4 группы:

Возникающие в результате нормального физического износа деталей и узлов;

Конструктивные

Производственные;

Аварийные и от неправильной эксплуатации.

Значительную часть дефектов судовых силовых установок и корпуса судна можно определить по признакам во время их работы в период эксплуатации или специального проверочного пробег судна, а также при пуске отдельных механизмов. Вот некоторые из перечисленных методов:

Выявление методом осмотра;

Выявление методом обмера;

Выявление гидравлическими испытаниями;

Выявление проверкой геометрии поверхностей;

Выявление по стуку, шуму, вибрации и нагреву трущихся частей.

Остановимся на методе внешнего осмотра. Для осмотра все детали судовых механизмов очищают тщательно от грязи и масла.

Какие дефекты и каких механизмов можно выявить внешним осмотром:

1. Рабочие цилиндры и цилиндрические втулки поршневых механизмов.

– Нарботки (то есть уступы), образовавшиеся на концах цилиндров или цилиндрических втулок вследствие сильного износа рабочих поверхностей, соответствующей ходу поршня;

- Трещины, вызываемые чаще всего тепловыми напряжениями;
- Коррозия на наружной поверхности цилиндров.
- 2. Поршни.
 - Неравномерное истирание трущихся поверхностей канавок из-за скольжения уплотняющих колец перпендикулярно оси поршня;
 - Обгорание доньшек поршней;
 - Трещины поршней;
 - Разъедание внутренних поверхностей поршней.
- 3. Фундаментные рамы машин и двигателей.
 - Трещины, поломки фланцев из-за вибрации;
- 4. Корпуса турбин.
 - Трещины, свищи, коробление горизонтальных разъемов вследствие некачественной термообработки при постройке, чрезмерных внутренних напряжений у фланцевых утолщений.
- 5. Диски и диафрагмы паровых и газовых турбин.
 - Загрязнение лопаточного аппарата – покрытие лопаток, особенно ступеней высокого давления паровых турбин котельной накипью;
 - Эрозии и коррозии лопаток, дисков, трещины и поломки дисков, ослабления дисков на валу.
- 6. Крышки цилиндров Д.В.С..
 - Обгорание, разъедание и трещины;
- 7. Водяные блоки насосов.
 - Разъедание и трещины, нарушение посадок и гнезд клапанов при гонке клапанов по гнездам, истирание и задиры вставных рубашек;
- 8. Коленчатые, упорные, промежуточные и дейдвудные валы.
 - Истирание, наработки, задиры, разъедание трущихся поверхностей.
- 9. Подшипники и ползуны.
 - Трещины, отставание антифрикционного сплава от тела детали.
- 10. Впускные, выпускные клапаны и форсунки Д.В.С.
 - Разрыв прокладок под фланцами стаканов клапанов, подтекание форсунки, разрыв клапанов, засорение сопловых отверстий, заедание и заклинивание штока клапана или иглы.
- 11. Зубчатые передачи.
 - Поломка зубьев от ударных нагрузок и некачественной термической обработки ободов.
- 12. Цепные передачи.

– Обрывы цепи, трещины роликов и втулок, износ пальцев, износ втулок и роликов.

13. Гребные винты.

– Прогибы, трещины, разрывы, разъедания и поломки лопастей;

– Трещины в ступице винта.

Все виды дефектов должны предметом тщательного изучения. При этом в каждом случае особенно важно точно установить причину, вызвавшую той или иной дефект.

ИНСПЕКЦИОННЫЙ ОСМОТР КОРПУСА СУДНА

Петрова Н. Е. (*г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра технологии металлов и судоремонта*)

Ключевые слова. Корпус судна, корпусные конструкции, осмотр корпуса, дефектация.

Key words. Vessels' hull, hull designs, hull inspection, detection.

Аннотация. Предложена система светофора для инспекционного осмотра корпуса судна.

Abstract. The system of a traffic light for inspection survey of the vessels' hull is offered.

1. Введение

Инспекционный осмотр корпуса судна и дефектация проводятся при каждом освидетельствовании для определения его технического состояния. Судовладельцы заинтересованы в уменьшении времени проведения осмотров и облегчении проведения этой процедуры. Поэтому возникает необходимость заранее знать зоны проведения осмотров.

2. Задачи проведения инспекционных осмотров

Судовладельцы заинтересованы в качественной оценке технического состояния корпуса судна как при приобретении судов, так и при их эксплуатации. Поэтому необходимо систематизировать дефекты корпуса судна во всех зонах.

При оценке технического состояния необходимо решить следующие проблемы:

– Идентификация потенциальных проблемных зон в соответствии с Правилами Классификационных обществ;

– Более тщательный осмотр и оценка состояния критических зон;

- Более легкое составление ремонтной спецификации для докования;
- Потенциально уменьшить препятствия проведению нормальных судовых операций;
- Улучшить эффективность использования результатов освидетельствований для оценки и систематизации, чтобы оценить техническое состояние корпусов однотипных судов.

3. Традиционный осмотр корпуса

Определение технического состояния корпуса судна производится в соответствии с Инструкцией. Осмотры осуществляются инспектором и заполняются соответствующие документы, включающие износы и деформации. Эти осмотры применяются следующие методы экспертизы:

- Полный осмотр;
- Закрытые визуальные осмотры;
- Осмотр подозрительных зон;
- Осмотр критических зон;
- Оценка состояния покрытия.

Инспекторы обычно смотрят дефекты или оценивают состояние, основываясь на рабочую инструкцию, их суждение и опыт.

Результаты полученных данных оформляются в виде отчета совместно с чертежами корпусных конструкций и соответствующих таблиц. На этом основании дается оценка технического состояния корпуса судна, как «годен», «годен с ограничениями», «не годен».

4. Предложенный осмотр корпуса

Для выявления закономерностей повреждения корпусных конструкций необходимо обобщить и проанализировать материалы по ремонтам с начала эксплуатации судна и отчеты по дефектации однотипных судов. Затем, применив теорию и практику надежности, определить вероятностный срок службы каждого элемента корпуса судна.

Для вероятностной оценки технического состояния корпуса судна удобно применить систему светофора. По этой системе каждый элемент на чертежах корпусных конструкций обозначается соответствующим цветом, где зеленый цвет соответствует элементам, вероятностный срок службы которых превышает 50 лет, желтый – не более 25 лет, зеленый – не более 15. Дополнительно можно применить бальную систему по дополнительным критериям.

Таким образом, наглядно видно, осмотр каких зон и элементов необходимо произвести в первую очередь, осмотр же других можно отложить до очередного освидетельствования.

5. Заключение.

Предложенная система очень удобна для инспекторов, которые проводят осмотр корпуса судна. Она поможет более быстро и точно произвести освидетельствование, а судовладельцы смогут легко оценить технического состояния корпуса судна при его приобретении.

Литература:

1. Правила классификационных освидетельствований судов / Российский морской регистр судоходства. – СПб. : Российский морской регистр судоходства, 2004. – 285 с.
2. **Kalghatgi S. G.** Hull Inspection and Maintenance Systems / S. G. Kalghatgi, C. Serratella, J. B. Hagan. - ABS TECHNICAL PAPERS 2009

Автоматика
и электро-
оборудование
судов

АНАЛИЗ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ РАДИОЧАСТОТНОГО ДАТЧИКА

Яценко В.В.¹, Маслов А.А.¹, Власова А.Р.¹, Власов А.В.¹, Совлуков А.С.², Фатеев В.Я.², Кайченев А.В.¹ (¹Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ, *jacenkovv@rambler.ru*; ²Москва, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, *sovlas@ipu.ru*)

Abstract: Analysis of amplitude-frequency characteristics of a radiofrequency sensor and influence of its construction features on these characteristics are presented. Radiofrequency sensor is realized on the base of a section of modified coaxial line with U-shaped inner conductor.

Основное назначение пищевой и перерабатывающей промышленности заключается в выработке безопасных для здоровья продуктов питания в требуемом количестве и в достаточном ассортименте. Перспективы комплексной автоматизации производств пищевой промышленности в значительной мере зависят от наличия приборов, анализирующих состав веществ.

С точки зрения получения информации о составе жидких пищевых сред, перспективным является применение радиочастотных датчиков [1], представляющих собой отрезок коаксиальной линии с U-образным внутренним проводником (рис.1).

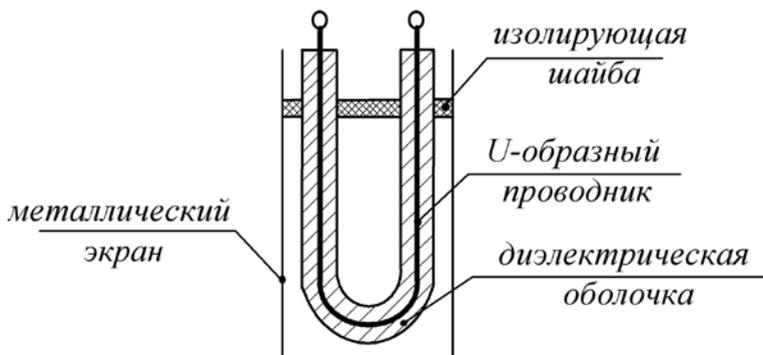


Рис. 1. Конструкция чувствительного элемента.

Такой радиочастотный датчик, погруженный в жидкую пищевую среду, является сложным объектом исследования. Поэтому для математического описания процессов протекания токов проводимости, токов смещения, накопления и перераспределения энергии, электрических и

магнитных полей и т. п., возникающих при погружении датчика, применена расчетная схема (схема замещения), состоящая из резистивных, индуктивных и емкостных элементов.

На основании априорной информации о процессах, происходящих при погружении датчика в исследуемую жидкость, разработана эквивалентная схема замещения чувствительного элемента, погруженного в исследуемую жидкость, представленная на рис. 2.

Здесь R_0 – половина сопротивления провода датчика (зависит от длины провода, материала проводника, способа изготовления линии), не зависит от раствора, в который погружается датчик;

L_0 – половина индуктивности части датчика, погруженной в раствор;

$C_{возд}$ – емкость части датчика, не погруженной в раствор;

C_p и R_p – емкость и сопротивление части датчика, погруженной в раствор (параметры, зависящие от свойств жидкости);

$C_{об}$ – емкость двойного слоя, образованного проводником и диэлектрической оболочкой (слой трансформаторного лака);

$L_{возд}$ – паразитная индуктивность части датчика, не погруженной в раствор.

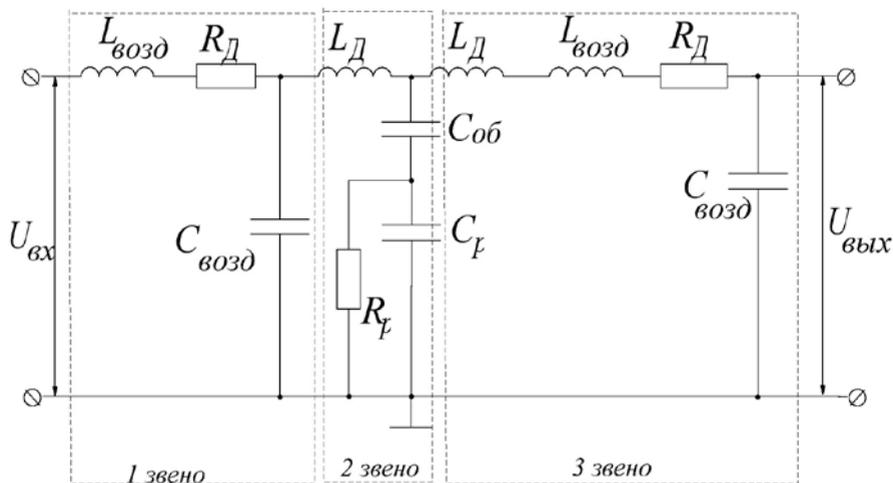


Рис. 2. Эквивалентная схема замещения чувствительного элемента.

Анализ схемы замещения и экспериментальные исследования доказывают, что данную U-образную коаксиальную линию можно использовать как высокочастотный резонатор и при соответствующем подключении измерительной и преобразовательной части использовать как датчик концентрации исследуемых жидкостей. Одним из способов получения информации о составе жидких пищевых сред является экспериментальный метод, для которого основной формой получаемых результатов являются амплитудно-частотные характеристики (АЧХ). Эти характеристики определяются в результате активного эксперимента, при котором на вход линейного стационарного объекта (измерительная ячейка, помещенная в исследуемую жидкость) подается гармоническое воздействие, на выходе в установившемся состоянии также появятся гармонические колебания. Предполагаемый вид АЧХ для радиочастотного датчика возможно определить по передаточной функции рассматриваемой схемы замещения (рис. 2):

$$W(j\omega) = W_1(j\omega) \cdot W_2(j\omega) \cdot W_3(j\omega),$$

$$\text{где } W_1(j\omega) = \frac{1}{L_{\text{возд}} \cdot C_{\text{возд}} \cdot (j\omega)^2 + R_{\text{д}} \cdot C_{\text{возд}} \cdot (j\omega) + 1}$$

- передаточная функция 1-го звена;

$$W_2(j\omega) = \frac{1 + (R_p \cdot C_p + R_p \cdot C_{\text{об}}) \cdot j\omega}{L_{\text{д}} \cdot R_p \cdot C_p \cdot C_{\text{об}} \cdot (j\omega)^3 + L_{\text{д}} \cdot C_{\text{об}} \cdot (j\omega)^2 + (R_p \cdot C_p + R_p \cdot C_{\text{об}}) \cdot j\omega + 1}$$

- передаточная функция 2-го звена;

$$W_3(j\omega) = \frac{1}{C_{\text{возд}} \cdot (j\omega)^2 \cdot (L_{\text{д}} + L_{\text{возд}}) + R_{\text{д}} \cdot C_{\text{возд}} \cdot (j\omega) + 1}$$

- передаточная функция 3-го звена;

По передаточной функции всей схемы в целом определяется зависимость амплитуды от частоты:

$$A(\omega) = \sqrt{\text{Re}^2(W(j\omega)) + \text{Im}^2(W(j\omega))}$$

На характер амплитудно-частотной характеристики помимо электрофизических свойств исследуемой жидкости, зависящих от ее состава, влияют и конструктивные параметры радиочастотного датчика. Влияние длины датчика, помещенного в дистиллированную воду, на вид расчетных АЧХ показано на рис. 3.

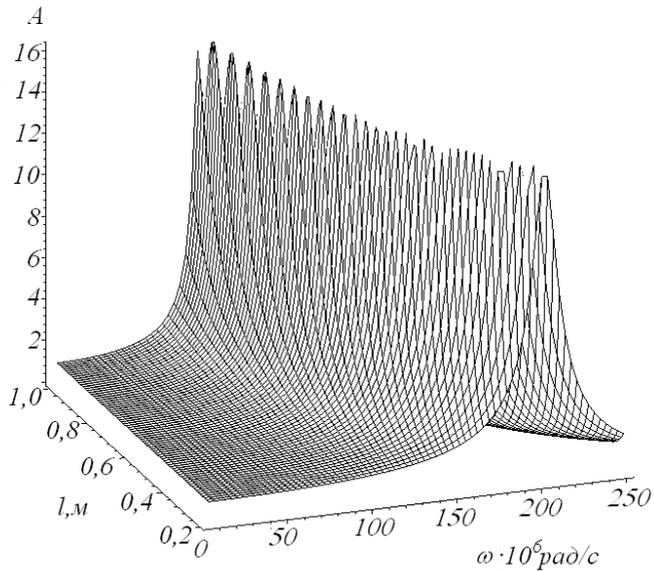


Рис. 3. Зависимость между длиной датчика l , частотой ω и амплитудой сигнала A .

Анализируя полученные амплитудно-частотные характеристики, можно сделать вывод, что, чем короче линия датчика, тем больше значение A_{\max} смещается в зону высоких частот. Это обстоятельство является существенным при выборе генератора гармонических колебаний и разработке вторичного преобразователя, предназначенного для обработки информации.

При исследовании пищевых жидкостей с малыми значениями примесей необходимо обеспечить достаточную чувствительность датчика [2], которая зависит от электрофизических свойств и толщины слоя диэлектрической оболочки. На рис. 4 представлена зависимость между амплитудой, частотой и толщиной слоя оболочки r_{ob} .

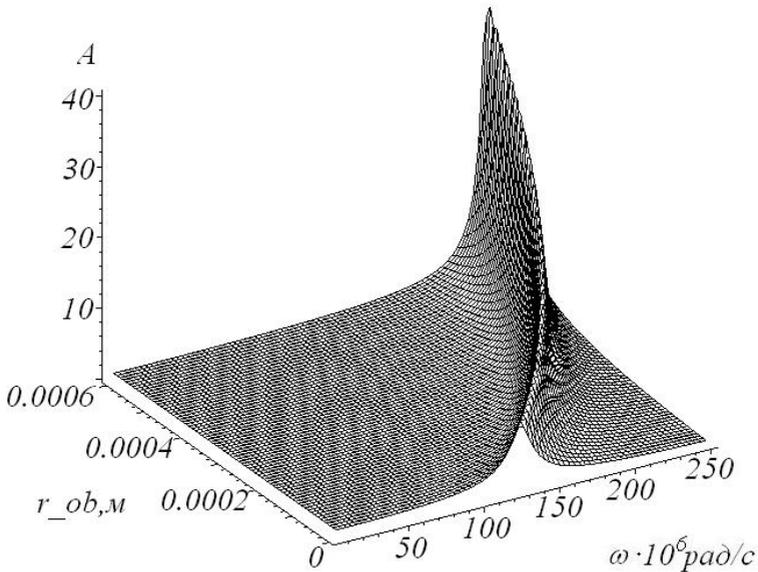


Рис. 4. Зависимость между толщиной диэлектрической оболочки r_{ob} , частотой ω и амплитудой сигнала A .

Анализ представленной характеристики показывает, что при увеличении толщины диэлектрической оболочки увеличивается добротность резонатора, однако вместе с этим уменьшается чувствительность датчика к изменению состава контролируемой жидкости.

Таким образом, при выборе конструктивных параметров радиочастотных датчиков необходимо учитывать свойства исследуемых жидкостей, частотный диапазон, в котором планируется производить измерения, и имеющиеся возможности для сбора и обработки информации. Для решения такого рода задач необходимы предварительные экспериментальные исследования степени применимости радиочастотного датчика с эталонными жидкостями, химический состав которых определен с помощью традиционных методик.

Литература:

1. **Ершов А. М., Маслов А. А., Совлуков А. С., Фатеев В. Я., Яценко В. В.** Определение выходной характеристики радиочастотного концентратомера водных растворов// Наука и образование – 2008 [Электронный ресурс]: междунар. науч.-техн. конф. Мурманск: МГТУ, 2008.

2. **Маслов А. А., Совлуков А. С., Фатеев В. Я., Яценко В. В., Власова А.Р.** Радиочастотное резонаторное устройство для измерения физических свойств жидкостей// Вестник МГТУ: труды Мурман. гос. техн. ун-та. Мурманск. 2010. Т. 13. № 4/2. С. 931–936.

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ КОПЧЕНИЯ

Маслов А. А., Кайченев А. В., Аминов В. А. (г. Мурманск, МГТУ, Политехнический факультет, кафедра Автоматики и вычислительной техники)

Аннотация. В статье рассмотрена система автоматического контроля и управления процессом копчения для универсальной коптильно-сушильной установки (УКСУ). Приведено описание технологической установки и структуры системы управления.

Abstract. The article describes control system of smoking process based on the pilot plant. A detailed description of the process plant and control system are given.

1. Введение

В настоящее время автоматизация пищевых технологических процессов направлена на повышение качества выпускаемой продукции, и снижение затрат на потребление электроэнергии [4].

В рамках научно исследовательской работы в МГТУ совместно с кафедрами АиВТ и ТПП разработана универсальная коптильно-сушильная установка с использованием системы автоматического управления (САУ) на основе современных микропроцессорных средств. Основным управляющим элементом является программируемый логический контроллер ПЛК-154 фирмы «ОВЕН» [3]. САУ обеспечивает контроль и управление заданных параметров технологического процесса копчения (температуру дымо-воздушной смеси, влажность и скорость потока). Для задания технологических параметров оператором-технологом в системе управления используется интерфейс, позволяющий производить ввод данных, на базе панели ИП-320 фирмы «ОВЕН». Через данную панель можно производить изменение коэффициентов ПИД-регуляторов системы управления. Помимо задания параметров, на панель оператора выводится информация о текущей температуре и влажности внутри установки, а также есть возможность архивирования изменения температуры и влажности за один технологический цикл работы установки.

2. Описание технологической установки и аппаратной реализации

Функциональная схема технологической установки представлена на рисунке 1.

Коптильная установка является установкой камерного типа [1]. На входе установлен рециркуляционный вентилятор (1), нагнетающий дымо-воздушную смесь в установку. Смесь состоит из цехового воздуха, дыма и дымо-воздушной смеси после рециркуляции процесса копчения. Смешение этих трех составляющих происходит в камере смешения (3). Дым поступает с дымогенератора (4). Как видно из рисунка 1 установка состоит из 6 секций. В первой секции установлены ТЭНы (6) мощностью 22,5 кВт для основного нагрева дымо-воздушной смеси. Остальные группы нагревателей (7) и (8) мощностью по 18 кВт каждая стоят между 2 и 3, а также между 4 и 5 секциями соответственно. Они необходимы для подогрева дымо-воздушной смеси, которая после прохождения тележек с продукцией отдает им часть тепла. Поддержание точного заданного значения температуры обеспечивают ПИД-регуляторы, реализованные в виде подпрограммы для ПЛК-154. Сигнал управления с этих регуляторов поступает на блок управления тиристорами и симисторами (БУСТ), далее сигнал поступает на симисторы, которые меняют значение действующего подводимого напряжения к ТЭНам от 0 до 220В. Для поддержания влажности также используется ПИД-регулятор, сигнал управления поступает на частотный преобразователь (ЧП), за счет которого происходит изменение частоты вращения вытяжного вентилятора путем изменения частоты питающей сети от 0 до 50Гц. Для контроля влажности используется психрометрический метод расчета.

Рис.1 - Функциональная схема коптильной установки.

1- рециркуляционный вентилятор; 2- вытяжной вентилятор; 3- камера смешения; 4-дымогенератор; 5.- магистраль рециркуляции; 6- ТЭН 1 группы; 7- ТЭН 2 группы; 8- ТЭН 3 группы;

Изменение частоты вращения вытяжного вентилятора позволяет контролировать количество забираемого свежего воздуха из цеха, для поддержания влажности всей воздушной смеси внутри камеры. Чем суше воздух в камере, тем меньше частота вращения вытяжного вентилятора, поскольку необходимо поддерживать низкий уровень влажности внутри камеры (порядка 40-45%), и наоборот, чем увлажнен воздух внутри камеры, тем выше частота вращения вентилятора, с целью вытеснения этого воздуха более сухим воздухом из цеха. Использование частотных преобразователей позволяет менять производительность вентиляторов в широком диапазоне с меньшим потреблением электроэнергии по сравнению с заслонками, которые меняли в узком диапазоне производительность вентиляторов, при этом потребление электроэнергии было максимальным. Для сбора информации о текущей температуре и влажности используются датчики температуры (термосопротивления). Информация с них поступает на модуль аналогового ввода (МВА8), где впоследствии обрабатывается. Температура контролируется в нескольких точках. Модуль сбора имеет 8 каналов аналогового ввода для сбора информации в отличие от основного контроллера, у которого только 4 канала аналогового ввода. Опрос МВА8 производится по интерфейсу связи RS-485 по протоколу ModBus RTU, с интервалом опроса каждого канала в 1 с. Для увеличения количества каналов аналогового вывода используется аналоговый модуль управления (МВУ8), который также подключен к контроллеру по интерфейсу RS-485. Сигнал с модуля управления поступает на частотные преобразователи.

В системе управления предусмотрен ряд защит. Одной из наиболее важной является защита по обрыву фазы, а также по провалу и скачку напряжения за пределы критического значения. Помимо защит, связанных с качеством питающей сети, есть защиты по технологическим авариям: отсутствию воздушного потока, превышению заданного критического значения температуры, выхода из строя датчика температуры и отсутствию воды в емкости психрометра. Любые срабатывания системы защиты сопровождаются световой и звуковой индикацией, а также остановкой технологического процесса.

Необходимо отметить, что в процессе ввода установки в эксплуатацию была проведена настройка ПИД-регулятора. Было принято решение об использовании рекуррентной формы цифрового регулятора:

$$U(k) = U(k-1) + a_0 \varepsilon(k) + a_1 \varepsilon(k-1) + a_2 \varepsilon(k-2), \text{ где (1)}$$

$$a_0 = K \left(1 + \frac{T_D}{T_n} \right); a_1 = K \left(\frac{T_D}{T_n} - 2 \frac{T_D}{T_n} - 1 \right); a_2 = K \frac{T_D^2}{T_n^2}, \text{ где (2)}$$

- шаг квантования; - постоянная времени интегрирования;
 - постоянная времени дифференцирования; - коэффициент пропорциональности.

После настройки регулятора удалось получить переходный процесс температуры дымо-воздушной смеси после каждой группы ТЭНов, удовлетворяющий требованиям технологического процесса, представленный на рисунке 2. Шаг квантования был выбран 10 с.

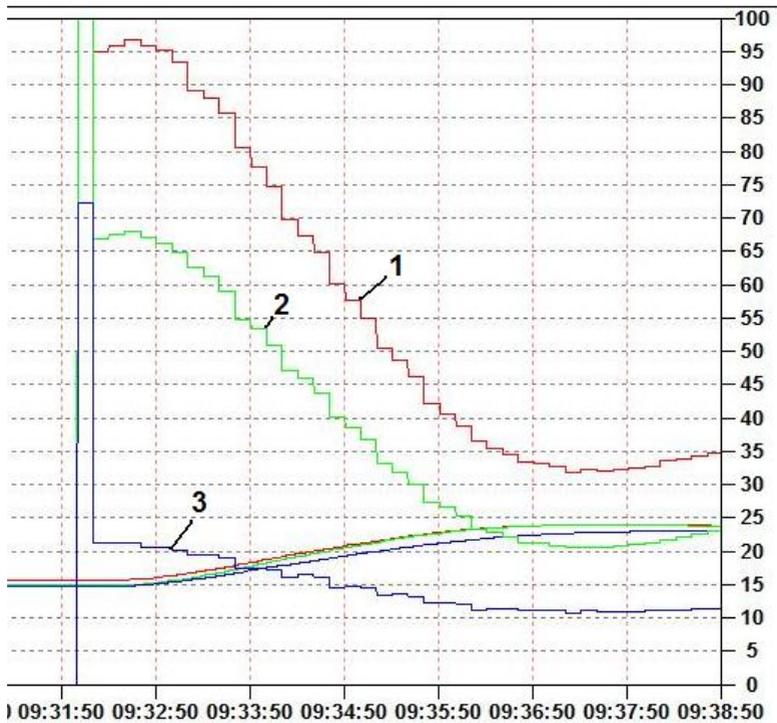


Рис. 2 - График температуры и управляющего сигнала для каждой группы ТЭНов (1 - 1 группа; 2 - 2 группа; 3 - 3 группа). Установленная температура 25 (первые 15 минут).

Время регулирования составляет от 10 до 15 минут, в зависимости от загруженности установки. На рисунке 3 представлен график переходного процесса и сигналов управления температурой каждой группы ТЭНов, режим выхода на режим 25 с 20.

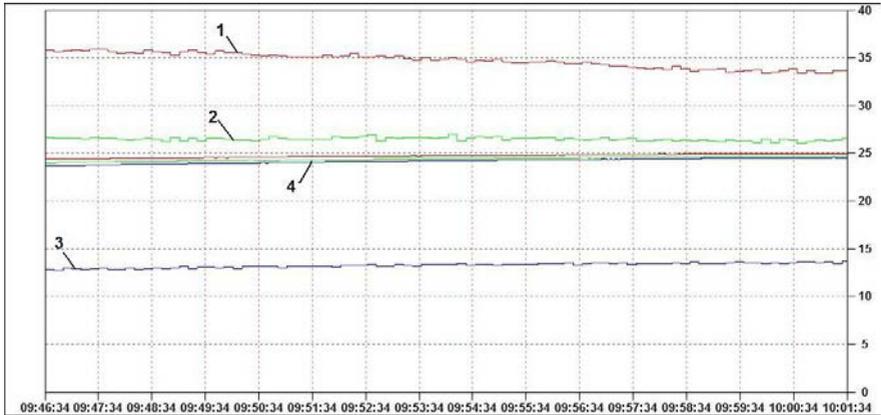


Рис. 3 - График температуры и управляющего сигнала для каждой группы ТЭНов (1 - управление 1 гр.; 2 - управление 2 гр.; 3- управление 3 гр.; 4- температуры после 3-х групп ТЭНов). Выход на режим 25 (вторые 15 минут).

Натурные испытания показали, что показания датчиков температуры подвержены влиянию электромагнитных помех от силового электрооборудования. Применение цифрового фильтра, имеющегося в модуле аналогового ввода, не привело к качественному изменению сигнала. Поэтому было принято решение об использовании фильтра Изермана для подавления помех во входных сигналах. Фильтр реализован в виде подпрограммы для управляющего контроллера ПЛК-154. Глубина фильтра была выбрана 3.

3. Заключение

Разработанная система автоматического управления для универсальной коптильно-сушильной установки показала высокую эффективность и точность поддержания всех заданных параметров. В ходе трех недельных тестовых испытаний не было выявлено неисправностей или дефектов в работе системы управления. Качество выпускаемой продукции при этом соответствовало необходимым технологическим требованиям.

Литература:

1. **Ершов М.А., Ершов А.М., Николаенко О.А.** Методика расчета кривых кинетики и динамики обезвоживания в процессах вяления и холодного копчения рыбы. *Вестник МГТУ: Труды Мурманского государственного технического университета*, т.13, № 4, с.707-709, 2010.

2. **Кайченко А.В.** Внедрение технических и программных средств автоматизации «ОВЕН» в учебный процесс и производство / А. В. Власов, А. В. Кайченко, А. А. Маслов // Наука и образование – 2010 [Электронный ресурс] : междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 5–9 апреля 2010 г. / МГТУ. – Электрон. текст. дан. (139 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2010. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 1349–1352. – Гос. рег. НТЦ "Информрегистр" № 0321000362.

3. **А.А. Маслов, А.В. Кайченко А.В., Саженков Р.А., Коваль А.Е.** Система управления микроклиматом // «Автоматизация и производство». - №1/2008. – М.: «АиП», 2008. – С. 36-37

4. **А.А. Маслов, А.Ю. Висков** Современный подход к разработке проектов АСУТП// «Современные технологии автоматизации». - №3/2001. – М.: СТА-ПРЕСС, 2001. – С. 68

ОСОБЕННОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ ЦИФРОВЫХ РЕГУЛЯТОРОВ В СИСТЕМАХ С ЭЛЕКТРОНАГРЕВОМ

Маслов А. А., Висков А. Ю. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра автоматизи-
ки и вычислительной техники, maslova@mstu.edu.ru,
viskovaju@mstu.edu.ru*)

Abstract. In the paper the questions of digital controller adjustment in a class of temperature control systems are described. The approaches of electrical heating elements mathematical modeling are discussed. The results of digital simulation are given.

Задача стабилизации температуры, как одного из важнейших параметров технологических процессов, неизменно является актуальной и практически важной. По мере развития средств автоматизации требования к точности поддержания температуры, величине и длительности отклонений температурного режима от заданного ужесточаются. Одним из практически полезных новшеств стало широкое внедрение тепловых электрических нагревателей (ТЭН), управляемых тиристорными (симисторными) коммутаторами (ТК) – блоками управления симисторами и тиристорами. Сами ТЭНы при высокой надёжности дешевле, существенно менее инерционны и удобнее в эксплуатации по сравнению с водяными и паровыми теплообменными аппаратами. Современные ТК при достаточно низкой стоимости (в пределах 3-4 тысяч рублей) обеспечивают плавное и точное изменение теплового потока ТЭНов, обладая пренебрежимо малой собственной инерционностью. Кроме того, при использовании фазового управления электрической мощностью,

исключаются ударные токовые нагрузки на питающую сеть, возникающих при включении групп ТЭНов.

Однако подходы к построению и настройке автоматических систем регулирования (АСР) остаются прежними, в литературе не встречается каких-либо специальных рекомендаций или описания особенностей использования ТЭНов с ТК. При более внимательном рассмотрении вопроса становится очевидным, что некоторые особенности всё же имеются, а, следовательно, должны быть выработаны практические рекомендации по их учёту. С первого же взгляда на способ получения теплового потока от ТЭНов, а равно и любых нагревателей, представляющих собой активное сопротивление, видно, что электрическая мощность, отбираемая от электрической сети ТЭНов пропорциональна квадрату подаваемого напряжения:

$$P = V^2/R,$$

где P – активная мощность, Вт; V – напряжение, прикладываемое к ТЭНам, В;

R – сопротивление ТЭНа, Ом.

Таким образом, при разработке и настройке АСР следует дополнять модель ТЭН преобразователем ($Q = V^2$), возводящим входной сигнал в квадрат: $Q_{\text{ТЭН}}(t) = V^2_{\text{ТК}}(t)$, как показано на схеме рис.1.

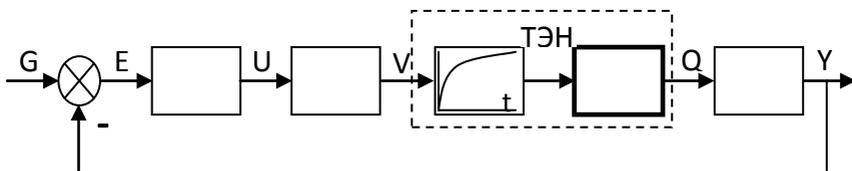


Рис.1. Функциональная схема модели АСР температуры.

РЕГ – цифровой регулятор температуры; ТЭН – модель ТЭН, состоящая из инерционного звена $1^{\text{го}}$ порядка и преобразователя подаваемого напряжения в тепловой поток $Q = V^2$; ОУ – объект управления.

G – заданная температура, E – рассогласование ($E = G - Y$), U – управляющий сигнал, вырабатываемый цифровым регулятором, V – напряжение, вырабатываемое ТК, Q – тепловой поток ТЭН, Y – регулируемый параметр (температура).

Для изучения влияния ТЭНов были проведены численные эксперименты. Суть экспериментов состояла в моделировании переходных процессов АСР температурой с цифровым ПИД-регулятором. Моделирование производилось в пакете AutoCont 3.0 [1], с шагом расчета равным 0.005 сек и шагом квантования цифрового ПИД-регулятора - 0.1 сек. ТЭН и ОУ моделировались аperiodическим звеном $3^{\text{го}}$ порядка с передаточной функцией:

$$W_{i0}(p) = \frac{1}{3p^3 + 30p^2 + 13p + 1}.$$

Номинальное возмущающее воздействие подавалось через 30 сек. единичным ступенчатым сигналом. Сигнал возмущения проходил через элемент с передаточной функцией $W_F(p) = \frac{0.3}{0.6p^2 + 2.3p + 1}$, после чего подавался со знаком минус на выход ОУ.

Настройка регулятора производилась по минимуму интегральной оценки качества $J_4 = \int_0^{40} |E(t)| t dt$ в течение 40 секунд.

Вначале производилась настройка цифрового ПИД-регулятора для модели, не содержащей преобразователя $Q = V^2$. Были получены следующие результаты: значение $J_4 = 22.19$ при коэффициентах ПИД-регулятора: $K = 5.49$, $T_i = 30.5$, $T_d = 1.03$.

Затем полученные коэффициенты регулятора были введены в модель, содержащую преобразователь $Q = V^2$. Величина интегральной оценки качества составила $J_4 = 20.95$. Графики переходных процессов при разгоне показаны на рис 2.

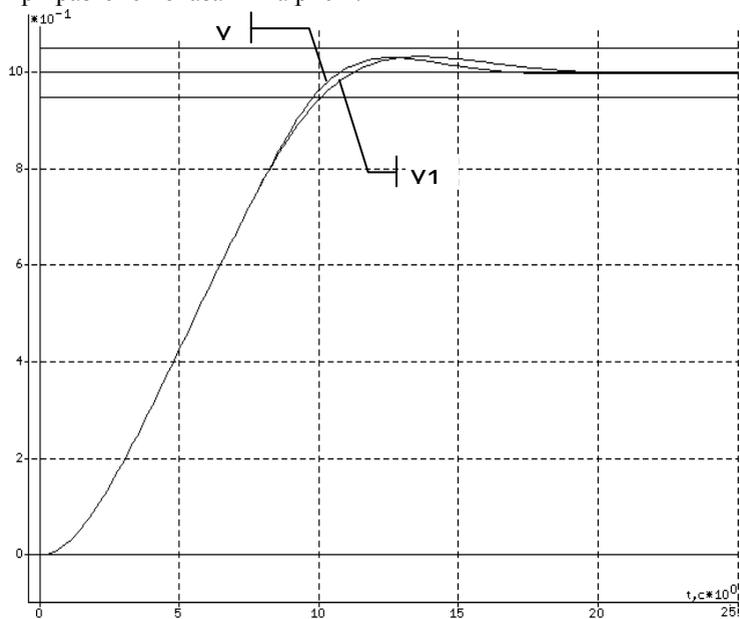


Рис.2. Оптимальные переходные процессы при разгоне для системы без преобразователя (Y_1) и с преобразователем (Y_2).

Время регулирования для модели без преобразователя составило 10.04 сек., а для модели с преобразователем 9.77 сек. Максимальное значение регулируемого параметра для модели без преобразователя составило 1.03 при $t = 13.38$ сек. и для модели с преобразователем 1.03 при $t = 12.5$ сек.

Таким образом, можно сделать вывод, что разгонные переходные процессы практически совпадают.

Однако при подаче возмущения поведение моделей заметно различается. Величины интегральной оценки качества составили $J_4 = 160.18$ для модели без преобразователя и $J_4 = 95.05$ для модели с преобразователем при одинаковых коэффициентах регуляторов. Дополнительные данные, характеризующие переходные процессы по возмущающему воздействию приведены в таблице 1, в которой использованы следующие обозначения: Y_{\min} – минимальное значение регулируемого параметра при подаче возмущения, t_{\min} – время достижения минимума регулируемого параметра, $t_{\text{пп}1}$ – время регулирования в процессе подачи возмущения, Y_{\max} – максимальное значение регулируемого параметра при снятии возмущения, t_{\max} – время достижения максимума регулируемого параметра, $t_{\text{пп}2}$ – время регулирования в процессе снятия возмущения.

Таблица 1.

	Y_{\min}	t_{\min}	$t_{\text{пп}1}$	Y_{\max}	t_{\max}	$t_{\text{пп}2}$
Модель без преобразователя	0.85	2.75	7.16	1.14	2.85	6.53
Модель с преобразователем	0.86	2.75	5.52	1.13	2.48	5.06

Поведение моделей при подаче возмущения показано на рис.3.

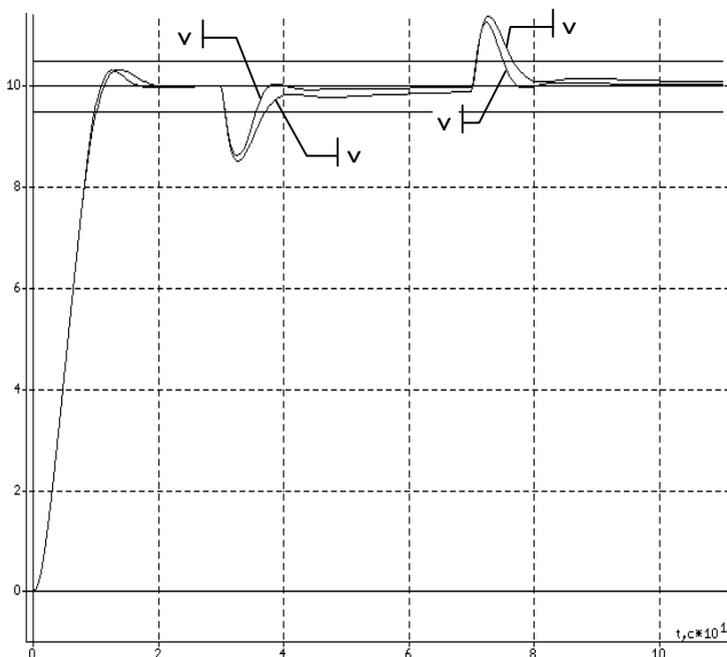


Рис.3. Оптимальные переходные процессы под действием возмущения для систем без преобразователя (Y1) и с преобразователем (Y2).

Таким образом, оптимальные коэффициенты регулятора, полученные без учёта особенностей ТЭНов, при переносе в реальную АСР обеспечат лучшее, чем при моделировании, качество управления.

Тем не менее, это не означает, что при моделировании рассматриваемого класса процессов, не нужно учитывать свойства исполнительной системы в полном объеме. Были проведены вычислительные эксперименты для определения эффективности и целесообразности настройки регулятора для модели с преобразователем $Q = V^2$. Результаты настройки регулятора: значение $J_4 = 20.44$ при коэффициентах ПИД-регулятора: $K = 5.47$, $T_i = 30.7$, $T_d = 1.2$. Время регулирования составило 9.91 сек. Максимальное значение регулируемого параметра для модели без преобразователя составило 1.02 при $t = 12.58$ сек. Т.е. разгонный процесс стал несколько более плавным и лучшим в смысле выбранной интегральной оценки качества.

На рис. 4 показано поведение системы, настроенной без преобразователя, и системы, настроенной с преобразователем при подаче возмущения.

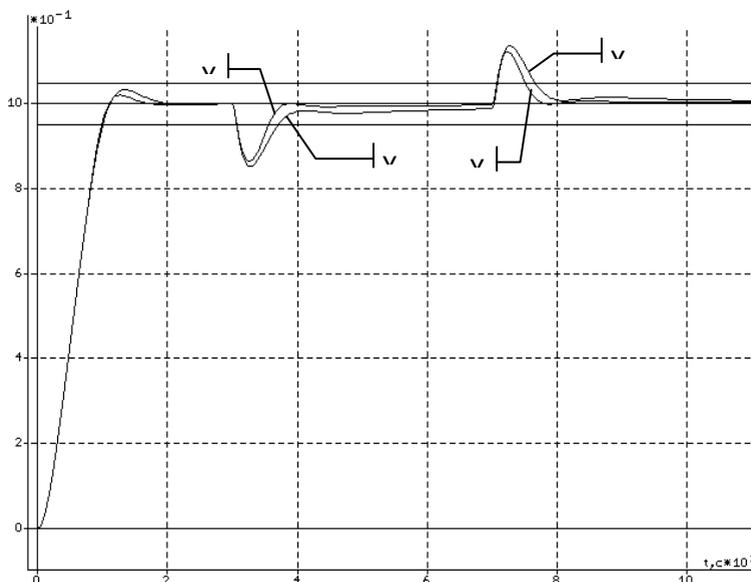


Рис.4. Оптимальные переходные процессы под действием возмущения для системы без преобразователя (Y1) и для системы, настроенной с преобразователем (Y2).

Величина интегральной оценки качества для системы, настроенной с учётом свойств ТЭНов составила $J_4 = 94.09$ (моделей настроенных без учета свойств ТЭНов $J_4 = 160.18$ и $J_4 = 95.05$ соответственно). Дополнительные данные, характеризующие переходные процессы по возмущающему воздействию приведены в таблице 2. Полученные данные показывают, что прямые показатели качества для АСР, настроенной с учетом преобразования сигналов в ТЭНах $Q = V^2$, лучше, чем без учёта преобразования.

Таблица 2.

	Y_{\min}	t_{\min}	$t_{\text{пп}1}$	Y_{\max}	t_{\max}	$t_{\text{пп}2}$
Модель без преобразователя	0.85	2.75	7.16	1.14	2.85	6.53
Модель, настроенная с преобразователем	0.86	2.75	5.51	1.12	2.3	5.06

Очевидно, что при разработке оптимальных цифровых регуляторов необходимо учитывать особенности преобразования в ТЭНах электрической энергии в тепловую.

Литература:

1. **Маслов А.А.** Введение в AutoCont с примерами моделирования автоматических систем управления: Учеб. пособие по дисциплине "Теория автоматического управления" для специальностей: 210200 "Автоматизация технологических процессов и производств", 240600 "Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики"/ А.А.Маслов, С.И.Ушаков, А.Ю.Висков: Под ред. А.А. Маслова. – Изд. 2-е перераб. и доп. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2005. – 158 с.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБЪЕКТА С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Власова А. Р., Власов А. В., Кайченев А. В., Яценко В. В. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра автоматики и вычислительной техники, e-mail: ican2005@yandex.ru*)

Abstract. The article describes a way of solving a problem of object's dynamics identification using artificial neural networks.

Аннотация. В статье рассматривается подход к решению задачи идентификации динамических свойств объекта с использованием искусственных нейронных сетей.

В последние несколько лет наблюдается повышенный интерес к искусственным нейронным сетям, которые успешно применяются в различных областях: бизнесе, технике, физике, математике – то есть везде, где требуется решать задачи прогнозирования, идентификации или управления. Это обуславливается в первую очередь такими достоинствами нейронных сетей, как: решение задач при неизвестных закономерностях (возможность решать задачи, в которых неизвестны закономерности развития ситуации и зависимости между входными и выходными данными), устойчивость к шумам во входных данных (нет необходимости отсеивать неинформативные, шумовые входные сигналы, нейронная сеть сама определит их малопригодность для решения задачи и отбросит их), высокое быстродействие работы обученной системы.

В автоматике для решения задачи оптимизации управления часто требуется наличие аппроксимирующей модели объекта, параметры которого в большинстве случаев идентифицируются по переходному процессу. Существует множество способов решения данной задачи. Например, традиционно для идентификации используются итерационные

методы, которые имеют развитый математический аппарат, хорошую устойчивость к шумам, но недостаточное быстродействие.

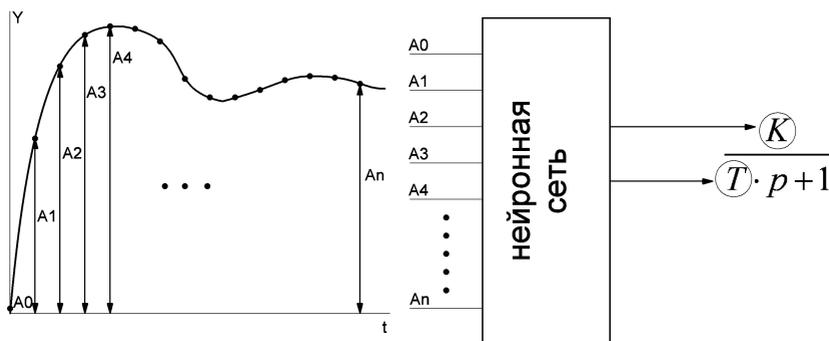
В рамках исследования было решено проверить возможность использования нейронных сетей для идентификации параметров аппроксимирующей модели по переходному процессу. В качестве объекта было выбрано апериодическое звено первого порядка, временная зависимость выхода которого при подаче единичного ступенчатого сигнала на вход может быть описана следующей формулой:

$$Y = K(1 - e^{-\frac{t}{T}}) \cdot I(t) \quad 1)$$

В качестве входной выборки для нейронной сети выступали значения переходного процесса, выходными параметрами являлись значения постоянных времени K и T (рисунок 1).

Построение нейронной сети, которая будет решать поставленную задачу, требует решения двух основных вопросов: во-первых, обучения нейронной сети; во-вторых, классического вопроса определения количества нейронов в сети и необходимого объема входной выборки.

Для обучения нейронной сети был использован пакет Neural Networks Toolbox (NNT) системы математического моделирования MATLAB 2009 фирмы Math Works. Пакет прикладных программ NNT содержит средства для построения нейронных сетей, базирующихся на поведении математического аналога нейрона. Пакет обеспечивает эффективную поддержку проектирования, обучения, анализа и моделирования множества известных типов сетей – от базовых моделей персептрона до самых современных ассоциативных и самоорганизующихся сетей.



центное распределение выборки на тренировку, проверку и тестирование, а также количество нейронов в сети (на рисунке обозначено количеством нейронов в слое Hidden Layer).

После обучения разработанная нейронная сеть передается для дальнейшей работы в среду MATLAB, где может быть проверена эффективность ее работы (посредством проверочной выборки, которая формируется программой «Yfit»), осуществлена более точная настройка и получена подробная информация о весах каждого нейрона.

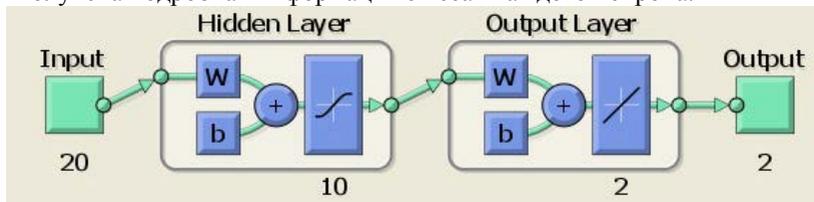


Рис. 3 – Структура нейронной сети

Для определения необходимого количества нейронов в сети был проведен ряд опытов, результаты которых сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты исследования влияния количества нейронов на качество идентификации

Количество нейронов N	Количество эпох (итераций) обучения	Погрешность определения коэффициента K, %	Погрешность определения коэффициента T, %
1	26,00	80,740	12,085
2	25,00	2,970	1,780
3	105,00	2,330	3,255
4	113,00	0,680	1,005
5	138,00	0,090	0,220
10	287,00	0,020	0,195

На рисунках 4 и 5 показаны зависимости времени обучения сети и погрешности работы обученной сети от количества нейронов.

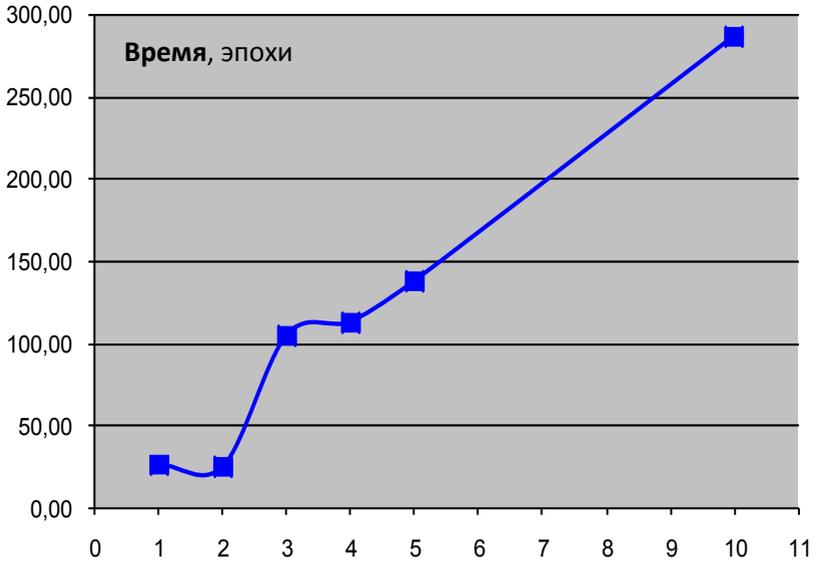


Рис. 4 – Зависимость времени обучения нейронной сети от количества нейронов

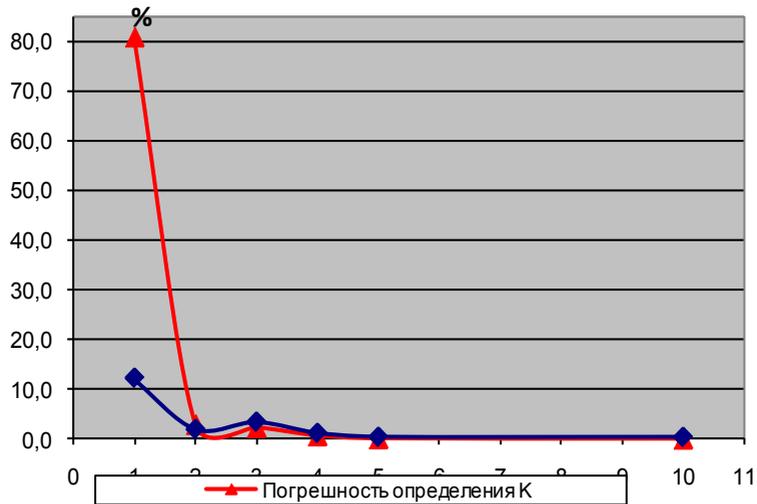


Рис. 5 – Зависимость погрешности работы сети от количества нейронов

Как видно из рисунков, оптимальным для данного случая количеством нейронов является два, так как при этом обучение сети производится за небольшое количество эпох, обеспечивая при этом достаточную точность работы нейронной сети. Увеличение количества нейронов свыше 4 позволяет свести погрешность работы практически к нулю, но время обучения возрастает непропорционально.

В результате исследования было выяснено, что нейронные сети являются эффективным и сравнительно простым в использовании средством для идентификации параметров аппроксимирующей модели по переходному процессу.

Литература:

1. **Круглов, В. В.** Нечёткая логика и искусственные нейронные сети/ В. В. Круглов, М. И. Дли, Р. Ю. Голунов .– М.: Физматлит, 2001. 221с.
2. INTUIT.ru_ Курс_ Основы теории .._ Лекция №1_ Основы искусственных нейронных сетей [Электронный ресурс]// INTUIT.ru URL: <http://www.intuit.ru/department/ds/neuronnets/1/>
3. **Прохоренков, А.М.** Судовая автоматика / А.М. Прохоренков, В.С. Солодов, Ю.Г. Татьянченко.– М.: Колос, 1992.

РАЗРАБОТКА МАЛОГАБАРИТНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОПТИЛЬНОГО ПРЕПАРАТА

Власова А. Р., Власов А. В., Маслов А. А., Яценко В. В., Кайчев А. В. (*г. Мурманск МГТУ, кафедра автоматики и вычислительной техники, e-mail: ican2005@yandex.ru*)

Abstract. The article describes aspects of compact smoke liquid absorber's engineering. The purpose of this work is studying of the smoke sorbtion process for increasing its efficiency.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы разработки малогабаритной установки для получения коптильного препарата. Целью создания установки является исследование динамики процесса сорбции для повышения его эффективности.

В совместных исследованиях кафедр «Автоматики и вычислительной техники» (АиВТ) и «Технологии пищевых производств» (ТПП) Мурманского государственного технического университета большое внимание уделяется работам, направленным на повышение качества

получаемой рыбной продукции путем автоматизации процессов ее приготовления. Так, в рамках ГБ НИР «Комплексная модернизация систем контроля и управления процессами стерилизации и копчения» кафедрой АиВТ в настоящее время ведется разработка малогабаритной автоматизированной установки для получения копильного препарата.

На кафедре ТПП было разработано устройство для получения копильного препарата «СКВАМА-2»[1], в котором производится многостадийная сорбция дымовых газов водой при противоточном и прямоточном движении контактирующих сред. Внешний вид и функциональная схема данного устройства представлены на рисунке 1.

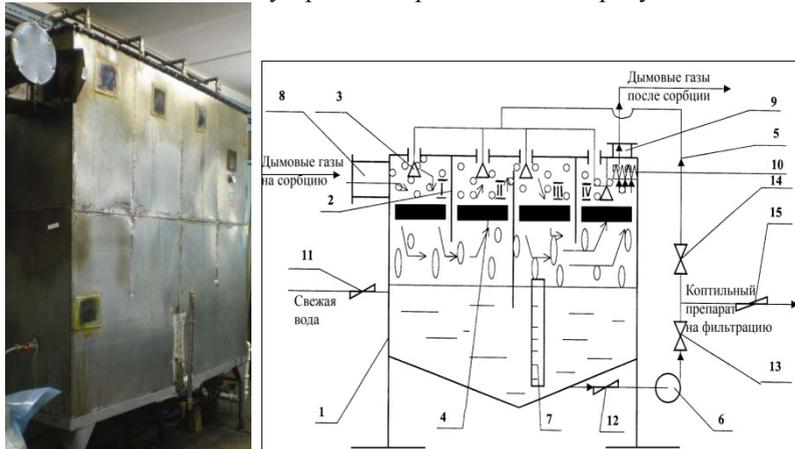


Рисунок 1 – Внешний вид и функциональная схема устройства для получения копильного препарата

- 1-корпус, 2-перегородки, 3-форсунки, 4-насадки,
5-трубопровод, 6-насос, 7-водомерное стекло,
8,9-патрубки, 10-каплеуловитель, 11-15-краны

В процессе приготовления копильного препарата в данной установке производится контроль температур получаемого копильного препарата, дымовоздушной смеси на входе и выходе из абсорбера, а также уровня копильного препарата. Управление процессом сорбции осуществляется в ручном режиме. Процесс приготовления длится время, определяемое желаемой насыщенностью итогового продукта копильными компонентами (от 70 до 140 часов).

В ходе исследования путей повышения эффективности процесса абсорбции дымовоздушной смеси в воде было принято решение о разработке малогабаритного аналога данной установки, на котором будут проводиться как исследования самого процесса абсорбции, так и разра-

ботка и настройка системы автоматического управления им. Применение малогабаритной установки оправдано рядом факторов, таких, как снижение затрат на проведение экспериментов, удобство использования, простота модификации и обслуживания. Кроме того, в дальнейшем подобные установки могут быть предложены как альтернатива для малых предприятий.

Разрабатываемую малогабаритную установку планируется сделать функционально соответствующей оригиналу, внося при этом ряд усовершенствований в ее работу. Малогабаритная установка будет оборудована датчиками и исполнительными механизмами, которые позволят не только обеспечить требуемый уровень автоматизации технологического процесса сорбции, но и проводить исследования его динамики. Функциональная схема разрабатываемого устройства представлена на рисунке 2.

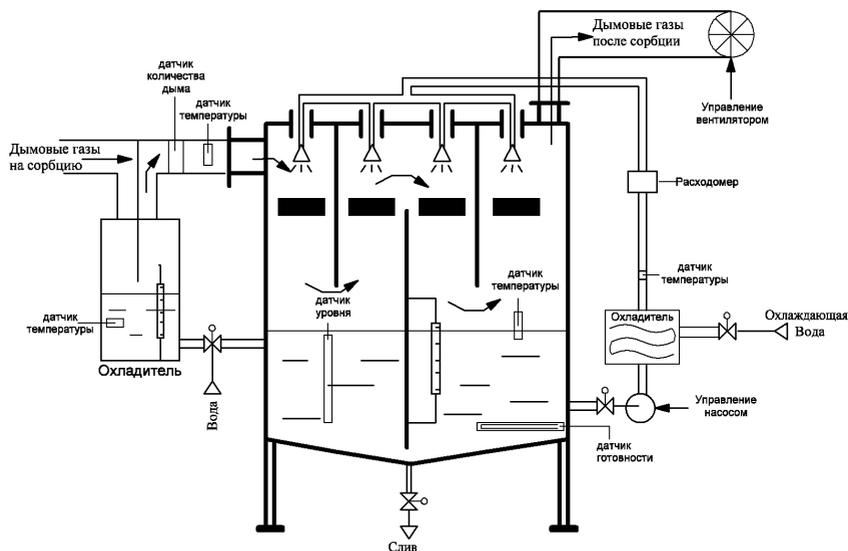


Рис. 2 – Функциональная схема малогабаритной установки для получения копильного препарата

Для определения степени готовности копильного препарата планируется использовать радиочастотный датчик контроля состава копильного препарата, разработанный научно-исследовательской группой кафедры АиВТ в ходе исследований в рамках ГБ НИР[2].

На вход датчика подается набор тестовых сигналов, с выхода датчика снимается значение амплитуды выходного сигнала. По амплитудам входного и выходного сигналов строится амплитудно-частотная характеристика раствора. Она сравнивается с эталонной характеристикой, хранящейся либо в памяти самого датчика, либо в системе управления. По результатам сравнения делается вывод о соответствии хода процесса абсорбции водой компонентов копильного дыма эталонным значениям, и может быть принято решение об окончании процесса приготовления. Применение данного датчика позволит своевременно определять готовностьготавливаемого продукта, и, следовательно, сократить время приготовления, что приведет к сокращению затрат на процесс.

Систему автоматического управления процессом планируется разработать на базе оборудования отечественной фирмы «Овен», которое в последние годы получило широкое распространение в нашей стране благодаря достаточному качеству и приемлемой цене.

Для работы системы управления необходимо контролировать следующие параметры: температуры копильного препарата во входном охладителе, абсорбере и после выходного охладителя, температуру дымовой смеси, а также сигналы с датчика количества (расхода) дыма, расходомера и датчиков уровня и готовности препарата. При этом необходимо будет осуществлять управление подачей дыма и воды, работой циркуляционного насоса и вытяжного вентилятора.

Исходя из перечисленных требований, систему управления планируется реализовать на базе программируемого логического контроллера «ОВЕН» ПЛК-154, в памяти которого располагаются все управляющие алгоритмы и который будет обеспечивать связь с модулями удаленного ввода вывода. Для ввода аналоговых сигналов в систему управления предлагается использовать модуль ввода аналоговый МВА-8 «ОВЕН». Для ввода/вывода дискретной информации будут использоваться входы ПЛК-154, через него же будет осуществляться аналоговый вывод. Структурная схема аппаратных средств системы управления представлена на рисунке 3.

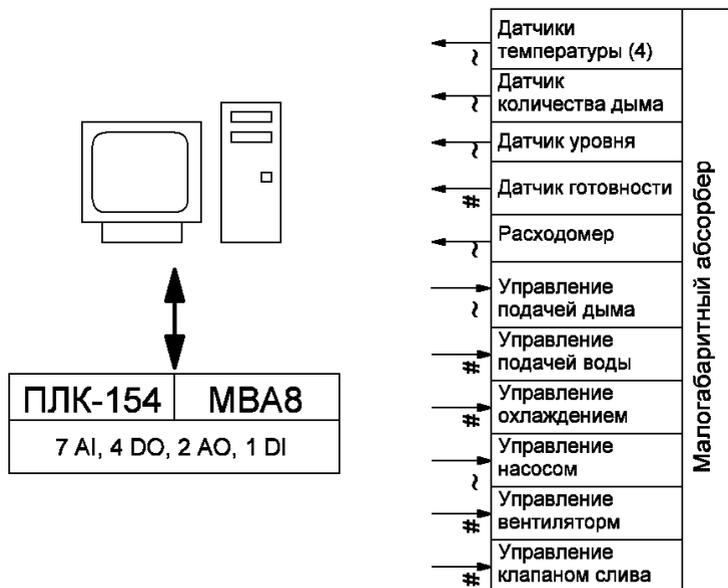


Рис. 3 – Структурная схема аппаратных средств системы управления

В результате проведенных исследований разработана функциональная схема малогабаритной установки для получения коптыльного препарата, определены входные и выходные параметры и предложена структура системы управления процессом сорбции. Создание подобной установки позволит осуществить исследования динамики процесса сорбции, что позволит повысить его эффективность за счет реализации оптимального управления.

Литература:

1. Способ получения коптыльного препарата и устройство для его осуществления: патент 2172106 Рос. Федерация: МПК А23В4/048 / Ершов А.М., Гроховский В.А., Беспалова В.В, Дубровин С.Ю; заявитель и патентообладатель Мурманский государственный технический университет – 2000109770/13; заявл. 17.04.2000; опубл. 20.08.2001
2. **Яценко, В.В.** Совершенствование методов контроля качества жидких коптыльных сред на основе обобщенного показателя: автореферат дис. на соискание ученой ст. канд. техн. наук: 05.18.12 : 05.13.06. / Яценко Виктория Владимировна.– Мурманск, 2010.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В СТЕРИЛИЗАЦИОННОЙ КАМЕРЕ АВТОКЛАВА НА ЭТАПАХ НАГРЕВА И СОБСТВЕННО СТЕРИЛИЗАЦИИ

Маслов А.А., Власов А.В., Кайченев А.В., Власова А.Р., Яценко В.В.
(г. Мурманск, МГТУ, кафедра *автоматики и вычислительной техники*, e-mail: *ican2005@mail.ru*)

This paper offers a model's structure which describes dynamics of temperature in AVK-30 autoclave's sterilization chamber at the heating and sterilization stages as a function of inputs. An optimization of the sterilization chamber's temperature regulator based on the model's parameters with the purpose of sterilization effectiveness increase could be made.

В статье предлагается структура модели, описывающая поведение температуры в стерилизационной камере автоклава АВК-30 на этапах нагрева и собственно стерилизации в зависимости от входных воздействий. По данным модели может быть осуществлена оптимизация регулятора температуры в стерилизационной камере с целью повышения эффективности процесса стерилизации.

Решение задачи повышения экономической эффективности консервного производства напрямую связано с уменьшением количества ресурсов, затрачиваемых на процесс стерилизации. Кроме того, снижается экологическая нагрузка на окружающую среду, что становится особенно актуальным в последнее время, когда антропогенное воздействие на природу достигло высокого уровня. Эффективность работы стерилизационной установки может быть повышена при помощи оптимизации системы управления по критерию, содержащему затраты на управление. При реализации подобной системы производится поиск таких значений настроек регулятора, которые позволяют выполнить жесткие требования технологического процесса и обеспечить некоторую экономию энергетических ресурсов.

Для получения оптимальных настроек регулятора требуется наличие модели объекта и критериев оптимизации. Моделирование производится для стерилизационной установки АВК-30, расположенной в лаборатории «Современных технологий производства продуктов из гидробионтов» Мурманского государственного технического университета. С целью построения модели теплообмена в наименее прогреваемой области стерилизационной камеры на этапах нагрева и собственно стерилизации применялся метод идентификации в широком смысле.

Для его реализации необходимо определить перечень входных и выходных параметров; на основании априорной информации построить структурную схему теплообмена в стерилизационной камере; найти значения параметров структурной схемы теплообмена в стерилизационной камере на основании экспериментальных данных; осуществить проверку адекватности полученной модели.

В предыдущих исследованиях [1] была определена структура модели стерилизационной камеры с продуктом для этапа продувки, найдены значения ее параметров и доказана адекватность. Этап продувки отличается от этапов нагрева и собственно стерилизации тем, что на нем стерилизационная камера не является герметичной и, следовательно, температура в ней не может подниматься выше 100 °С. Входные и выходные воздействия объекта (стерилизационной камеры) одинаковы для этапов продувки, нагрева и собственно стерилизации.

Разрабатываемая структурная схема теплообмена в стерилизационной камере на этапах нагрева и собственно стерилизации принципиально не отличается от схемы для этапа продувки. Параметры модели теплообмена в стерилизационной камере представлены в виде функциональных зависимостей от координат r и z (расстояние до вертикальной оси симметрии аппарата и аппликата соответственно). Для этапов нагрева и собственно стерилизации была проведена серия экспериментов с целью установить наличие нелинейностей в структуре объекта. Результаты экспериментов представлены на рисунке 1. Как и в случае с этапом продувки, доказано, что объект содержит хотя бы одну нелинейность. На основании структурной схемы для этапа продувки и результатов предварительных экспериментов с различными входными воздействиями, для последующей идентификации была предложена аппроксимирующая структурная схема теплообмена в стерилизационной камере АВК-30 на этапах нагрева и собственно стерилизации (рисунок 2).

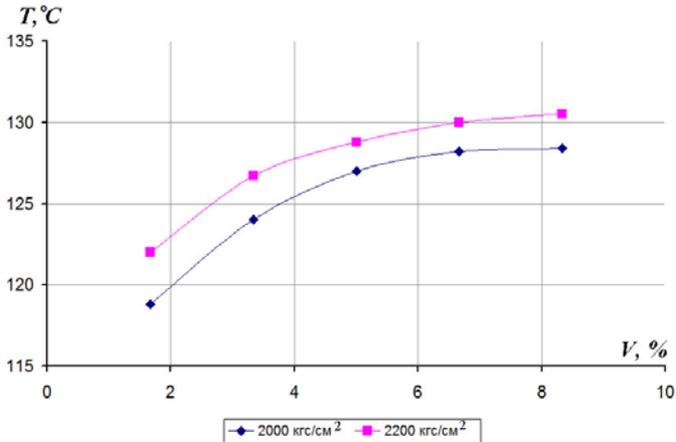


Рис. 1 – Зависимости установившегося значения температуры в стерилизационной камере от коэффициента заполнения ШИМ при различных давлениях в парогенераторе

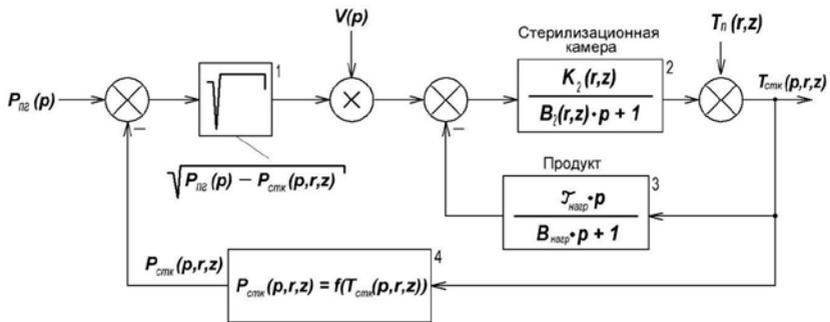


Рис. 2 – Структурная схема теплообмена в стерилизационной камере АВК-30 на этапах нагрева и собственно стерилизации

Блок 1 и входное воздействие $V(p)$ описывают долю расхода теплоносителя, затрачиваемого на нагрев стерилизационной камеры вместе с ее содержимым. Однако, в отличие от этапа продувки, весь подводимый к стерилизационной камере пар остается внутри аппарата. Блоки, описывающие стерилизационную камеру и продукт (2 и 3 соответственно), представлены соответственно инерционным звеном первого порядка и реальным дифференцирующим звеном. С точки зрения отбора теплоты, продукт (блок 3) обладает дифференцирующими свойствами: в начале нагрева содержимого тары от греющей среды отбирается большое количество теплоты, а по мере роста внутренней температуры

продукта температурной напор между ним и греющей средой уменьшается и, следовательно, уменьшается тепловой поток.

Блок 4 содержит выражение, устанавливающее связь между давлением и температурой насыщенного водяного пара. По соответствующим таблицам [2] эта зависимость была идентифицирована для рабочего диапазона температур:

$$P_{\text{стк}}(p, r, z) = 5048 - 132,4 \cdot T_{\text{стк}}(p, r, z) + 0,82 \cdot T_{\text{стк}}^2(p, r, z) \quad 1)$$

Была проведена серия экспериментов, в ходе которой параметры схемы теплообмена были идентифицированы по экспериментальным данным с использованием комплекса для исследования температурного поля греющей среды МИСт [3]. На рисунке 3 представлены временные зависимости модели и объекта на этапах нагрева и собственно стерилизации. Периодический характер кривой температуры объекта объясняется работой ШИМ.

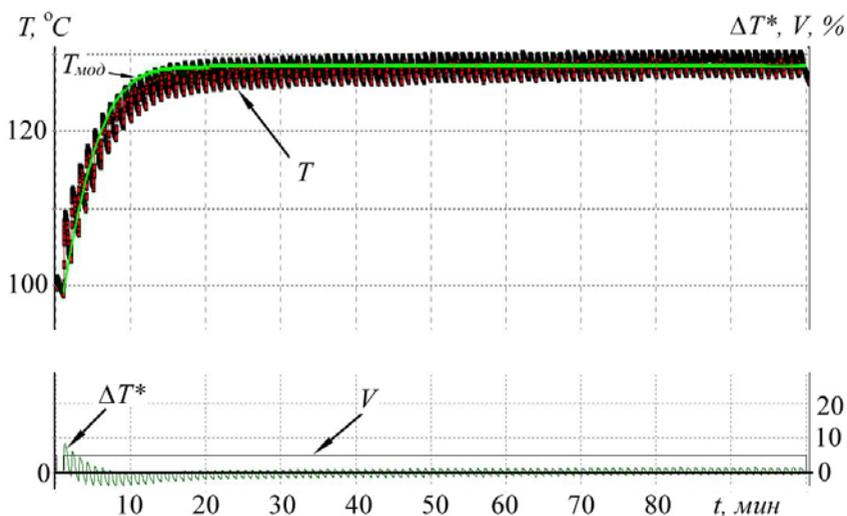


Рис. 3 – Временные зависимости объекта (T), модели ($T_{\text{мод}}$), относительной ошибки аппроксимации (ΔT^*) и коэффициента заполнения ШИМ (V) на этапах нагрева и собственно стерилизации

На основании результатов экспериментов (действующее значение относительной ошибки аппроксимации не превышает 5%) можно сделать вывод, что предлагаемая модель в стерилизационной камере автоклава АВК-30 адекватно описывает объект на этапах нагрева и собственно стерилизации. Найденные параметры модели используются для

поиска оптимальных по критерию расхода пара настроек регулятора температуры в стерилизационной камере.

Литература:

1. **А.В. Власов.** Исследование динамики теплообмена в стерилизационной камере автоклава / А.В. Власов, А.В. Кайченев, А.А. Маслов // «Рыбное хозяйство». – №6/2009. – М.: ФГУП «Национальные рыбные ресурсы», 2009.
2. **Нащокин, В. В.** Техническая термодинамика и теплопередача / В. В. Нащокин : под ред. В.С. Силецкого. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1975. – 496 с.
3. **А.А. Маслов, А.В. Власов, А.В. Кайченев.** Программно-аппаратный комплекс для экспериментального исследования температурного поля в стерилизационной камере автоклава. Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 26 февраля – 28 февраля 2008 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 500с.

МЕТОДИКА КОСВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ НАГРЕВАНИЯ СТЕРИЛИЗУЕМОЙ КОНСЕРВНОЙ ПРОДУКЦИИ

Маслов А.А., Власов А.В., Кайченев А.В., Власова А.Р., Яценко В.В.
(г. Мурманск, МГТУ, кафедра автоматики и вычислительной техники,
e-mail: ican2005@mail.ru)

This paper offers a method of indirect determining values of coefficients for food product's dynamic model. Described dynamic model of food product is a part of the canned food sterilization process model for the blowing, heating and sterilization stages. These models could be used for the purposes of control system optimization.

В статье предлагается методика косвенного определения значений коэффициентов динамической модели стерилизуемого продукта. Описываемая динамическая модель продукта является частью модели процесса стерилизации консервной продукции для этапов продувки, нагрева и собственно стерилизации. Эти модели могут использоваться для оптимизации системы управления процессом стерилизации.

Решение задачи повышения экономической эффективности консервного производства напрямую связано с уменьшением количества

ресурсов, затрачиваемых на процесс стерилизации. Кроме того, снижается экологическая нагрузка на окружающую среду, что становится особенно актуальным в последнее время, когда антропогенное воздействие на природу достигло высокого уровня. Эффективность работы стерилизационной установки может быть повышена при помощи оптимизации системы управления по критерию, содержащему затраты на управление. При этом осуществляется поиск таких значений настроек регулятора, которые позволяют выполнить жесткие требования технологического процесса и обеспечить некоторую экономию энергетических ресурсов.

Затраты на проведение оптимизации существенно снижаются при наличии адекватной математической модели объекта. Так как в типовом автоклаве на нагрев продукта приходится 50% всей подводимой к стерилизационной камере энергии, характеристики используемого сырья оказывают существенное влияние на скорость изменения температуры в стерилизационной камере. Поэтому необходимо оценить влияние содержимого консервных банок на динамические характеристики нагрева и остывания автоклава.

С точки зрения отбора теплоты, продукт обладает дифференцирующими свойствами: в начале нагрева содержимого тары оно отбирает большое количество теплоты от греющей среды, а по мере роста внутренней температуры продукта температурный напор между ним и греющей средой уменьшается и, следовательно, уменьшается тепловой поток. Это описание соответствует звену с выраженными дифференцирующими свойствами, поэтому отбор теплоты продуктом в ходе процесса стерилизации был аппроксимирован реальным дифференцирующим звеном (рисунок 1):

$$W_{np} = \frac{\tau_{np} \cdot P}{B_{np} \cdot p + 1},$$

где τ_{np} – постоянная времени дифференцирования;

B_{np} – постоянная времени интегрирования.

В рамках предварительного эксперимента, проведенного в условиях отсутствия продукта в стерилизационной камере автоклава, можно по показаниям размещенных в нескольких характерных точках аппарата датчиков температуры определить параметры модели нагрева стерилизационной камеры ($K(r,z)$, $B(r,z)$ и $T_n(r,z)$ на рисунке 1), функционально зависящие от координат r и z [1, 2]. Это позволит проводить эксперимент для определения параметров модели продукта (τ и B) в единственной точке объема аппарата. По данным этого эксперимента, имея параметры модели автоклава без продукта, при помощи итерационных

методов идентификации можно вычислить параметры τ и B модели продукта. Это позволяет упростить проведение экспериментов на конкретном автоклаве: получение модели стерилизационной камеры по данным расположенных в нескольких точках датчиков производится однократно. При необходимости определить параметры модели продукта измерения температуры в ходе эксперимента осуществляются в одной точке. Найденная комплексная модель стерилизационной камеры с продуктом может использоваться для поиска оптимальных значений коэффициентов регулятора температуры в стерилизационной камере автоклава.

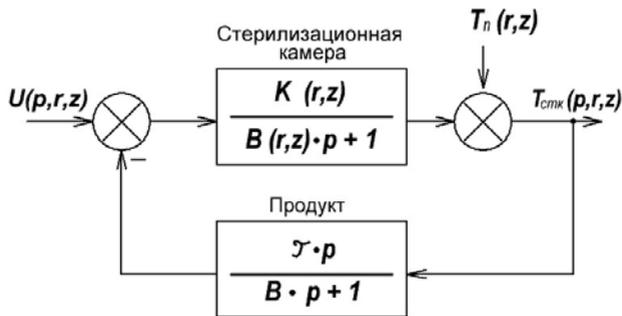


Рис.1 – Элемент структурной схемы теплообмена в стерилизационной камере автоклава, показывающий взаимодействие между стерилизационной камерой и продуктом

В качестве продукта были выбраны два вида консервов, совершенно различных с точки зрения вида теплообмена – это паштет (прогреваемый преимущественно за счет теплопроводности) и суп (прогреваемый, в основном, за счет конвекции). Идентификация производилась на этапах продувки, нагрева и начальной части собственно стерилизации, т.е. там, где динамические характеристики объекта проявляются наиболее полно. Формула режима стерилизации для получения требуемой временной зависимости следующая:

$$\frac{5 - 15 - 20 - 20}{120}, \quad (2)$$

Параметры этапа охлаждения не принципиальны, т.к. он не используется в процессе идентификации.

Так как математические описания стерилизационной камеры АВК-30 различаются для этапов продувки и нагрева с собственно стерилизацией, были экспериментально получены два набора параметров математического описания для паштета:

$$W_{\text{прод}} = \frac{2400 \cdot p}{64 \cdot p + 1}, \quad (3)$$

$$W_{\text{нагр}} = \frac{0,3 \cdot p}{63,5 \cdot p + 1}, \quad (4)$$

где $W_{\text{прод}}$ – математическое описание на этапе продувки;

$W_{\text{нагр}}$ – математическое описание на этапах нагрева и собственно стерилизации.

На рисунках 2 и 3 приведены временные зависимости объекта в случайно выбранной контрольной точке и модели стерилизационной камеры с продуктом в ней же на этапах продувки и нагрева с собственно стерилизацией. Как видно из рисунков, ошибка аппроксимации характеристик объекта моделью в области средних и низких частот не превышает 15%, поэтому можно сделать вывод, что модель адекватно описывает поведение стерилизационной камеры с продуктом на этапах продувки, нагрева и собственно стерилизации.

Для супа были получены следующие наборы параметров математического описания:

$$W_{\text{прод}} = \frac{6050 \cdot p}{130 \cdot p + 1}, \quad (5)$$

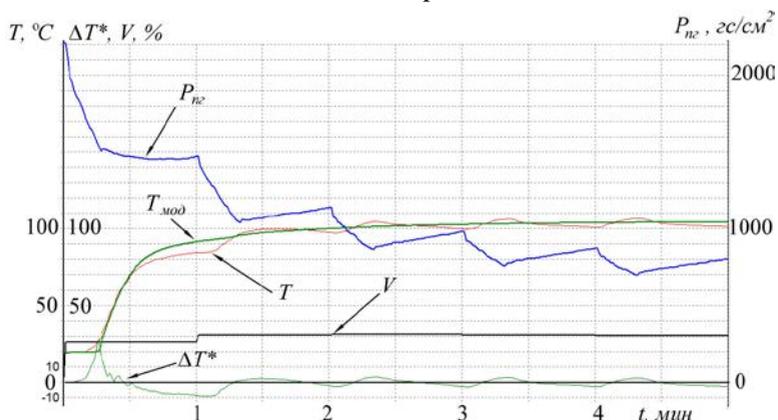


Рис. 2 – Временные зависимости объекта (T), модели ($T_{\text{мод}}$), относительной ошибки аппроксимации (ΔT^*), давления в парогенераторе ($P_{\text{пг}}$) и коэффициента заполнения ШИМ (V) в контрольной точке на этапе продувки для паштета

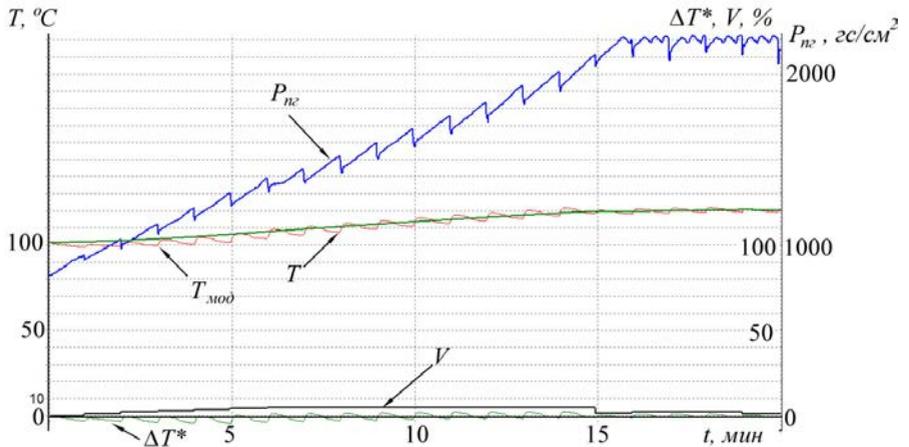


Рис. 3 – Временные зависимости параметров объекта в контрольной точке на этапах нагрева и собственно стерилизации для паштета

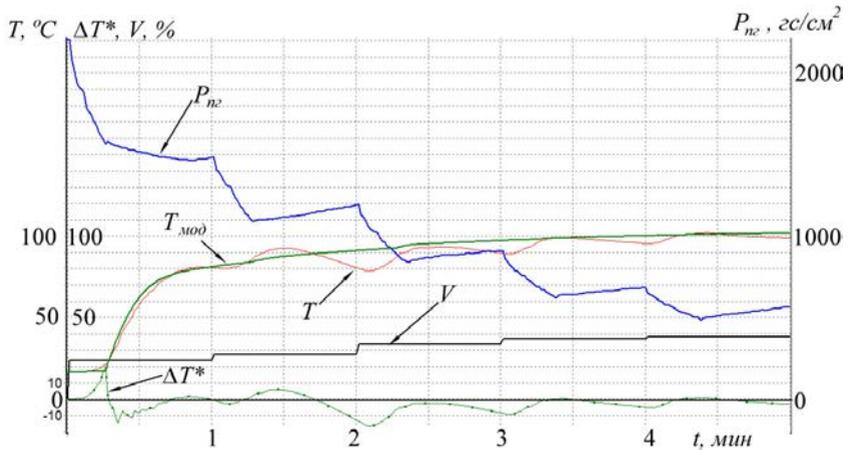


Рис. 4 – Временные зависимости параметров объекта в контрольной точке на этапе продувки для супа

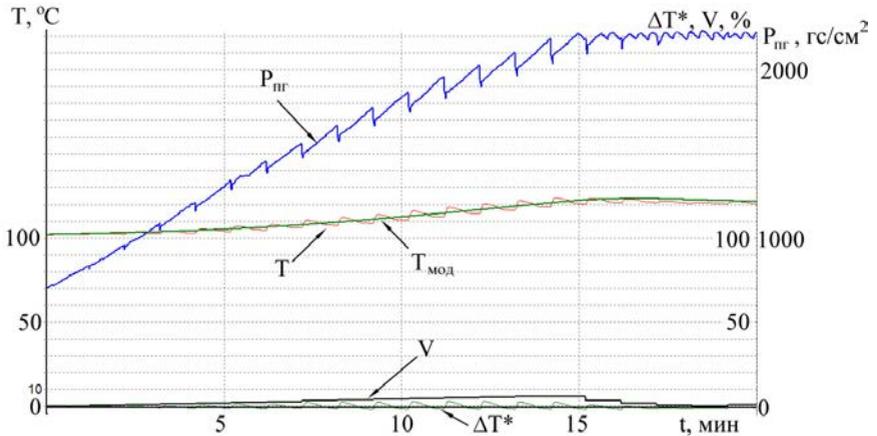


Рис. 5 – Временные зависимости объекта параметров объекта в контрольной точке на этапах нагрева и собственно стерилизации для супа

$$W_{нагр} = \frac{0,039 \cdot p}{125 \cdot p + 1}, \quad (6)$$

Для супа ошибка аппроксимации характеристик объекта моделью в области средних и низких частот также не превышает 15%, поэтому можно сделать вывод, что модель адекватно описывает поведение стерилизационной камеры с продуктом на этапах продувки, нагрева и собственно стерилизации.

По результатам сравнения (3) с (5) и (4) с (6) можно сделать вывод, что вид теплообмена в продукте оказывает существенное влияние на параметры модели. Например, суп имеет сравнительно большое количество свободной жидкой фракции, которая за счет токов конвекции интенсивно отбирает тепло от стенок тары. Это объясняет поведение модели для супа, которая в начальный момент нагревания отбирает большее количество теплоты в сравнении с паштетом.

Таким образом, в ходе проведенных экспериментов разработана методика косвенной оценки параметров модели продукта. Получены адекватные математические модели для паштета и супа. Найденные параметры модели используются для поиска оптимальных по критерию расхода пара настроек регулятора температуры в стерилизационной камере.

Литература:

1. **А.В. Власов.** Исследование динамики теплообмена в стерилизационной камере автоклава / А.В. Власов, А.В. Кайченев, А.А. Маслов // «Рыбное хозяйство». – №6/2009. – М.: ФГУП «Национальные рыбные ресурсы», 2009.

2. **А.А. Маслов, А.В. Власов, А.В. Кайченев.** Программно-аппаратный комплекс для экспериментального исследования температурного поля в стерилизационной камере автоклава. Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 26 февраля – 28 февраля 2008 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 500с.

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЦИФРОВЫХ ПРОПОРЦИОНАЛЬНО – ИНТЕГРАЛЬНО – ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Вотинов М.В., Маслов А.А. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра автоматике и вычислительной техники, e-mail: polavt@mstu.edu.ru*)

Abstract. Article contains the main principles of PID controller's adjustment for the optimum on the basis of mathematical methods such as gradient descent's method, coordinate descent's method and golden section method.

В настоящее время широкое применение в промышленности получили цифровые пропорционально – интегрально - дифференциальные (ПИД) регуляторы, предназначенные для управления различными процессами и объектами. При всей своей простоте реализации ПИД регуляторы отличает сложность определения оптимальных параметров, которым будет соответствовать качественное управления технологическими процессами и объектами.

Проблема качественного управления является одной из самых важных на современном этапе развития техники и, безусловно, вызывает определенный интерес, а ее решение является актуальной задачей для многих областей науки.

В общем виде рекуррентная форма записи цифрового ПИД регулятора представляет собой формулы:

$$U[n] = U[n - 1] + E[n]*a1 + E[n - 1]*a2 + E[n - 2]*a3; \quad (1)$$

$$a1 = K + Td / Ti; \quad (2)$$

$$a2 = -(K + 2 * Td / To) + To / Ti; \quad (3)$$

$$a_3 = T_d / T_o. \quad (4)$$

Где:

K - пропорциональная составляющая цифрового ПИД регулятора;

T_i - постоянная времени интегрирования цифрового ПИД регулятора;

T_d - постоянная времени дифференцирования цифрового ПИД регулятора;

T_o - шаг квантования цифрового ПИД регулятора;

n - номер итерации.

Для получения качественного управления ПИД регуляторы необходимо настроить по заданным критериям качества. Под критериями качества понимаются интегральные оценки: интеграл от абсолютной величины ошибки управления, интеграл от квадрата ошибки управления и так далее. В зависимости от целей управления должна быть выбрана соответствующая интегральная оценка.

Интегральная оценка является обобщенным показателем качества переходного процесса, при этом, в отношении ПИД регулятора, является функцией, зависящей от параметров пропорциональной составляющей регулятора, интегральной и дифференциальной постоянных времени, а также шага квантования.

Определение минимальной величины интегральной оценки на множестве значений параметров ПИД-регулятора является задачей оптимизации.

В настоящее время существует большое разнообразие алгоритмов поиска оптимума, основанных на различных математических методах. Задача выбора подходящего для решения конкретной задачи алгоритма весьма актуальна. При разработке программных алгоритмов определения оптимальных параметров ПИД регулятора выбор используемого математического алгоритма представляет собой компромисс между точностью приближения к точке оптимума, временными затратами электронной вычислительной машины и простотой реализации.

Так, наиболее простыми, с точки зрения программной реализации, являются следующие методы оптимизации:

- метод покоординатного спуска;
- метод градиентного спуска.

Основная идея метода градиентного спуска состоит в том, чтобы двигаться к минимуму функции интегральных оценок в направлении ее наиболее быстрого убывания, которое определяется антиградиентом ∇F :

$$K[j+1] = K[j] - H * \nabla F(K[j]); \quad (5)$$

$$Ti[j+1] = Ti[j] - H * \nabla F(Ti[j]); \quad (6)$$

$$Td[j+1] = Td[j] - H * \nabla F(Td[j]). \quad (7)$$

В формулах j-номер итерации определения оптимального параметра; H - шаг, с которым осуществляется градиентный спуск, на практике шаг может выбираться:

- постоянным;
- дробным;
- переменным.

Выбор постоянного и дробного шагов с точки зрения скорости и точности сходимости метода градиентного спуска не оптимален. Если постоянный шаг выбирается малым, то метод сходится медленно. Увеличение постоянного шага приводит к расходимости метода. Использование дробного шага, как и постоянного, приводит к увеличению итераций поиска оптимума.

Метод наискорейшего градиентного спуска с использованием переменного шага позволяет избавиться от недостатков постоянного и дробного шагов, сократив количество итераций поиска и увеличив вероятность сходимости метода. Такой метод требует определения шага H на каждой итерации при помощи одномерной оптимизации. Однако, использование одного и того же значения шага H для каждого параметра ПИД регулятора приводит к определенному затягиванию процесса поиска оптимума. Как показала практика, при использовании дифференцируемого по каждому параметру ПИД регулятора шага градиентного спуска сходимость метода улучшается, а количество итераций поиска оптимума уменьшается. Формулы при использовании дифференцированного шага преобразуются:

$$K[j+1] = K[j] - H[K] * \nabla F(K[j]); \quad (8)$$

$$Ti[j+1] = Ti[j] - H[Ti] * \nabla F(Ti[j]); \quad (9)$$

$$Td[j+1] = Td[j] - H[Td] * \nabla F(Td[j]). \quad (10)$$

Шаг по каждому параметру ПИД регулятора определяется исходя из условий:

$$F(K[j] - H[K] * \nabla F(K[j])) \rightarrow \min; \quad (11)$$

$$F(Ti[j] - H[Ti] * \nabla F(Ti[j])) \rightarrow \min; \quad (12)$$

$$F(Td[j] - H[Td] * \nabla F(Td[j])) \rightarrow \min. \quad (13)$$

Определение дифференцируемого по каждому параметру ПИД регулятора шага наискорейшего градиентного спуска возможно при помощи метода одномерной оптимизации.

Основная идея метода покоординатного спуска, как и у градиентного, состоит в том, чтобы свести задачу о нахождении наименьшего значения функции интегральных оценок от значений параметров K , T_i , T_d к многократному решению одномерных задач оптимизации по каждой переменной.

Для уменьшения временных затрат электронной вычислительной машины на определение оптимальных параметров ПИД регулятора, целесообразней использовать метод золотого сечения. Поиск с помощью метода золотого сечения является асимптотически наиболее эффективным способом реализации минимаксной стратегии поиска, так как требует наименьшего числа оцениваний значения функции для достижения заданной точности по сравнению с другими методами исключения интервалов.

Как известно, основным недостатком метода золотого сечения является то, что если в некоторой области функция, помимо ярко выраженного глобального экстремума, имеет несколько локальных минимумов, то процесс, вполне вероятно, может сойтись к одному из них. На рисунке 1 представлена ситуация, когда метод золотого сечения по коэффициенту (K) сходится к точке локального экстремума (B), а не глобального (A).



Рис. 1 – Ситуация нескольких экстремумов

Для устранения влияния локальных минимумов целесообразно разбивать всю область поиска оптимального параметра ПИД регулятора на N частей, и на каждой части, методом золотого сечения, определять свой локальный минимум. Глобальный экстремум определится на основании анализа локальных минимумов на каждой из N частей. Соответственно, увеличивая значение N , увеличивается и точность работы программного алгоритма. Для ситуации, показанной на рисунке 1, вполне подходит значение N равное шести, а сам метод золотого сечения определенно сойдется к точке глобального экстремума (A), рисунок 2.

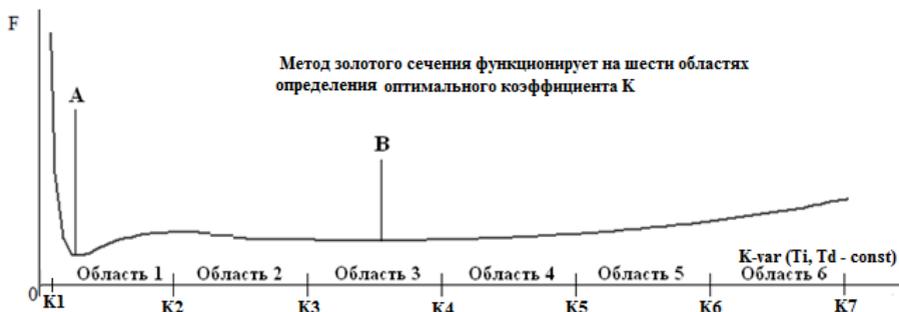


Рис. 2 – Решение ситуации с несколькими экстремумами

Для объекта управления второго порядка с передаточной функцией:

$$W(p) = \frac{1}{p^2 + 2p + 1}$$

определенные на основе метода наискорейшего градиентного спуска и метода покоординатного спуска оптимальные параметры цифрового ПИД регулятора с шагом квантования 0.5 по интегральной оценке $\int |E(t)| * t * dt$ сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Моделирование методов покоординатного и градиентного спусков

Метод	Обычный метод золотого сечения				Модернизированный метод золотого сечения			
	Определенные параметры			Знач. ИО	Оптимальные параметры			Знач. ИО
	K	Ti	Td		K	Ti	Td	
Метод наискорейшего градиентного спуска	2.1	0.9	0.68	0.63	2.71	0.78	0.96	0.4
Метод покоординатного спуска	1.91	1.12	0.60	0.59	2.66	0.81	0.94	0.39

Как видно из таблицы 1, использование модернизированного метода золотого позволяет добиться меньшего значения интегральной оценки и более оптимальных параметров цифрового ПИД регулятора.

Безусловно, ввод в программный алгоритм дополнительных операций, как то дифференциация шага либо усложнение метода золотого сечения, приводит к увеличению программного алгоритма и как следствие к увеличению временных затрат электронной вычислительной машины. Однако даже при самых сложных и неудачных начальных условиях программный алгоритм позволит максимально приблизиться к оптимальным параметрам, которым будет соответствовать качественное управления технологическими процессами и объектами.

Предложенные алгоритмы легли в основу программного обеспечения PID OPTIMIZE VIEWER, разработанного на кафедре автоматике и вычислительной техники Мурманского государственного технического университета для моделирования и оптимизации цифровых ПИД регуляторов.

Опыт моделирования показал, что использование данных математических методов в программных алгоритмах приводит к компромиссу между точностью приближения к точке оптимума и временными затратами электронной вычислительной машины при существенной простоте реализации по сравнению с множеством аналогичных методов. Программные алгоритмы, построенные на вышеописанных принципах, могут с успехом применяться в компьютерном математическом моделировании.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ PID OPTIMIZE VIEWER ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ЦИФРОВЫХ ПРОПОРЦИОНАЛЬНО – ИНТЕГРАЛЬНО – ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ

Вотинов М. В., Маслов А. А. (*г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра автоматике и вычислительной техники, e-mail: polavt@mstu.edu.ru*)

Abstract. Article is devoted software PID OPTIMIZE VIEWER intended for computer modeling and optimization of systems of automatic control, constructed on the basis of digital PID controllers.

В настоящее время один из самых мощных инструментов познания, анализа и проектирования, которым располагают специалисты, ответственные за разработку и функционирование сложных технологических процессов и производств является компьютерное моделирование. Компьютерное моделирование дает возможность инженеру эксперименти-

ровать с объектами в тех случаях, когда делать это на реальном объекте практически невозможно или нецелесообразно. Сущность методологии компьютерного моделирования состоит в замене исходного технологического объекта математической моделью и изучение модели с помощью реализуемых на компьютерах вычислительно-логических алгоритмов.

На современном этапе технического развития для управления многими объектами используются цифровые пропорционально – интегрально – дифференциальные (ПИД) регуляторы. Как известно, цифровые ПИД регуляторы обладают простотой построения, ясностью функционирования, а также применимы для большинства практических задач управления объектами и технологическими процессами. Однако при всей своей простоте цифровые ПИД регуляторы отличает сложность определения оптимальных параметров, которым будет соответствовать качественное управления технологическими процессами и объектами. Проблема качественного управления является одной из самых важных в технике.

Таким образом, разработка программного продукта, позволяющего смоделировать поведение систем автоматического управления (САУ) технологическими процессами и объектами, а также настроить цифровой ПИД регулятор на оптимальный режим работы является актуальной задачей.

На кафедре автоматики и вычислительной техники Мурманского государственного технического университета разработано программное обеспечение PID OPTIMIZE VIEWER (рисунок 1), предназначенное для моделирования и оптимизации регуляторов САУ, построенных на базе цифровых ПИД регуляторов.

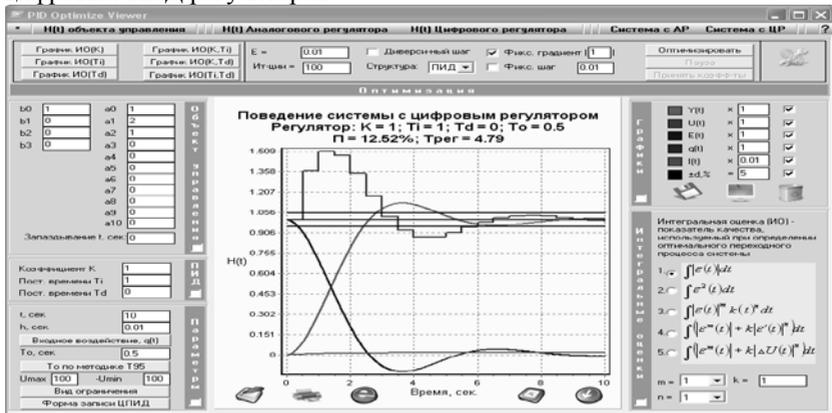


Рис. 1 – Вид главного окна программы PID OPTIMIZE VIEWER

Размер программного обеспечения составляет 3.6 МБ (3 783 168 байт). Разработанное программное обеспечение обладает удобным и понятным пользователю интерфейсом и не требует специального обучения.

Программное обеспечение PID OPTIMIZE VIEWER позволяет моделировать поведение объектов управления до десятого порядка включительно с возможностью определения постоянной времени запаздывания объекта.

Основные функциональные особенности программного обеспечения PID OPTIMIZE VIEWER при моделировании поведения САУ:

- выбор структуры цифрового регулятора (ПИ, ПД, ПИД);
- выбор формы записи цифрового ПИД регулятора (рекуррентная, не рекуррентная);
- выбор ограничения как на выходе цифрового ПИД регулятора (рекуррентная и не рекуррентная форма записи), так и внутри регулятора (рекуррентная форма записи).
- задание формы сигнала задающего воздействия $q(t)$.
- возможность определение шага квантования цифрового ПИД регулятора по методике Т95 на основе передаточной функции объекта управления;

Помимо возможности моделирования поведения объектов управления и систем в целом, программное обеспечение PID OPTIMIZE VIEWER является мощным инструментом для определения оптимальных параметров ПИД регулятора по заданным критериям качества (интегральным оценкам). В системе используется пять интегральных оценок, как традиционных, так и модифицированных:

$$\int |E(t)| dt;$$

$$\int E^2(t) dt;$$

$$\int |E(t)|^m * k * t^n dt;$$

$$\int (|E^m(t)| + k * |E'(t)|^n) dt;$$

$$\int (|E^m(t)| + k * |\Delta U(t)|^n) dt.$$

Значения m , k , n - вводятся пользователем.

Оптимизация цифрового ПИД регулятора осуществляется в программном обеспечении в автоматизированном режиме с помощью следующих математических методов поиска экстремума с точностью E , задаваемой пользователем:

- метода покоординатного спуска;
- метода градиентного спуска с постоянным шагом спуска;
- метода градиентного спуска с диверсифицированным по каждому параметру цифрового ПИД регулятора шагом спуска.

Программное обеспечение PID OPTIMIZE VIEWER отвечает высоким требованиям по качеству оптимизации, скорости и точности настройки цифровых ПИД регуляторов.

Осуществление настройки цифрового ПИД регулятора на оптимум возможно также и в ручном режиме. Для этого в программное обеспечение PID OPTIMIZE VIEWER интегрированы:

- средства 3D моделирования (рисунок 2), позволяющие построить плоскости зависимости значений выбранной интегральной оценки от двух любых параметров ПИД регулятора;

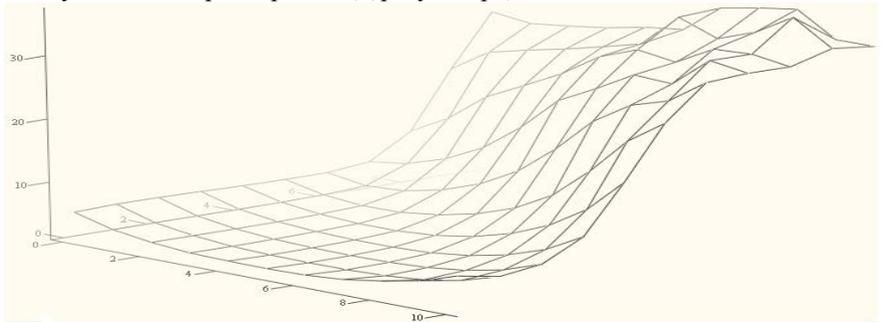


Рис. 2 – Средства 3D моделирования в действии

- средства 2D моделирования (рисунок 3), позволяющие построить плоскости зависимости двух любых параметров ПИД регулятора от значений выбранной интегральной оценки. Значения интегральных оценок на плоскости выделяются цветом гаммой, а минимальное значение интегральной оценки выделяется черным цветом.

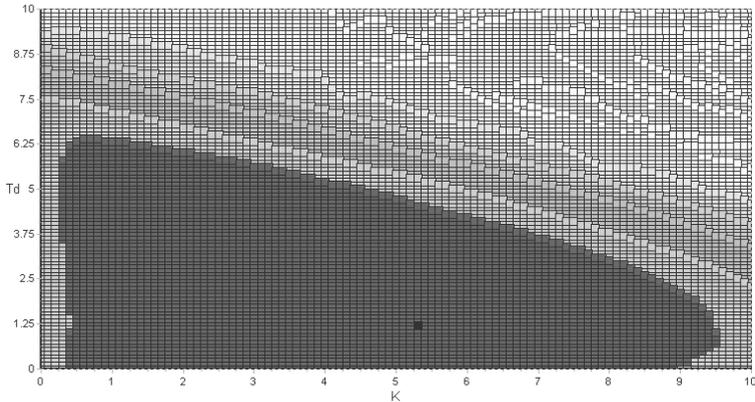


Рис. 3 – Средства 2D моделирования в действии

Возможность хранения в памяти программного обеспечения до пяти промоделированных переходных процессов позволяет проводить сравнение настройки цифрового регулятора по различным интегральным оценкам качества, а возможность сохранения всей разработки в целом позволяет вернуться к процессу моделирования в будущем.

Компьютерное моделирование при оптимизации регуляторов приводит к решению проблемы качественного управления и дает существенный экономический эффект при проектировании САУ технологическими процессами и объектами. Относительно малые размеры и простые системные требования программного обеспечения PID OPTIMIZE VIEWER с удобным пользовательским интерфейсом позволяют использовать его как в научных исследованиях, так и на практике, в учебном процессе. Тестирование программного обеспечения показало эффективность математических алгоритмов поиска оптимальных параметров цифрового ПИД регулятора. Таким образом, программное обеспечение PID OPTIMIZE VIEWER является серьезным инструментом компьютерного моделирования поведения систем с цифровыми ПИД регуляторами.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К СИСТЕМАМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СУШИЛЬНЫМИ УСТАНОВКАМИ

Вотинов М. В., Маслов А. А. (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра автоматики и вычислительной техники, e-mail: polavt@mstu.edu.ru)

Abstract. Article contains the basic requirements shown to systems of automatic control, in particular to automatic control system of drying installations. Such as: reliability, simplicity, operating modes, possibility of input of programs of drying and others.

Сушка — это процесс удаления влаги из продукта путем испарения содержащейся в нем жидкости за счет подведенного тепла. Сушка позволяет получать полуфабрикат или готовый к употреблению продукт с высокими вкусовыми и питательными свойствами.

В Мурманском государственном техническом университете разработана малогабаритная сушильная установка, предназначенная для разработки малоотходных технологических процессов получения солено-сушеных и копченых изделий из водного сырья. Система управления сушильной установкой выполнена на базе измерителя-регулятора «ТРМ-10» фирмы «ОВЕН». Информация о температуре в измеритель-регулятор поступает с датчика температуры (термопары) ДТС-125-50М. Однако данная система управления не соответствует современным стандартам автоматизации, так как требует дополнительного вмешательства оператора. Например, оператору необходимо параллельно с запуском системы управления включать центробежный вентилятор вручную. Процесс сушки должен быть полностью автоматическим. Это означает, что весь технологический процесс должен протекать без вмешательства человека, то есть, должны быть предусмотрены защиты от всех аварийных ситуаций, которые могли бы вывести из строя оборудования или испортить продукт.

Можно выделить основные требования, предъявляемые к системам автоматического управления, в частности к системе автоматического управления сушильной установкой:

1. Наличие автоматизированного рабочего места.

Согласно определению, приведенному в ГОСТ 34.003-90, автоматизированное рабочее место — это «программно-технический комплекс автоматизированной системы, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида».

Автоматизированное рабочее место представляет собой рабочее место оператора сушильной установки и предназначено для проведения визуального контроля над процессом сушки, удаленного управления процессом сушки и так далее.

2. Наличие нескольких режимов работы (ручного и автоматического).

Автоматический режим управления сушильной установкой подразумевает управление технологическим процессом сушки без вмеша-

тельства оператора, то есть ход процесса контролируется программой, заложенной в контроллер. Как известно, энергосбережение - суровая потребность современного предприятия. Хорошо отлаженная программа позволяет получать стабильно высокие результаты, как по качеству готового продукта, так и по энергосбережению, что практически невозможно достигнуть при использовании ручного управления. Однако современная система управления должна помимо полностью автоматического режима работы иметь и ручной режим, позволяющий оператору по необходимости вмешиваться в технологический процесс.

3. Возможность ввода собственных программ сушки.

Обычно программы сушки, заложенные изготовителем автоматики, не вполне устраивают опытных технологов. Автоматика должна давать возможность пользователю менять все параметры, влияющие на процесс сушки, добиваясь оптимизации энергопотребления, продолжительности сушки, соответствующего качества продукта.

Возможность ввода собственных программ сушки должна повысилась гибкость управления процессом сушки.

4. Надежность автоматики.

Надежность автоматики - это не критичность к величине и стабильности питающей сети. В первую очередь это относится, прежде всего, к контроллеру. Контроллер должен сохранять работоспособность при плавном изменении питающей электросети и самостоятельное восстановление работоспособности после значительных импульсных бросков. Надежности автоматики системы автоматического управления способствует интеграция соответствующих электромеханических защит и блокировок.

Большое значение, в плане надежности и долговечности, имеет тип применяемых датчиков. В настоящее время, в сушильных установках, как и в описанной выше, используется два вида контактных датчиков: терморпары и термосопротивления. Однако их использование приводит к ряду проблем:

- точное измерение температуры контактными датчиками возможно только при хорошем тепловом контакте с измеряемым объектом;
- существует ограниченный выбор зон контроля, не всегда лучший с точки зрения оптимального регулирования технологического процесса;
- должны соблюдаться жесткие гигиенические требования при эксплуатации датчиков;

– налипания на датчик измеряемого продукта в зоне измерения приводит к ошибкам в измерении, к снижению скорости управления технологическим процессом.

Оперативный контроль температуры в процессе сушки может быть обеспечен применением стационарных неконтактных инфракрасных датчиков. Инфракрасные датчики лишены всех проблем, присущих контактному датчикам температуры. Они практически безинерционны, работают в реальном масштабе времени, позволяют измерять температуры от -50 до $+3000^{\circ}\text{C}$.

5. Простота освоения и эксплуатации.

Персонал, обслуживающий сушильную камеру, как правило, не имеет специального образования в области обслуживания автоматизированных систем, поэтому перед началом эксплуатации проходит этап освоения. Этот процесс будет проходить более легко и быстро, если эргономика системы управления будет иметь понятный пользовательский интерфейс.

Таким образом, разработка программно-аппаратного комплекса, реализующего систему автоматического управления процессом сушки рыбы и построенного на основе изложенных требований, является приоритетной задачей развития малогабаритной сушильной установки, предназначенной для разработки малоотходных технологических процессов получения солено-сушеных и копченых изделий из водного сырья.

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПАССАЖИРСКОГО СУДНА «СУРА»

Гузиков В. А., Лебедев Ю. Н., Плющев В. И. (*г. Нижний Новгород, Волжская академия водного транспорта, кафедра радиоэлектроники, vip@aquasci-nnov.ru*)

The paper deals with matters concerning the designing of ship equipment for collection and transmission of ship navigation and technological parameters to shore traffic control centres.

Стремление к сокращению экипажа судов и выполнение требований по обеспечению безопасности плавания предусматривает внедрение систем автоматики и систем дистанционного контроля параметров агрегатов и механизмов судна, а эффективное управление флотом со стороны диспетчеров различного уровня и судовладельцев требует предоставление в их распоряжение оперативной информации о навигационных

и технологических характеристиках судов.

Эти задачи могут быть решены с помощью судовой системы сбора и передачи информации. Ниже рассматривается система для строящегося теплохода «Сура» (рис. 1). Система обеспечивает дистанционный контроль следующих судовых комплексов: дизель-генераторов, электроприводов гребных колес, топливных цистерн, системы водоподготовки, фекальной системы, оборудования камбуза. Она выполнена с использованием архитектуры системы удаленного ввода/вывода на базе аппаратуры фирмы ICP DAS (серия I-8000). В рубке располагается блок контроллера (3 на рис. 1) с устройствами ввода/вывода, обслуживающими судовые системы, расположенные в носовой части судна (системы водоподготовки и двух фекальных цистерн). Информация с контроллера поступает на панельный компьютер с сенсорным экраном (2 на рис. 1), вмонтированный в пульт управления. Параметры судовых систем, сигналы тревоги и предупреждения выводятся на монитор в виде мнемосхем. На панельный компьютер также возложена функция ведения отчетной документации, автоматического архивирования информации и визуализации архивных данных для анализа различных ситуаций. В машинном отделении расположен блок удаленного ввода/вывода с модулями дискретного и аналогового ввода (4 на рис. 1), к которым подключены датчики, контролирующие судовые системы, расположенные в кормовой части судна. Связь между блоком контроллера и блоком удаленного ввода/вывода осуществляется по линии RS-485. Такая компоновка системы обеспечивает возможность наращивания и модернизации системы, а также существенно сокращает длину сигнальных кабелей и объем электромонтажных работ.

Таким образом, вахтенный начальник в рубке может получать в наглядном виде в режиме реального времени исчерпывающую информацию о параметрах судовых систем.

Для передачи информации в береговые диспетчерские службы можно использовать различные каналы связи - сети GSM/CDMA, каналы спутниковой связи Globalstar/Inmarsat, сети транкинговой связи. Использование этих каналов предполагает дополнительные затраты на оплату трафика. На водных путях европейской части России создается сеть береговых базовых станций АИС, которая позволит реализовать единую диспетчерскую службу управления движением флота. Суда, оснащенные АИС, будут в автоматическом режиме передавать береговым станциям динамическую и рейсовую информацию (номере судна и название, координаты, скорость и направление поворота судна, скорость относительно грунта, истинный курс, тип груза, размер судна, осадка судна, пункт

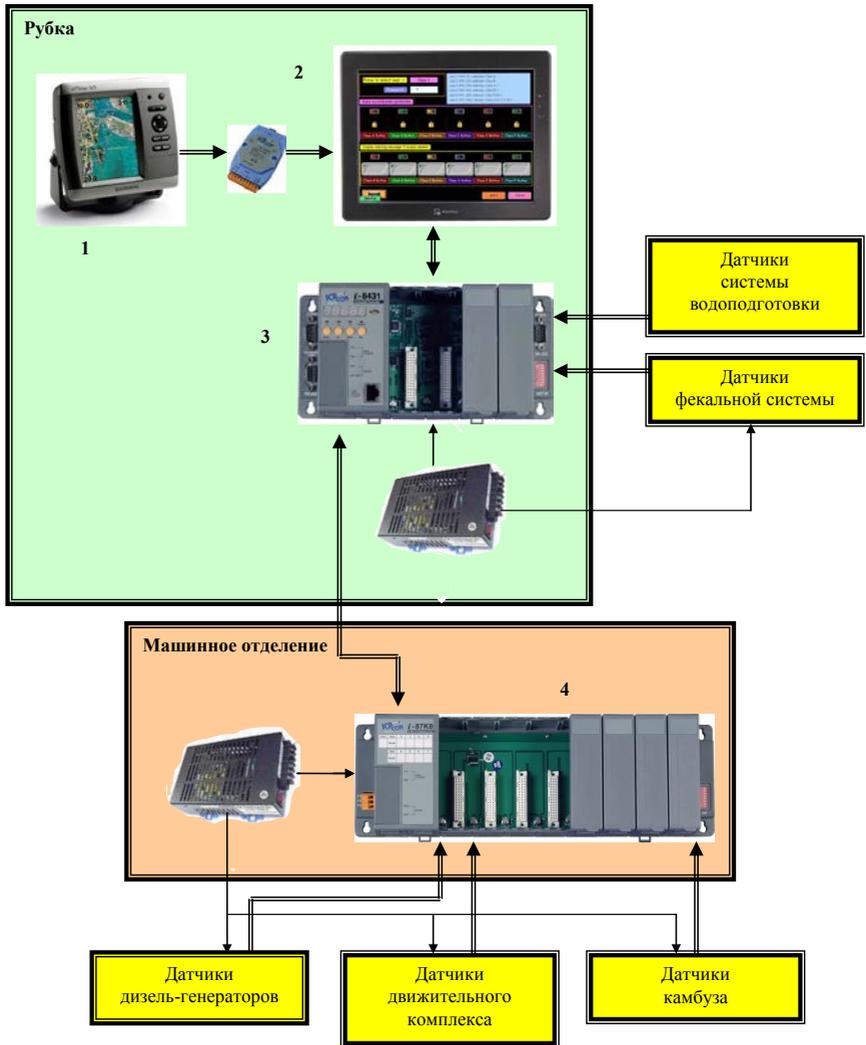


Рис.1 Структура интегрированной системы сбора и передачи информации

назначения и пр.). Для судовладельцев большой интерес представляет информация о состоянии судового оборудования, расходе топлива, режимах силовой установки и пр. Подобную информацию также можно передавать диспетчерским пунктам с помощью АИС (1 на рис. 1), формируя дополнительное бинарное сообщение. При этом полностью исключаются затраты за обслуживания канала связи.

На судне целесообразно объединить функции дистанционного контроля и передачи информации береговым диспетчерским пунктам в интегрированную систему сбора и передачи информации (ИССПИ). При этом на панельный компьютер возлагаются задачи формирования бинарных сообщений с дополнительной технологической информацией, контроль прихода запросов на АИС с береговых станций и инициация передачи сгенерированных сообщений.

Функциональные возможности ИССПИ:

- отображение на мнемосхеме параметров дизель-генераторов (частоты вращения, мощности и расчетного расхода топлива по каждому дизель-генератору, уровня топлива и расхода топлива из топливных цистерн, температуры и давления охлаждающей воды и масла, напряжения, тока и др.), параметров движительного комплекса (частоты вращения гребных колес, нагрузки приводов гребных колес, курса и скорости судна (с приемника спутниковой навигационной системы), параметров оборудования камбуза (состояния конфорок плиты, потребляемую мощность, состояние лифта и холодильника и пр.), параметров фекальной системы (уровня в фекальных цистернах, состояния насосов, параметров станции очистки «Сток»), параметров системы водоподготовки (уровня в цистерне питьевой воды, параметров системы «Озон», состояния насосов и пр.);

- формирование аварийных и предупредительных сообщений при выходе технологических параметров за заданные пределы;

- сбор, учет и хранение информации, регистрация параметров технологических комплексов;

- возможность «прокрутки» событий за заданный промежуток времени;

- регистрация обнаруженных нештатных ситуаций, аварийных событий и действий вахтенного начальника в этих ситуациях;

- управление передачей технологической информации на береговые диспетчерские пункты с использованием АИС (формирование бинарных сообщений и инициация их передачи).

Внедрение подобной системы позволит повысить как качество управления судовыми системами, так и эффективность эксплуатации судна в целом.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТЕРИЛИЗАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ АВК-30

Кайченев А. В., Маслов А. А., Власов А. В., Власова А. Р., Яценко В. В. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ, e-mail: ican2005@yandex.ru)

This article describes the features and changes of the automatic control system AVK-30 autoclave.

В статье описывается система автоматического управления автоклавом АВК-30, ее изменения и особенности.

В настоящее время на рынке предлагается широкий спектр аппаратных средств и программного обеспечения для автоматизации технологических процессов. При реализации, например, системы управления процессом стерилизации, можно использовать готовое специализированное встраиваемое оборудование для данного технологического процесса (например, распространенные на консервных предприятиях России системы типа САУСТ, СА ПСК). Оно пригодно для управления различными видами стерилизационных установок, но не допускает существенного вмешательства в управляющие алгоритмы. Другим подходом является разработка принципиально новой системы управления на базе современного промышленного оборудования. Этот подход позволяет реализовать требуемые управляющие алгоритмы на выбранной платформе, оптимально использовать ресурсы системы.

В качестве аппаратной базы для управления технологическим оборудованием на нижнем уровне в последнее время получили распространение промышленные логические контроллеры (ПЛК) [1]. Это обусловлено их сравнительно невысокой стоимостью, достаточной производительностью, высокой надежностью (так как в качестве управляющего устройства используется микропроцессор или микроконтроллер, сокращается число элементов в системе и, следовательно, повышается надежность). В частности, современная система автоматического управления процессом стерилизации САУСТ третьего поколения (производства ООО «РАС») построена на базе ПЛК100 отечественной фирмы «ОВЕН» [2].

Кафедры автоматики и вычислительной техники (АиВТ) и технологий пищевых производств (ТПП) Мурманского государственного технического университета совместно занимаются разработкой системы автоматического управления процессом стерилизации. Система управления стерилизационной установкой спроектирована и реализована

специалистами кафедры АиВТ на стерилизационной установке АВК-30 на базе оборудования «ОВЕН». Продукция «ОВЕН» в последние годы получила в нашей стране широкое распространение, в основном, благодаря разнообразному ассортименту продукции, ее функциональным характеристикам и грамотной ценовой политике.[1] На настоящий момент конкурентов по соотношению цена/качество у ПЛК производства фирмы «ОВЕН» на российском рынке нет, поэтому для построения оптимальной системы автоматического управления процессом стерилизации (МИСт.Оптим) было выбрано оборудование именно этого производителя.

Структура аппаратного обеспечения системы управления стерилизационной установкой АВК-30 представлена на рисунке 1, на рисунке 2 показан внешний вид установки и системы управления.

Работой всех компонентов стерилизационной установки управляет программируемый логический контроллер «ОВЕН» ПЛК-154. В его памяти размещаются управляющие алгоритмы. ПЛК-154 осуществляет связь с модулями удаленного ввода-вывода посредством интерфейса RS-485.

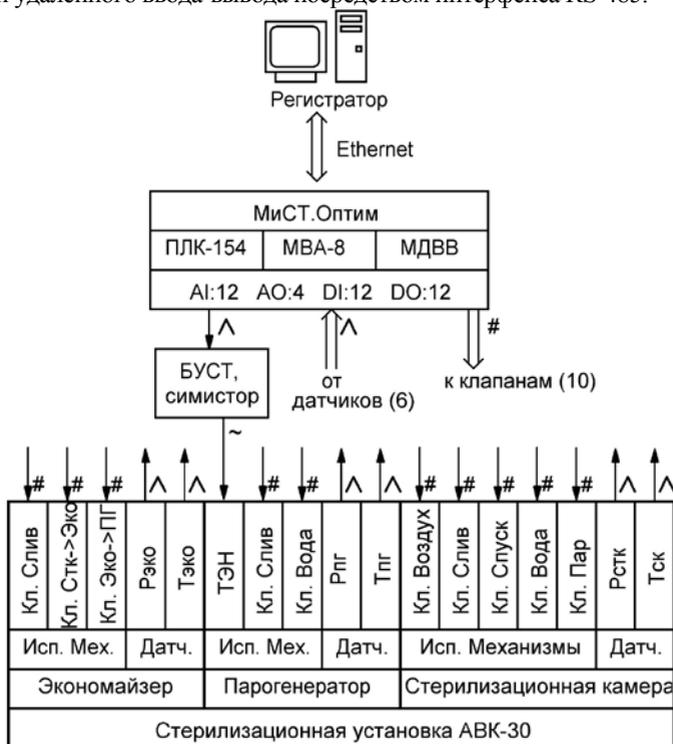


Рис. 1 – Структура аппаратных средств МиСт.Оптим

Для измерения параметров технологического процесса используются датчики температуры (среды в стерилизационной камере дТС105Э-50П.А3.120.G1/2 и среды в парогенераторе дТС105Э-50М.В3.250.G1/2) и давления (в стерилизационной камере и парогенераторе WIKA OT-1). Управление транспортировкой сред между сосудами установки осуществляется при помощи электромагнитных клапанов Sirai L153D07. Управление мощностью, передаваемой ТЭНам парогенератора, осуществляется при помощи блока управления тиристорами и симисторами БУСТ «ОВЕН» и симистора ТС132-50. БУСТ получает управляющий сигнал в виде напряжения в диапазоне 0..10В от аналогового выхода программируемого логического контроллера ПЛК-154. Для ввода аналоговых сигналов используется модуль ввода аналоговый МВА-8 «ОВЕН» и аналоговые входы ПЛК-154 «ОВЕН». Для коммутации цепей соленоидов клапанов используется модуль дискретного ввода-вывода МДВВ «ОВЕН» и собственные дискретные выходы ПЛК-154.

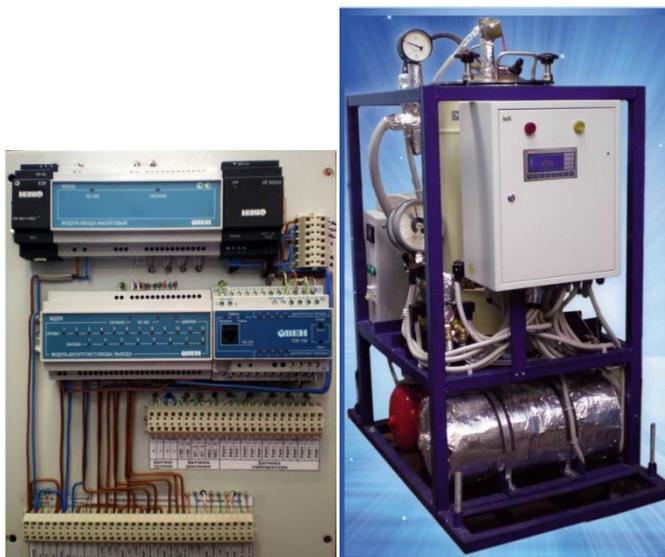


Рис. 2 – Внешний вид системы управления (а) и стерилизационной установки АВК-30 (б)

Начиная с 2009 года, ведутся исследования, направленные на получение математического описания автоклава АВК-30 и продукции,

стерилизуемой в нём. В 2010 году была получена математическая модель стерилизационной камеры автоклава АВК-30 при стерилизации паром, а также аппроксимирующие модели имитаторов супа рыбного кубанского и паштета шпротного, стерилизуемых в банке №3.

В настоящее время проводятся исследования, направленные на получение математических моделей стерилизационной камеры АВК-30 при водной стерилизации, а также продукции различного ассортимента.

С целью реализации различных способов стерилизации установка АВК-30 была усовершенствована. Структурная схема усовершенствованного комплекса МиСТ.Оптим представлена на рисунке 3.

С целью повышения надежности узлов и агрегатов стерилизационной установки схема управления потоками сред была изменена, а также в наиболее ответственных паровых магистралях клапаны Sirai L153D07 были заменены на более надежные Danfoss EV25B. С целью повышения паропроизводительности 3 ТЭНа автоклава АВК-30 были заменены на более мощные (3 кВт), причем каждый из нагревателей управляется своим симистором в соответствующей фазе, что снижает нагрузку на электрические цепи.

В начальной модификации установки АВК-30 отсутствовали сигнализаторы уровня стерилизационной камеры, экономайзера и парогенератора. Применением кондуктометрических датчиков ОВЕН ДС.К удалось устранить недостаток контроля уровня.

В состав комплекса МиСТ.Оптим были включены сенсорная панель оператора СП270 и архиватор ОВЕН МСД, что делает стерилизационную установку более удобной для оператора и мобильной (не зависящей от ЭВМ).

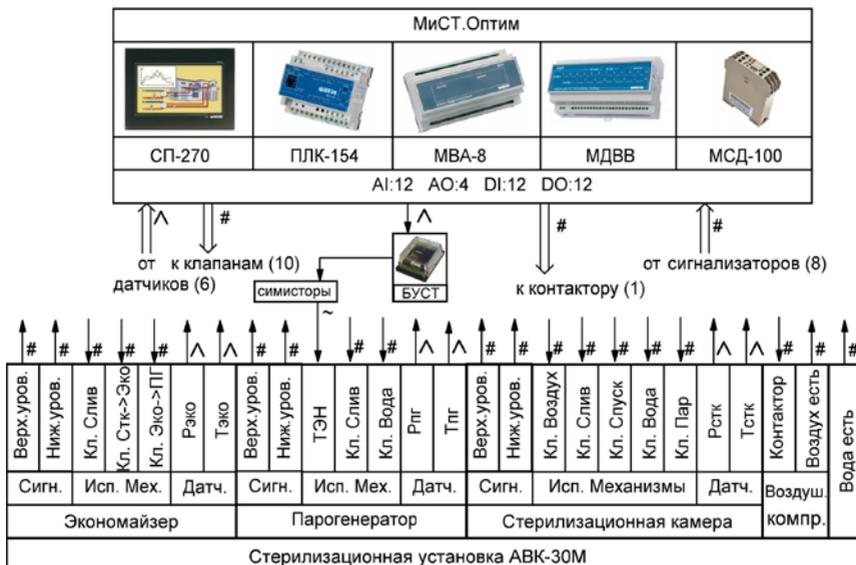


Рис. 3 – Структура аппаратных средств МиСТ.Оптим

Выводы:

Усовершенствование стерилизационной установки АВК-30 позволило получить удобное средство для лабораторной разработки режимов стерилизации, а также проводить исследования, направленные на разработку процесса стерилизации по модифицированному способу, основанному на вычислении фактического стерилизующего эффекта и использовании его в качестве регулируемого параметра в системе автоматического управления процессом стерилизации.

Литература:

1. **Кайченев А.В.** Внедрение технических и программных средств автоматизации «ОВЕН» в учебный процесс и производство / А. В. Власов, А. В. Кайченев, А. А. Маслов // Наука и образование – 2010 [Электронный ресурс] : междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 5–9 апреля 2010 г. / МГТУ. – Электрон. текст. дан. (139 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2010. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 1349–1352. – Гос. рег. НТЦ "Информрегистр" № 0321000362.
2. Комплекс АСК [Электронный ресурс] // ООО «Рыбопромышленные автоматизированные системы». – Режим доступа: <http://www.fasltd.ru / New2.htm>. – Загл. с экрана.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ ТЕХНИЧЕСКИХ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ АВ- ТОМАТИЗАЦИИ «ОВЕН» И ИХ ВНЕДРЕНИЕ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС И ПРОИЗВОДСТВО

Кайченов А. В., Маслов А. А., Висков А. Ю., Власов А. В., Власова А.Р., Яценко В.В., Аминов В. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ, e-mail: ican2005@yandex.ru)

This article considers the questions of automated control systems implementing based on the “OWEN” equipment into the educational process and production plants.

В статье рассмотрены вопросы внедрения в учебный процесс и производство установок, построенных на базе оборудования «ОВЕН».

Кафедра Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) на протяжении 6 лет успешно разрабатывает системы автоматического управления на базе технических и программных средств автоматизации «ОВЕН».

Первый опыт использования общепромышленных регуляторов получен студентами-выпускниками кафедры АиВТ при разработке и внедрении в учебный процесс лабораторных установок «Автоматическая система управления микроклиматом на базе ОВЕН МПП51» [1] (рисунок 1).



Рис. 1 – Лабораторная установка «Автоматическая система управления микроклиматом на базе микропроцессорных регуляторов ОВЕН»

Аналогичной разработкой является учебно-лабораторный стенд «Автоматическая система управления температурой на базе микропроцессорных регуляторов «ОВЕН»». В основе системы

управления два общепромышленных регулятора ПО «ОВЕН» ТРМ 101 и ЭРВЕН (рисунок 2).

Обе установки внедрены в учебный процесс и позволяют получить практические навыки в работе с общепромышленными регуляторами. Они позволяют осуществлять программное управление и стабилизацию температуры и влажности, настраивать и автонастраивать микропроцессорные регуляторы, конфигурировать приборы, отображать и архивировать значения регулируемых параметров в процессе управления.

Применение общепромышленного регулятора в учебно-производственных целях при реализации системы автоматического управления малогабаритной сушильной установкой (МСУ) показало высокую надежность приборов «ОВЕН». МСУ используется кафедрой Технологий пищевых производств (ТПП) для лабораторной разработки режимов подсушки рыбной продукции. Продукция кафедры успешно участвует в выставках различного уровня. В основе системы – микропроцессорный регулятор ТРМ 10А. Система автоматического управления на базе оборудования «ОВЕН» значительно повысила показатели качества регулирования температуры в сушильной камере (рисунок 3).

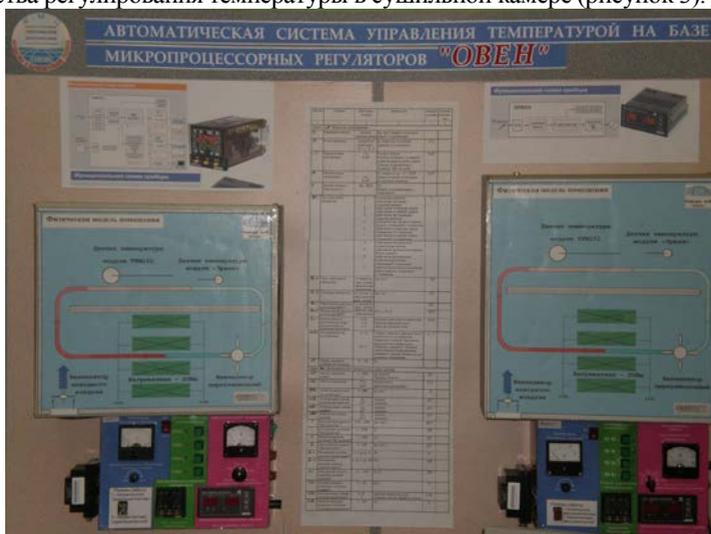


Рис. 2 – Лабораторная установка «Автоматическая система управления температурой на базе микропроцессорных регуляторов ОВЕН»



Рис. 3 – Малогабаритная сушильная установка с САУ на базе ОВЕН ТРМ10

В 2008 году выпускники кафедры АиВТ получили опыт использования новейшего отечественного оборудования промышленной автоматизации ОВЕН ПЛК. Разработанный в рамках дипломного проектирования комплекс для разработки и отладки проектов (КРОП) АСУТП на базе «ОВЕН» ПЛК 154 совместно с имитатором технологических процессов на базе Autosoft позволяет получить навыки проектирования систем автоматического управления на современном оборудовании промышленной автоматизации ОВЕН (рисунок 4).

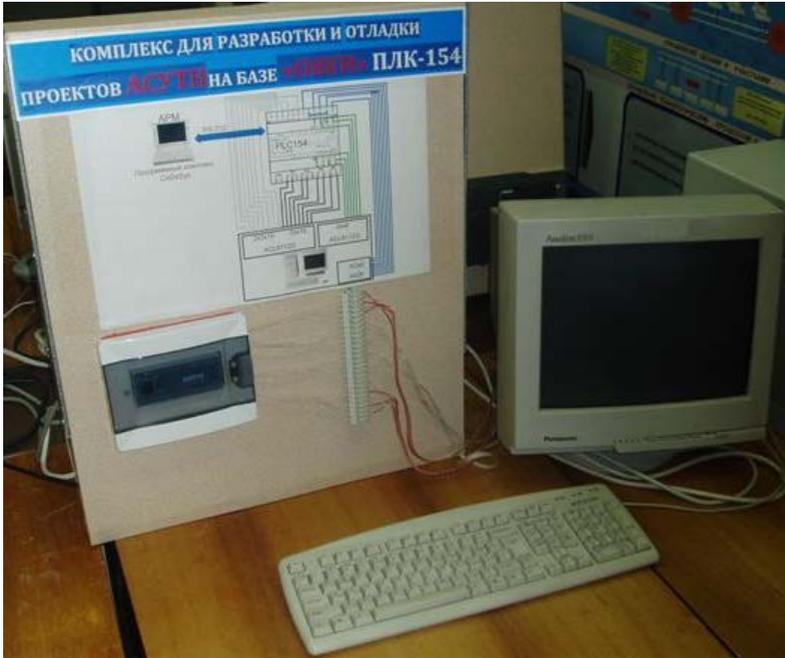


Рис. 4 – Комплекс для разработки и отладки проектов АСУТП на базе «ОВЕН» ПЛК 154

В экспериментальных лабораториях кафедры Автоматики и вычислительной техники (АиВТ) и кафедры Технологий пищевых производств (ТПП) МГТУ ведется работа по исследованию процессов стерилизации, копчения и вяления. При разработке систем автоматического управления учитывался опыт положительного использования ПЛК в составе КРОП.[2]

В составе системы автоматического управления процессом стерилизации: ПЛК 154, модуль дискретного ввода-вывода (МДВВ), модуль ввода аналоговых сигналов (МВА8), ИП320, блок управления тиристорами и симисторами (БУСТ). Стерилизационная установка внедрена в лабораторию СТППГ кафедры ТПП и обеспечивает выработку консервной продукции с наименьшими энергозатратами, а также разработку режимов стерилизации (рисунок 5).

В экспериментально-производственном цехе МГТУ ведется разработка АСУ универсальной копильно-сушильной установки (УКСУ) на базе ОВЕН ПЛК154. Система управления состоит из тех же компонентов, что и АСУ АВК-30, с тем отличием, что МДВВ заменен на мо-

дуль вывода управляющий (МВУ8). УКСУ используется как в научных исследованиях, так и в производственных целях (рисунок 6).

В настоящее время проводится разработка системы автоматического управления малогабаритным абсорбером на базе ОВЕН ПЛК154. Создание и внедрение подобной установки позволит получать копильный препарат небольшими объемами, что повысит энергоэффективность процесса, а также проводить непрерывный контроль параметров копильных препаратов.



Рис. 5 – Стерилизационная установка АВК-30 с САУ на базе ПЛК 154



Рис. 6 – САУ универсальной коптильно-сушильной установки на базе ПЛК 154

Выводы:

За годы использования оборудование промышленной автоматизации производственного объединения ОВЕН зарекомендовало себя как эффективное и гибкое средство решения задач автоматического управления технологическими процессами. Применение технических и программных средств автоматизации «ОВЕН» позволило повысить качество учебного процесса, а также оснастить исследовательские установки современным оборудованием.

Литература:

1. **А.А. Маслов, А.В. Кайченев А.В., Саженков Р.А.,** Коваль А.Е. Система управления микроклиматом // «Автоматизация и производство». - №1/2008. – М.: «АиП», 2008. – С. 36-37
2. **Кайченев А.В.** Внедрение технических и программных средств автоматизации «ОВЕН» в учебный процесс и производство / А. В. Власов, А. В. Кайченев, А. А. Маслов // Наука и образование – 2010 [Электронный ресурс] : междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 5–9 апреля 2010 г. / МГТУ. – Электрон. текст. дан. (139 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2010. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 1349–1352. – Гос. рег. НТЦ "Информрегистр" № 0321000362.

АЛГОРИТМ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОСТИ НИР И ОКР В РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Гроховский В. А., Луковкин С. Б. (Мурманск, МГТУ, кафедра ТПП, e-mail: v.grokhovsky@mail.ru ; Мурманск, МГТУ, кафедра АuBT, e-mail: kendato@rambler.ru)

The methodology of evaluating an integral innovation criterion for novelty of fish products estimation was developed. This criterion includes such partial criteria as safety of the production, quality level, competitiveness level, profitability, and practical value of the development. The computer program of the criterion calculating is prepared.

Разработка инновационных технологий является основной базой развития и эффективного функционирования экономики любой страны. В технической литературе, научных трудах сегодня часто упоминаются термины «инновационность», «инновационный», однако никаких количественных показателей, объективно их характеризующих, до сих пор предложено не было. Под инновацией (от англ. "innovation") понимается использование новшеств в виде новых технологий, видов продукции и услуг, новых форм организации производства и труда, обслуживания и управления.

Количественная оценка инновационности, в том числе новых технологических разработок, затруднена из-за отсутствия общепринятых объективных критериев и показателей. Известно, что в различных отраслях экономики эти критерии и показатели имеют свою специфику и вариабельность.

В настоящее время является актуальной проблема обоснования механизма дифференцирования уровня инновационности путем разработки объективных критериев, на основе которых можно было бы количественно судить о степени (высокой, средней, низкой) инновационности той или иной НИР и ОКР в рыбной промышленности. Здесь мы рассмотрим алгоритм количественной оценки инновационности технологий глубокой переработки гидробионтов.

Поскольку целью любой разрабатываемой технологии является изготовление готового продукта, то критериями должны быть такие показатели, которые определяют его высокие потребительские свойства (органолептические достоинства, доступную стоимость, конкурентоспособность), при этом разработанная технология должна основываться на результатах научных исследований и иметь практическую значимость.

В данной работе мы предлагаем ввести интегральный критерий инновационности (КИ), включающий следующие частные отклики для

готового продукта и разработанной технологии: коэффициент безопасности продукции (K_1); коэффициент уровня качества (K_2); коэффициент рентабельности продукции (K_3); конкурентоспособность продукта (K_4) и практическую значимость разработанной технологии (K_5).

Каждый из перечисленных частных коэффициентов инновационности предлагается оценивать по десятибалльной шкале, а КИ вычислять как их взвешенную сумму в соответствии со следующей формулой:

$$КИ = \sum_{i=1}^5 Q_i K_i . \quad (1)$$

В формуле (2) Q_i – коэффициенты значимости (весовые коэффициенты). Они определяют значимость соответствующего частного коэффициента K_i . Значения Q_i выбираются методом экспертной оценки. Для разработанного алгоритма вычисления КИ технологий глубокой переработки гидробионтов были выбраны следующие значения коэффициентов значимости:

$$Q_1 = 1.2; \quad Q_2 = 1.1; \quad Q_3 = 0.8; \quad Q_4 = 0.9; \quad Q_5 = 1.0; \quad (2)$$

При этом должно выполняться условие:

$$\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 Q_i = 1 . \quad (3)$$

Если каждый из пяти коэффициентов K_i в формуле (2) примет максимальное значение 10 баллов, то соответствующее максимальное значение ИК будет равно 50-ти баллам. Предлагаются следующие градации ИК по уровню инновационности созданной продукции:

- 1) $0 \leq ИК \leq 16$ баллов – низкий уровень инновационности;
- 2) $16 < ИК \leq 33$ баллов – средний уровень инновационности;
- 3) $33 < ИК \leq 50$ баллов – высокий уровень инновационности.

Рассмотрим теперь способы вычисления частных коэффициентов K_i , входящих в формулу (1). Коэффициент безопасности является наиболее важным среди других показателей инновационности – ему соответствует наибольшее значение весового коэффициента Q_1 . Известно, что вновь созданный вид продукции подвергается комплексу исследований и, в первую очередь, определению показателей безопасности (содержание тяжёлых металлов, ДДТ, КМАФАнМ и др.), характерных для данного продукта. Таких показателей, имеющих конкретные количественные значения, в соответствии с утверждённой документацией, от 8 до 17 [1]. Для расчёта коэффициента безопасности K_1 в баллах предложена следующая формула:

$$K_1 = \frac{10}{n} \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{P_i}{D_i}\right). \quad (4)$$

В формуле (5) P_i – значение конкретного показателя безопасности, а D_i – его максимально допустимое значение. Например, если среди показателей безопасности присутствует гистамин с предельно допустимым значением $D = 100,0$ мг/кг, а фактическое содержание гистамина в продукции составляет 23 мг/кг, то соответствующее слагаемое в формуле (5) будет иметь вид $(1-23/100) = (1-0,23) = 0,77$. Если значение какого-либо показателя P_i стремится к его максимально допустимому значению D_i , то соответствующее слагаемое в сумме (5) стремится к нулю.

Если округлить значения K_1 до десятых долей, то градации коэффициента безопасности K_1 по уровню инновационности можно определить следующим образом:

- 1) $0 \leq K_1 \leq 3,3$ баллов – низкий уровень инновационности;
- 2) $3,4 < K_1 \leq 6,6$ баллов – средний уровень инновационности;
- 3) $6,6 < K_1 \leq 10$ баллов – высокий уровень инновационности.

Для количественного определения отклика, характеризующего уровень качества K_2 , предлагается следующая формула:

$$K_2 = KO + KB, \quad (5)$$

где KO – показатель органолептической оценки нового продукта; KB – показатель биологической ценности продукта. Поскольку критериальный отклик качества K_2 содержит две составляющие KO и KB , то имеет смысл выбрать максимальное значение для каждого слагаемого в формуле (5) равным 5 баллам. Тогда максимальное значение уровня качества K_2 будет равно десяти баллам. В состав органолептической оценки KO входят следующие компоненты: 1) внешний вид, 2) вид на разрезе, 3) консистенция, 4) вкус, 5) запах, 6) общая приемлемость. Каждая из перечисленных компонент оценивается по пятибалльной системе с учётом весовых коэффициентов W_i : $W_1=1,0$; $W_2=0,8$; $W_3=0,9$; $W_4=1,0$; $W_5=0,8$; $W_6=0,5$; сумма всех весовых коэффициентов W_i равна 5. Коэффициент KO вычисляется по формуле:

$$KO = 5 \frac{\sum_i W_i b_i}{\sum_i W_i B_i}, \quad (6)$$

где b_i – экспертная оценка по пятибалльной шкале соответствующего органолептического компонента, а B_i – его максимальная оценка. В нашем случае все $B_i = 5$, поэтому

$$KO = 5 \frac{\sum_i W_i b_i}{25} = \frac{1}{5} \sum_i W_i b_i \quad (7)$$

Коэффициент биологической ценности КБ в формуле (5) вычисляется по формуле:

$$KB = 5 \sum_{i=1}^n \frac{c_i}{C_{i\max}} \quad (8)$$

где c_i - содержание функционального ингредиента в созданном продукте, положительно влияющего на его биологическую ценность (мг/100 г, мкг/100 г); $C_{i\max}$ - норма суточной физиологической потребности человека в этом нутриенте (мг/сутки, мкг/сутки), [2]; 5 – приведённый коэффициент в баллах, характеризующий максимальное значение КБ. Оценивая шкалу значений для коэффициентов КО и КБ, устанавливаем следующие дифференцированные границы вариабельности этих критериальных откликов:

- 1) 0,0 – 1,6 – низкая степень инновационности разработки;
- 2) 1,7 – 3,3 - средняя степень инновационности разработки;
- 3) 3,4 – 5,0 - высокая степень инновационности разработки;

Экономическая составляющая инновационных технологий также имеет большое значение. Оценка (в пределах от 0 до 10 баллов) рентабельности новых технологий характеризуется критериальным откликом инновационности K_3 . Оценка значения K_3 зависит от уровня рентабельности продукции, которая вычисляется как отношение прибыли к себестоимости. Наиболее целесообразным представляется дифференцирование этого показателя по трём уровням – низкому, среднему и высокому: низкий – при значении рентабельности от 0% до 10 %, средний - в диапазоне от 10% до 20 % и высокий от 20% до 30% и выше. Выбор верхней границы рентабельности в 30% объясняется тем, что рентабельность в рыбной промышленности редко превышает 14% , т.е. значение рентабельности более чем 30% маловероятно.

В этом случае критериальный отклик инновационности K_3 рассчитывается с применением формулы:

$$K_3 = (1/3) \cdot P\%; \quad (6)$$

где $P\%$ - рентабельность продукции в процентах; 1/3 –переводной коэффициент. Если округлить значение коэффициента K_3 до десятых долей, то уровни инновационности разработки можно определить следующим образом: 1) 0,0 – 3,3 – низкий уровень; 2) 3,4 – 6,6 – средний уровень; 3) 6,7 – 10,0 – высокий уровень.

Частный критериальный отклик конкурентоспособности K_4 предполагает оценку степени заполнения разработанной инновационной продукцией той ниши на рынке, которая возможно, ещё не заполнена, или вытеснение аналогичной продукции с менее достойными качественными, экономическими и другими характеристиками. Представляется целесообразным дифференцирование отклика K_4 на 3 уровня, которые выбираются в соответствии со следующими правилами. Первый уровень – продукция принципиально новая, при соответствующем маркетинге без труда займёт свою нишу и будет востребована потребителем. Оценка в баллах этого уровня для K_4 составит 10 баллов. Второй уровень – новый продукт имеет свои аналоги, но по ряду показателей значительно превосходит данные аналоги. Соответствующая количественная оценка K_4 составит 6,6 балла. Третий уровень – новый продукт, имеет свои аналоги, но по ряду показателей он незначительно превосходит традиционные. Критериальный отклик конкурентоспособности K_4 для данного уровня составит 3,3 балла. Для продуктов, которые не имеют преимуществ среди аналогов, коэффициент K_4 принимаем равным 0. Для определения K_4 необходимо проведение маркетинговых исследований в соответствии с методическими рекомендациями [3, 4].

Критериальный отклик инновационности K_5 , характеризующий практическую значимость разработанной технологии, предлагается определять с учётом следующих показателей:

- получение одного или нескольких патентов и (или) положительных решений РОСПАТЕНТА РФ на способ получения или сам продукт (при его наличии - 3,33 балла, при его отсутствии - 0 баллов).
- разработка, согласование и утверждение технической документации (ТД) для промышленного выпуска данной инновационной продукции (при наличии утверждённой ТД - 3,33 балла, при её отсутствии - 0 баллов).
- промышленное внедрение инновационной технологии (при наличии акта промышленного выпуска инновационной разработки - 3,33 балла, при его отсутствии - 0 баллов).

При таком подходе в определении практической значимости разработанной технологии коэффициент K_5 может принимать следующие значения:

- 1) при отсутствии практической значимости $K_5 = 0$ баллов;
- 2) низкий инновационный уровень $K_5 = 3,3$ балла;
- 3) средний инновационный уровень $K_5 = 6,6$ баллов;
- 4) высокий инновационный уровень $K_5 = 10$ баллов.

В соответствии с предложенным алгоритмом расчёта критерия инновационности КИ на языке Pascal в среде Delphi 7.0 была написана

программа IKRI, с помощью которой можно оперативно определять уровень инновационности новых технологических разработок (НИР и ОКР) в сфере рыбной промышленности. Входными данными программы являются таблица предельно допустимых значений показателей безопасности, таблица органолептических оценок, таблица биологической ценности продукта. Обработка таблиц в программе проводится с помощью компонента StringGrid. Для вычисления коэффициента конкурентоспособности используется компонент RadioGroup, а коэффициент практической значимости вычисляется с использованием компонента CheckListBox. Полученные результаты выводятся в виде результирующей таблицы, содержащей значения частных откликов инновационности K_i и интегральный критерий инновационности КИ. В соответствии с методикой расчёта интегрального КИ проведена комплексная оценка созданной технологии изготовления формованного рыбного продукта «Морское ассорти», показавшая высокий уровень инновационности новой разработки.

Литература:

1. Гигиенические требования по безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы: СанПиН 2.3.2.1078-01 / Утв. Гл. санитар. врачом Рос. Федерации 06.11.01. – Введ. в действие 01.09.02. – М.: Минздрав России, 2002. - 164 с.
2. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации : МР 2.3.1.2432-08: утв. рук. Федер. службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Глав. гос. санитар. врачом Рос. Федерации Г. Г. Онищенко 18.12.08 г. – М.: Научный центр здоровья РАМН. – 41 с.
3. **Тер-Григорьянц, Р.Г.** Методические подходы к оценке конкурентоспособности продукции и предприятия. / Р.Г. Тер-Григорьянц // Вестник СевКавГТУ. Серия «Экономика». – №1. – 2003. – С. 12-15.
4. **Яшева, Г.А.** Как оценить конкурентоспособность товара. / Г.А. Яшева // Маркетинговое образование. – 2004. – №1. – С. 20-25.

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ НЕЧЁТКОЙ ЛОГИКИ СТУДЕНТАМ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Луковкин С. Б. (*Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ, e-mail: kenda-to@rambler.ru*)

Abstract. In modern technical systems the elements of management working on the basis of laws of the fuzzy logic are often used. Therefore students of technical specialities should know the basic results from area of fuzzy sets and the fuzzy logic. Here the problems connected with practice of teaching of the fuzzy logic for students of technical specialities are discussed.

Становление теории нечётких множеств (fuzzy sets) и нечёткой логики (fuzzy logic) началось в середине 60-х годов XX века. Оно связано с выходом в свет статей по нечёткой логике Лотфи Заде [1]. Дальнейшие работы Лотфи Заде и его последователей заложили основу новой теории и создали предпосылки для внедрения методов нечеткого управления в инженерную практику. Особенно успешно внедрение идей нечёткой логики в практику производства было реализовано в Японии. Началом практического применения теории нечетких множеств можно считать 1975г., когда Мамдани и Ассилиан построили первый нечеткий контроллер для управления простым паровым двигателем. В 1982 Холмблад и Остергад разработали первый промышленный нечеткий контроллер, который был внедрен в управление процессом обжига цемента на заводе в Дании. В 1987 г. на Второй международной конференции был продемонстрирован фаззи-контроллер. Этот контроллер использовался для управления скоростью движения электропоезда. Идеи нечёткой логики нашли своё применение и при построении экспертных систем.

Первые успехи применения устройств, основанных на нечетких лингвистических правилах “Если - то”, вызвали рост интереса к теории нечетких множеств среди математиков и инженеров. Бартоломеем Коско была доказана теорема о нечеткой аппроксимации (Fuzzy Approximation Theorem), согласно которой любая математическая система может быть аппроксимирована системой, основанной на нечеткой логике. Это означает, что с помощью естественно-языковых высказываний-правил “Если - то”, с последующей их формализацией средствами теории нечетких множеств, можно сколько угодно точно отразить произвольную взаимосвязь «входы-выход» без использования аппарата дифференциального и интегрального исчислений, традиционно применяемого в управлении и задачах идентификации.

С уверенностью можно утверждать, что изложение идей нечёткой логики и их практического применения является актуальной задачей в процессе обучения студентов различных технических специальностей. Однако, в настоящее время найти какие-либо сведения по этой теме в современных учебниках для студентов ВУЗов невозможно. Отсутствуют как лекционные курсы по данной области знаний, так и практические упражнения или сборники задач. Следует отметить, что в Интернете можно найти отдельные публикации по теории нечётких множеств, есть русский перевод книг Л. Заде, есть информация о конференциях по нечёткой логике, которые проводятся как в России, так и зарубежом. Но весь этот контент не рассчитан на его применение в учебном процессе и не устраняет методических проблем, возникающих при построении лекционного курса и практических занятий при изучении основ нечёткой логики. Обсудим некоторые из этих проблем.

При изучении основ нечёткой логики студенты осваивают ряд новых понятий. Основными среди них являются понятие нечёткого множества и функции принадлежности, вводятся понятия нечёткой переменной и лингвистической переменной, нечёткой импликации, переход от классической двузначной логики к многозначной нечёткой логике.

Понятие нечёткого множества вводится как развитие классического определения Кантора. Поэтому важно, чтобы студенты владели понятиями классической теории множеств, знали все основные алгебраические и логические операции над множествами и умели определять «чёткие» множества с помощью характеристической функции. Важным моментом является понятие универсального множества. Используя понятие характеристической функции можно «плавно» перейти к понятию нечёткого множества, в основе которого лежит понятие функции принадлежности.

Однако, далеко не все студенты в достаточной мере изучали классическую теорию множеств в рамках школьной программы, а некоторые и вовсе не знакомы с ней. Поэтому следует начинать изложение теории нечётких множеств с краткого повторения основ теории Кантора. По моему глубокому убеждению, изучение курса математики студентами МГТУ должно начинаться с изложения основ классической теории множеств, математической логики и хотя бы с краткого изложения понятия действительного числа, а не с изучения алгебры матриц, как это принято сейчас.

Характеристическая функция $h(x)$ «чёткого» множества A принимает значение 1 на тех элементах x универсального множества U , которые принадлежат множеству A , и равна 0 для тех x , которые не принадлежат U , т.е. множество значений $h(x)$ – это $\{0; 1\}$.

Нечёткое множество A определяется с помощью **функции принадлежности** $m(x)$, которая принимает значения из некоторого упорядоченного множества, обычно это отрезок $[0; 1]$, т.е. для любого x из универсального множества U определена функция $m(x)$, которая задаёт степень принадлежности элемента x множеству A : $0 \leq m(x) \leq 1$. Дискретные нечёткие множества задаются перечислением упорядоченных пар $\{m(x) / x\}$. Переход от классического множества к нечёткому множеству можно сравнить с переходом от целых чисел к дробным: степень принадлежности элемента x к нечёткому множеству A можно определить любым числом из отрезка $[0; 1]$. Здесь полезно вспомнить классические парадоксы «Куча» и «Лысый». Функции принадлежности произвольно задаётся тем, кто определяет нечёткое множество. В математическом пакете MatLab [3] есть большой набор функций принадлежностей: треугольные, трапециевидальные, гауссовы, сигмовидные и т.п. На практике следует построить графики этих функций. Есть возможность задания собственных (пользовательских) функций принадлежности.

Для нечётких множеств определены логические и алгебраические операции, аналогичные операциям для классических «чётких» множеств. Это операции включения, равенства, дополнения, объединения, пересечения, разности, суммы и произведения множеств. Многие свойств «чётких» множеств переносятся на нечёткие множества. При этом есть существенные отличия: пересечение A и его дополнения не есть пустое множество; объединение A и его дополнения не совпадает с универсальным множеством. Для алгебраических операций не выполняются законы идемпотентности и дистрибутивности. Специфические свойства нечётких множеств можно изображать графическим способом.

Следующие важные понятия - **нечёткая переменная, лингвистическая переменная, нечёткая логика**. Логика – наука о формах и законах правильного мышления, или наука о способах доказательств и опровержений. Основателем логики считается Аристотель, живший в IV веке до н.э. Он впервые создал учение о логической дедукции, основанное на рассуждении в форме силлогизмов. Полученные Аристотелем результаты просуществовали практически в неизменном виде на протяжении почти двадцати столетий. Логическую теорию Аристотеля иногда называют формальной логикой. Идей «математизации» логики были выдвинуты ещё в XVII веке Лейбницем и нашли своё развитие и воплощение в работах Д. Буля во второй половине XIX века. Высказывания в математической логике Буля по-прежнему принимают только два значения: истина и ложь; выполняется закон исключённого третьего (*Tercium non datur*). Но уже в 1920 впервые в истории появилась многозначная (трёхзначная) логика, разработанная Яном Лукасевичем. В

трёхзначной логике истинность высказывания может принимать три значения: истина (Т), ложь (F) и неопределенно (U).

Нечёткая переменная – это тройка $\langle s, X, A \rangle$, где s – имя нечёткой переменной, X – универсальное множество (область определения s), A – нечёткое множество с функцией принадлежности $m(x)$. A задаёт ограничения для s . Понятие нечёткой переменной лучше разбирать на примере нечётких чисел, которые являются частным случаем нечёткой переменной. Определим «нечёткую пятёрку» как нечёткое множество с функцией принадлежности $m(s) = 1/(1+(s-5)^2)$. Ясно, что функция принадлежности может быть и другой. Нечёткие числа можно складывать, умножать. Более сложным является понятие лингвистической переменной. Неформальное определение лингвистической переменной: это переменная, которая может принимать значения фраз естественного языка. Например, л.п. «температура воздуха» может принимать значения «холодная», «прохладная», «жаркая» и т.п. Сами фразы – имена нечётких переменных, которые описываются нечёткими множествами. После разбора нескольких примеров можно переходить к формальному определению лингвистической переменной.

Лингвистической переменной, см. [2,4] называется пятерка $\{x, T(x), X, G, M\}$, где x — имя переменной; $T(x)$ — множество имен лингвистических значений переменной x , каждое из которых является нечетким множеством на множестве X ; G есть синтаксическое правило для образования имен значений x ; M есть семантическое правило, позволяющее превратить каждое новое значение л.п. x в нечёткую переменную (сформировать соответствующее нечёткое множество). Пример лингвистической переменной: x - «возраст человека»; $T(x)$ - значения «молодой», «зрелый», «старый»; X – целые числа от 1 до 110 лет; G - «очень», «не очень»; M - математическое правило, определяющее вид функции принадлежности для каждого значения из множества T . Теперь будет понятно определение нечёткой логики. Нечеткая логика это обобщение традиционной аристотелевой логики на случай, когда истинность рассматривается как лингвистическая переменная, принимающая значения типа: "очень истинно", "более-менее истинно", "не очень ложно" и т.п. Указанные лингвистические значения представляются нечеткими множествами.

Для успешного освоения практических навыков использования идей нечёткой логики при решении задач управления и создания экспертных систем следует разобрать и освоить типовые задачи, которые решаются средствами пакета MatLab [5]. Например, алгоритм нечёткого вывода лучше всего осваивать именно на практических задачах, и только после этого рассматривать его формальное описание. Среди таких

задач можно рекомендовать задачу нечёткой аппроксимации и задачу построения простой экспертной системы. На практике удобнее всего познакомить студентов с алгоритмами Мамдани и Сугэно, а затем на лекции разобрать их формальное описание. Со студентами автоматчиками следует рассмотреть модельную задачу построения нечёткого регулятора и сравнить с системой, использующей традиционный метод управления для решения задачи максимального быстродействия при наличии ограничений на управляющий сигнал.

Литература:

1. **Заде Л.** Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближённых решений. Пер. с англ. М.: Мир, 1976. – 162 с.
2. **Круглов В.В., Дли М.И.** Интеллектуальные информационные системы. М.: Физматлит, 2002. – 256 с.
3. **Дьяконов В., Круглов В.** Математические пакеты расширения MATLAB. СПб.: Питер, 2001. -480 с.
4. **Штовба С.Д.** Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. Сообщество пользователей Matlab и Simulink. Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. Рус.
5. **Луковкин С.Б.** Элементы нечёткой логики в компьютерном моделировании. Методические указания по дисциплине «Компьютерное моделирование» для студентов технических специальностей очной формы обучения. Мурманск, МГТУ: 2010.

ДИСТАНЦИОННАЯ ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБМОТКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ

Мухин Е. А. (г. Мурманск, Мурманский государственный технический университет, кафедра Электрооборудования судов, muhin_z@mail.ru)

Abstract. In work are considered questions calculating the temperature of the windings of electrical machines based on the method of thermal diagnostics

Уменьшение величины сопротивления изоляции статорных обмоток электрических машин происходит по причине действия различных факторов, таких как тепловые, механические, электрические, режимы и условия эксплуатации. Температура обмотки электрической машины при нормальных условиях эксплуатации не должна превышать уровень, предусмотренный соответствующим классом изоляции [1].

Температура обмотки может быть рассчитана по данным бесконтактной тепловизионной диагностики электрической машины путём анализа теплового поля в различных локальных точках станины. По мере разогрева поверхности станины за счёт радиального распространяющегося теплового потока через объём сердечника статора, станину, рёбра в окружающий воздух, происходит фиксация термограмм орёбренной поверхности.

На рисунке 1 приведены термограмма (а), фотография (б), гистограмма (в) участка ребристой поверхности, изменение температуры по длине (г) асинхронного двигателя К21R225М6, полученные в процессе тепловизионного испытания при температуре окружающей среды $t_0 = -8^\circ\text{C}$.

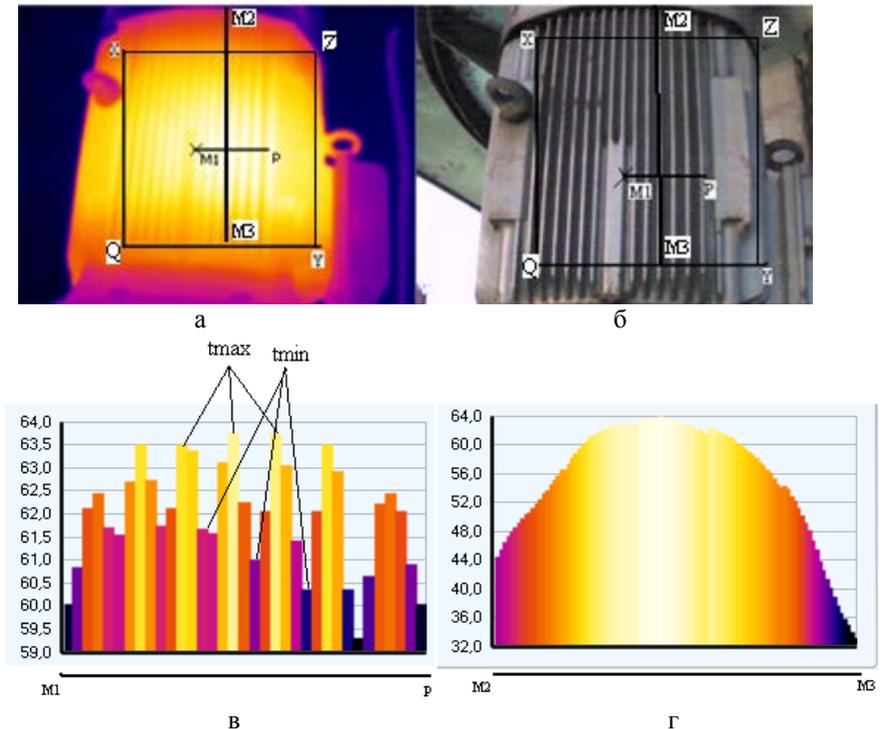


Рис. 1. Термограмма (а), фотография (б), гистограмма температур (в), изменение температуры по длине (г) асинхронного двигателя К21R225М6.

Оребренная поверхность станины машины (рис.1, б) имеет неоднородность температурного поля (рис.1, а). Анализ гистограммы (рис.1, в) показывает, что температура по линейному участку М1-Р имеет наибольшее значение t_{\max} между ребрами, наименьшее t_{\min} – на торце ребра. Распределение температуры по поверхности показывает, что температура в выделенной области XZYQ изменяется в пределах от 33,1 до 63,8 °С.

Анализ показывает (рис.1 ,г), что наибольшая температура поверхности станины наблюдается в области расположения сердечника машины. Теплопроводность станины создаёт условия для выравнивания температуры поверхности машины за счёт перераспределения в ней теплового потока.

На основе полученных значений температур конца и основания ребра, согласно (1) производится расчёт плотности теплового потока от сердечника машины, с учётом формы, материалов и геометрических размеров: ребра, основания станины, воздушного зазора между станиной и спинкой сердечника статора, спинки статора, паза с обмоткой в сердечнике статора.

$$q_s = \alpha \vartheta_{\max} (Bi^{1/2} \text{th} N + Bi_{\text{ст}}^{1/2} \text{th} N_{\text{ст}}) / (Bi + Bi_{\text{ст}}^{1/2} \text{th} N_{\text{ст}}), \quad (1)$$

где коэффициенты Био равны: $Bi = \alpha \delta / 2\lambda$; $Bi_{\text{ст}} = \alpha \delta_{\text{ст}} / 2\lambda$; \square характеристические размеры: $N_{\text{ст}} = (s/2)(\alpha/\lambda\delta_{\text{ст}})^{1/2}$; $N = \lambda(2\alpha/\lambda\delta)^{1/2}$.

От нагретых обмоток к локальным участкам поверхности станины подходит тепловой поток с плотностью $q_s(r)$, величина которого в различных сечениях конструкции цилиндрической формы определяется радиусом r . Поэтому производится учет значения линейной плотности q_L теплового потока, определяемого соотношением:

$$q_L = \pi D_{\text{н1}} q_s = 2\pi r_{\text{н1}} q_s, \quad (2)$$

где $D_{\text{н1}}$, $r_{\text{н1}}$ – внешний диаметр и радиус сердечника статора.

При распространении тепла через спинку статора толщиной и воздушный зазор выполняются следующие соотношения:

$$q_L = \pi(t_{\max} - t_3)/R_{L\text{ст}} = \pi\vartheta_{\text{ст}}/R_{L\text{ст}} = \pi(t_3 - t_{\text{ст}})/R_{L3} = \pi\vartheta_3/R_{L3} = \pi(t_{\text{н}} - t_{\text{ст}})/R_{Lc} = \pi\vartheta_c/R_{Lc}, \quad (3)$$

где t_3 , $t_{ст}$, t_n – температуры на внутренней поверхности основания станины, внешней поверхности сердечника статора, поверхности паза с обмоткой; $\vartheta_{ст}$, ϑ_3 , ϑ_c – превышения температуры на основании станины, воздушном зазоре, спинке сердечника статора; $R_{Lст}$, R_{L3} , R_{Lc} – линейные термические сопротивления отдельных слоев:

$$\text{основания станины: } R_{Lст} = (l/2\lambda)\ln(D_{н1} + 2\delta_3 + 2\delta_{ст})/(D_{н1} + 2\delta_3);$$

$$\text{воздушного зазора: } R_{L3} = (l/2\lambda_в)\ln(D_{н1} + 2\delta_3)/D_{н1}; \quad (6)$$

$$\text{спинки сердечника статора: } R_{Lc} = (l/2\lambda_c)\ln D_{н1}/(D_{н1} - 2h_c);$$

Превышение температуры на поверхности пазовой изоляции и в объеме статорной обмотки определяется согласно [3].

Если существуют повреждения листов сердечника, пазовой изоляции, шейки зубцов клином, неоднородность опрессовки обмотки, внутренние дефекты изоляции обмотки в пазах статора, то проявляется анизотропия тепловых свойств и распределение температуры в различных участках поверхности станины будет не идентичным.

Достоинством применяемой методики определения температуры статорной обмотки электрической машины с помощью тепловизора является визуальное определение местоположения мест перегрева поверхности, обусловленных особенностями распространения тепла из объема машины от нагретых обмоток, что позволяет производить ремонтные работы, обеспечивающие восстановление технических и эксплуатационных характеристик машины, необходимую долговечность и безопасную эксплуатацию по текущему реальному техническому состоянию.

Литература:

1. Технический регламент о безопасности объектов морского транспорта. [Текст]. М.: Изд-во стандартов. 2010. – 84с.
2. **Ройзен Л.И., Дулькин И.Н.** Тепловой расчет обреченных поверхностей / под ред. В.Г. Фастовского, М.: Энергия, 1977. – 256 с.
3. **Власов А.Б., Мухин Е.А.** Применение тепловизионной диагностики для оценки теплового состояния электрооборудования и температуры обмотки судовых электродвигателей/ Вестник МГТУ, том 13, №4/2, 2010, 937-941.

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ АСУП

Пономаренко Д. А. (г. Мурманск, МГТУ, кафедра А и ВТ)

The article contains description of practical aspects of implementation various automated systems and frequent problems due to it.

Внедрение разработанных проектов автоматизированных систем зачастую не укладывается в договорные сроки, а в некоторых случаях и является неудачным по многим причинам. Наиболее часто встречающиеся из них автор, используя свой опыт работы на производстве, постарался описать в данной статье.

Причина 1. Гладко было на бумаге, да забыли про овраги.

Сотрудники проектных и конструкторских бюро, несмотря на весь свой опыт в разработке систем управления, зачастую не видят объект, на котором будет использоваться разрабатываемая ими система и не в полной мере представляют географические, климатические и техногенные особенности местности, в которой их проект будет внедряться. Не случайно, согласно ГОСТ 34.601-90 «Автоматизированные системы. Стадии создания» проектирование разбивается на стадии технического и рабочего проекта.

Желание заказчика сэкономить на рабочем проекте в дальнейшем может привести к гораздо большим финансовым потерям. Участвуя в реализации одного из проектов, автор лично рационализировал один из участков управления, в качестве исполнительных механизмов на котором предполагалось использовать воздушные клапаны с компрессорной установкой воздуха высокого давления и осушителями. Своевременная проектная замена данных клапанов на аналогичные электромагнитные позволила сэкономить заказчику на материалах порядка 1,2 млн. рублей.

Также одной из наиболее частых ошибок внедренцев является отсутствие четкого представления (оформленного в соответствующих разделах технического задания) по структуре и требуемой мощности подсистемы питания, по подсистеме связи и помещениям, необходимым для работы оборудования и средств автоматики.

Причина 2. На жадину не нужен нож.

Одним из немаловажных аспектов успешного внедрения является правильный подбор команды внедренцев и выбор наиболее эффективной схемы управления внедрением проекта.

Наиболее часто используемые типы схем представлены на рисунках 1-4.

На схемах:

Пользователь – организация или группа подразделений, которые используют результаты функционирования АСУП.

Заказчик – ответственное лицо (распорядитель кредитов) (подразделение или организация), формирующее требования к АСУП и несущее ответственность перед пользователем за соответствие качества АСУП исходным данным пользователя

Администратор – ответственное лицо, которое выполняет эксплуатацию программно-технических средств АСУП.

Разработчик – ответственное лицо (подразделение или организация), которое разрабатывает АСУП и несет ответственность перед заказчиком за правильность реализации требований ТЗ на АСУП в сроки проведения работ и целевой расход денежных ресурсов.

Для небольших проектов (срок реализации до 1 года) допустимо использовать схему, представленную на рисунке 1. Для более сложных проектов АСУП используется схема организации работ с рисунка 2, в которой функции разработчика отделяют от функций заказчика и администратора, и они выполняют, как правило, другой сторонней организацией. В том случае, если заказчик – большая организация, которая курирует разработку нескольких АСУП, применяют схему, показанную на рисунке 3.



Рис. 1 – Схема организации работ для небольших проектов АСУП

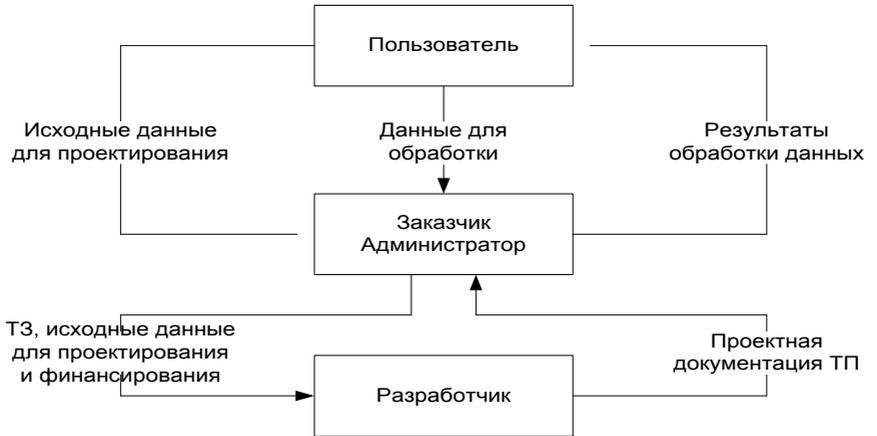


Рис. 2 – Схема организации работ для более сложных проектов АСУП.



Рис. 3 – Схема организации работ по нескольким проектам АСУП.

Отделение заказчика от разработчика позволяет последнему при необходимости привлекать к разработке проекта организации-исполнителей (субподрядчиков) разных уровней организации, что позволяет использовать специализированные организации.

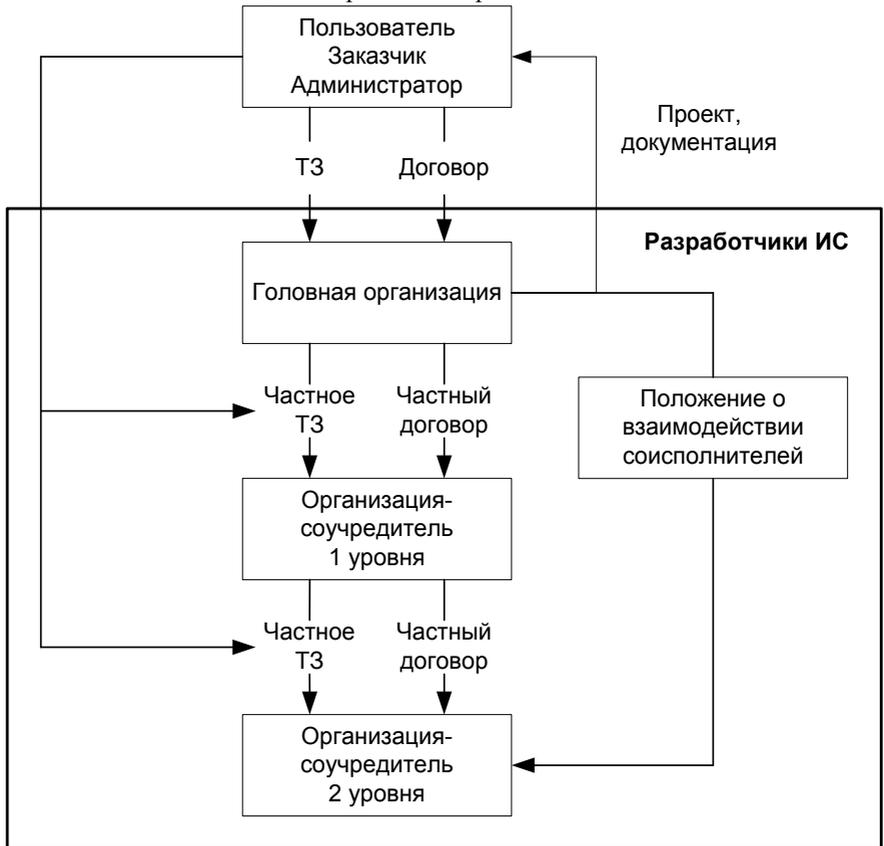


Рис. 4 – Схема организации работ с привлечением субподрядчиков.

Причина 3. Утром деньги – вечером стулья.

Достаточно много успешных в целом проектов не достигли этапа сдачи в промышленную эксплуатацию из-за финансовых и организационных разногласий между заказчиком и исполнителем. Данное явление связано, с одной стороны, с неумением специалистов исполнителя правильно выстроить отношения с персоналом заказчика, а с другой стороны с боязнью заказчика потерять техническую поддержку со стороны

исполнителя после закрытия и оплаты всех этапов работ и выставленных счетов.

Исходя из вышеописанного, наиболее правильным представляется четкое деление внедрения АСУП на этапы (как в организационно-техническом, так и в финансовом плане). Каждый этап должен завершаться подписанием акта выполненных работ и оплатой этих работ заказчиком. Переход к следующему этапу внедрения допустим только после полной оплаты уже выполненных этапов. Последний этап внедрения, с которым связано максимальное количество финансовых рисков, должен быть наименее затратным как по срокам реализации, так и в финансовом плане.

Все изменения к первоначальному техническому заданию должны оформляться отдельными актами, на которые необходимо заключать отдельные договора.

Причина 4. Хороша ложка к обеду.

Еще одна причина неудач – не верный (сильно заниженный) выбор сроков внедрения проекта. Как показывает практика, наиболее действенной является следующая формула выбора сроков реализации этапов работ:

Срок сдачи = Рекомендации специалиста * 1,5

где «рекомендации специалиста» - предварительный срок, оговоренный наиболее опытным специалистом команды внедренцев.

Следование этому правилу дает руководителю проекта 2-3-х кратный запас по срокам внедрения, что немаловажно при неизбежных срывах сроков поставки оборудования, внеплановых и плановых переносах работ, отсутствию необходимых для приемки работ ответственных лиц со стороны заказчика и контролирующих организаций и т.п.

Кроме того, любое изменение первоначального технического задания также должно по возможности отражаться на увеличении плановых сроков внедрения.

Желательно предусмотреть ряд этапов, за счет которых возможно сокращение сроков ввода системы в эксплуатацию. Это, например, этапы поставки оборудования (замена импортного оборудования отечественными аналогами; прямые поставки минуя посредников), этапы тестовой и опытной эксплуатации, продолжительность которых допустимо уменьшить по согласованию с заказчиком и т.п.

Причина 5. Все лгут.

Итак, наконец-то проект выполнен, все документы подписаны и высочайшая комиссия собралась на торжественное открытие установки. Директор разрезает красную ленточку, и новенькая система разваливается прямо на глазах у ответственных и полуетственных работников.

Разумеется, автор несколько утрирует ситуацию, однако как показывает практика, отсутствие личного контроля со стороны руководителя проекта может привести к самым печальным последствиям.

Чтобы этого избежать, достаточно следовать нескольким правилам:

- перепроверять все теоретические выкладки на месте;
- лично контролировать наиболее ответственные этапы внедрения;
- планировать сроки сдачи этапов работ с учетом устранения выявленных замечаний.

Знание и понимание возможных причин неудач при внедрении проектов позволит минимизировать возможные потери от их возникновения. Предупрежден – значит вооружен.

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОДХОДА

Прохоренков А. М.¹, **Качала Н. М.**² (*Мурманск, МГТУ, ¹кафедра Автоматики и вычислительной техники, ²кафедра Информационных систем и прикладной математики prohorenkovam@mstu.edu.ru, nmk10@yandex.ru*)

Abstract. Design of adaptive control system estimating disturbance channel capacity is considered. In order to provide prescribed control quality items a criterion is suggested.

В процессе функционирования систем управления на характер процессов, протекающих в объектах управления, влияют как контролируемые измеряемые возмущения $v(t)$, так и неконтролируемые возмущения $q(t)$, а также управляющие воздействия $u(t)$. Управляющие воздействия могут формироваться каким угодно способом при условии, что цель управления достигается, а ограничения на управление и переменные состояния выполняются.

При формировании стратегии управления следует учитывать случайный характер протекающих процессов. Для систем стабилизации выходных параметров объектов стратегия управления может быть задана, исходя из необходимости обеспечения следующих условий:

- смещение регулируемого параметра по математическому ожиданию, которое должно стремиться нулю:

$$\varepsilon_M(t) = |M_3(t) - M_T(t)| \rightarrow 0,$$

– смещение регулируемого параметра по дисперсии должно стремиться к минимально допустимому значению:

$$\varepsilon_{\sigma^2}(t) = \left| \sigma_3^2(t) - \sigma_T^2(t) \right| \rightarrow \varepsilon_{\sigma_{\text{доп}}^2},$$

где $M_3(t)$, $M_T(t)$ – заданное и текущее значения математического ожидания регулируемого параметра, $\sigma_3^2(t)$, $\sigma_T^2(t)$ – заданное и текущее значения дисперсии регулируемого параметра.

Качество управления можно оценить по величине смещения математического ожидания $\varepsilon_M(t)$ и дисперсии $\varepsilon_{\sigma^2}(t)$ регулируемых параметров. В этой связи предлагается реализация управления, которое обеспечивает получение на интервале управления N минимума функционала [2]:

$$J = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\varepsilon_{Mi}^2 + \beta \varepsilon_{\sigma_i^2} \right) \rightarrow \min \quad (1)$$

при ограничениях $\varepsilon_{Mi} \leq \Delta_{\text{мдоп}}$ и $\varepsilon_{\sigma_i^2} \leq \Delta_{\sigma_{\text{доп}}^2}$ (здесь β – весовой коэффициент).

В системах, где процессы, протекающие в объектах, имеют случайный характер, точность управления определяется математическим ожиданием квадрата ошибки управляемой величины. Критерий минимума средней квадратической ошибки, является наилучшим в предположении нормального распределения ошибки. В условиях отсутствия априорных сведений о действительных распределениях ошибки и случайных помех использование этого критерия является вынужденным и не гарантирует реализации оптимальной стратегии управления.

В информационном подходе предположение о нормальном распределении ошибки управления не является ограничением при решении задачи параметрической оптимизации. В информационных методах синтеза показателем точности системы управления является энтропия ошибки управления [1, 2, 3, 5]. При нормальном распределении энтропия ошибки максимальна [3]. В этом случае расчет системы ведется на наихудшие условия ее работы. Система управления оптимальная при наихудших условиях будет оптимальна и при других режимах работы [3].

Состояние технологического процесса в любой момент времени определяется регулируемым параметром $y(t)$. Точность стабилизации параметра $y(t)$ характеризуется допустимой без ущерба для протекания технологического процесса неопределенностью, может быть охарактеризована энтропией $H(y)$. Цель управления объектом сводится к уменьшению неопределенности $y(t)$ до уровня $H(y)_{\text{мин}}$, заданного требованиями по допустимому значению дисперсии $\sigma_{\text{умин}}^2$ регулируемого параметра.

Для обеспечения требуемых показателей качества управления необходимо, чтобы система была управляема и наблюдаема. В информационных методах синтеза систем управления условие управляемости объекта заключается в выполнении требования, обеспечивающего большую пропускную способность по каналу управления c_u по сравнению с пропускной способностью объекта по каналу возмущения c_λ (λ , в общем случае, как контролируемые, так и неконтролируемые возмущения):

$$\Delta c = c_u - c_\lambda > 0. \quad (2)$$

При этом, чем больше Δc , тем выше точность управления.

Задачу синтеза системы управления можно сформулировать следующим образом. Для объекта управления - парового котла, описание которого представлено в [4], найти управление

$$u(t) = f(y(t), x(t), \{v(t)\}, \{q(t)\}) \quad (3)$$

как функцию от величины задания $x(t)$, регулируемой величины $y(t)$ и множества возмущений $\{v(t)\}$ и $\{q(t)\}$, обеспечивающее движение замкнутой системы из любого состояния $y(t_0)$ в желаемое состояние $y(t_1)$ в соответствии с заданным критерием (1) и условием управляемости (2) на заданном интервале управления.

Применение информационного подхода для решения задачи параметрического синтеза системы регулирования предполагает преобразование замкнутой системы управления в разомкнутый канал передачи информации. Замкнутую систему регулирования питания котла можно описать следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} y = \mu + (\eta + \rho)W_y(p) + vW_v(p) \\ z = (\eta + \rho)W_z(p) + \varphi \\ \eta = [x - yk_3W_{д3}(p) + vk_1W_{д1}(p) - zk_2W_{д2}(p)]W_p(p)W_{и}(p) \end{cases} \quad (3)$$

Из системы уравнений (3) получим выражение для регулируемой величины:

(4)

$$y = x \frac{1}{W'(p)} + \mu \frac{1/W_p(p)W_{и}(p)W_y(p) + k_2W_{д2}(p)W_z(p)/W_y(p)}{W'(p)} +$$

$$+ \rho \frac{1}{W_p(p)W_{и}(p)W'(p)} - \varphi \frac{k_2W_{д2}(p)}{W'(p)} +$$

$$v \frac{W_v(p)/W_p(p)W_{и}(p)W_y(p) + k_1W_{д1}(p) + k_2W_{д2}(p)W_z(p)W_v(p)/W_y(p)}{W'(p)},$$

$$\text{где } W'(p) = k_3W_{д3}(p) + \frac{1}{W_p(p)W_{и}(p)W_y(p)} + \frac{k_2W_{д2}(p)W_z(p)}{W_y(p)}$$

Вынося общий множитель $1/W'(p)$ в правой части уравнения (4) за скобки, преобразуем замкнутую схему в разомкнутую схему, которая представлена в докладе, где

$$W_v^3(p) = W_v(p)/W_p(p)W_{и}(p)W_y(p) + k_1W_{д1}(p) + k_2W_{д2}(p)W_z(p)W_v(p)/W_y(p)$$

С учетом рекомендаций, изложенных в [1, 4], будем считать, что задающее и все возмущающие воздействия взаимно не коррелированы. С позиций информационного подхода в качестве критерия оптимальности принимают критерий максимума разности скорости передачи информации R_x о задающем воздействии по каналу управления и скорости передачи информации по каналам возмущения R_λ [1]:

$$\Delta R = R_x - R_\lambda$$

При оптимальных параметрах регулятора справедливым будет равенство:

$$\Delta R_{\max} = \Delta c_{\max}$$

Проведенные исследования показали, что в условиях отсутствия априорной информации о свойствах процессов, протекающих в объектах, подверженных действию возмущающих воздействий, целесообразно при синтезе систем управления применять информационный подход. Такой подход позволяет реализовать функции адаптивной системы управления, включающей контур самонастройки, реализующий выполнение критерия (1), значение которого зависит от нагрузки и режимов работы объекта.

В докладе представлены результаты моделирования системы управления при изменении задания по уровню (Рис. 1), а также результаты работы системы управления TDC -3000 на реальном объекте управления – котлоагрегате ГМ – 50.

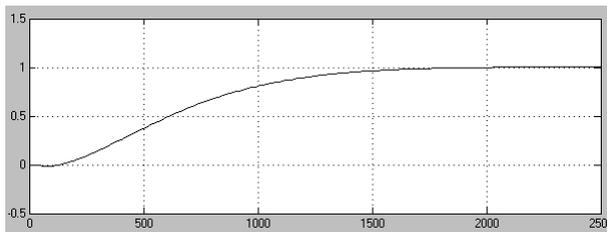


Рис. 1. График изменения уровня воды в барабане парового котла при изменении задания

Литература:

1. **Ковриго Ю.М., Мовчан А.П., Полищук И.А., Фоменко Б.В.** Адаптивное управление теплоэнергетическими процессами // ААЭКС. 2007. № 2. С. 147-156.
2. **Прохоренков А.М., Солодов В.С., Татьяначенко Ю.Г.** Судовая автоматика. М.: Колос, 1992.
4. **Шумская Л.С.** Основные регулируемые параметры барабанных котлов при нестационарных режимах // Вопросы теплоотдачи и гидравлики двухфазных сред. Сб. статей под общей ред. С.С. Кутателадзе. М., Л.: Государственное энергетическое издательство, 1961. С.350-352.

5. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-ти тт. Т 3: Синтез регуляторов систем автоматического управления / Под ред. К. А Пупкова и Н. Д Егупов. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2004.

6. **Каревский Д.В., Бурковский В.Л.** Управление процессом поддержания уровня воды в парогенераторе на основе регулятора с переменной структурой // Электротехнические комплексы и системы управления. 2007. № 1. С. 11-14.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИСАДКИ В МАЗУТЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАДИОВОЛНОВОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЙ

Прохоренков¹ А. М., Совлуков^{1,2} А. С., Фатеев² В. Я. (¹Мурманск, МГТУ, кафедра Автоматики и вычислительной техники, *prohorenkovat@mstu.edu.ru*; ²Москва, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, *sovlas@ipu.ru*)

Abstract. Design principles of radiofrequency/microwave sensors for determination of low concentration values of admixtures in mazut are proposed. Results of experiments for the design of a sensor and a measuring device as a whole are presented.

Концентрация технологических смесей является важным параметром, подлежащим высокоточному определению во многих отраслях промышленности, на транспорте. С учетом существенного различия электрофизических характеристик веществ, образующих технологическую смесь, целесообразно осуществлять синтез концентратометров на базе именно радиоволновых методов, обладающих известными преимуществами по сравнению с другими электрическими методами [1-4].

Радиоволновый метод, как показывает рассмотрение его применений для решения задач концентратометрии различных смесей, может быть положен в основу разработки устройства для измерения концентрации присадки к мазуту, в частности, присадки Protea Coronata M-29s, разработанной шведской фирмой "System Separation Sweden AB". На предприятии "ТЭККОС" (г. Мурманск) были запланированы исследования по возможности применения современных присадок. При добавлении присадки Protea Coronata M-29s в топливо существенно улучшаются его эксплуатационные характеристики путём уменьшения

низкотемпературной коррозии, понижением механического недожога, а также существенным уменьшением концентрации бензапирена.

В теплоэнергетике присадки используют, в основном, для повышения эффективности сжигания мазута в топках: чтобы снизить расход горючего при производстве необходимого количества тепла. Кроме того, благодаря их применению можно продлить срок службы оборудования, а, значит, сократить расходы при проведении ремонтных работ [5].

Для определения возможности измерения концентрации присадки Protea Coronata M-29s в мазуте радиоволновым методом предварительно проведены эксперименты по изучению диэлектрических параметров мазута и данной присадки.

Измерения диэлектрической проницаемости проводились по схеме рис. 1, которая содержит колебательный контур, выполненный на сосредоточенных элементах индуктивности L и емкости C , а также элементы связи $L_{св}$ и схемный анализатор ZVRE. Емкость C выполнена в виде двух плоскопараллельных пластин, каждая из которых имеет размеры 54x31 мм и расстояние между которыми составляет 5 мм. Индуктивность L представляет собой однослойную катушку индуктивности намотанную на каркасе с диаметром 10 мм, диаметр провода 0,5 мм, число витков 13 и длина намотки 20 мм. Номинальное значение такой индуктивности составляет 0,65 мкГн. Между витками основной катушки индуктивности располагались элементы связи $L_{св}$, каждый из которых имел по 2 витка намотки.

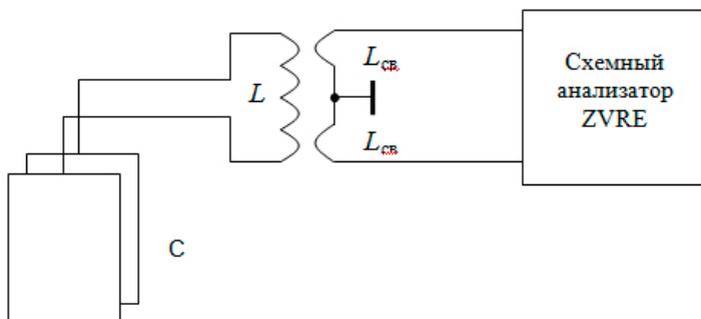


Рис. 1. Схема измерения диэлектрической проницаемости мазута и присадки Protea Coronata M-29

На экране схемного анализатора проводились наблюдения резонансной кривой колебательного LC-контюра. По вершине этой

кривой определяли резонансную частоту этого контура f_0 , которая может быть также найдена по известной формуле

$$f = 1/\sqrt{LC} \quad (1)$$

Также известно, что емкость конденсатора C_0 , у которого пространство между пластинами заполнено воздухом, и емкость конденсатора C_3 , у которого пространство между пластинами заполнено некоторой жидкостью с диэлектрической проницаемостью ε , связаны между собой соотношением

$$C_3 = \varepsilon C_0 \quad (2)$$

Следует отметить, что соотношение (2) имеет универсальный характер и справедливо для конденсаторов любой конструкции. Соответственно, резонансные частоты датчика, находящегося в воздухе, и этого же датчика, находящегося в некоторой жидкости, f_0 и f_3 соответственно, могут быть определены по формулам:

$$f_0 = 1/\sqrt{LC_0} \quad \text{и} \quad f_3 = 1/\sqrt{LC_3} \quad (3)$$

Отсюда, используя также формулу (2), можно получить формулу для вычисления ε по известным значениям f_0 и f_3 :

$$\varepsilon = (f_0/f_3)^2 \quad (4)$$

Эксперимент по определению ε мазута и присадки проводился следующим образом. Экспериментально с помощью анализатора цепей измерялась резонансная частота f_0 емкостного датчика в воздухе, затем этот датчик погружался в контролируемую среду (сначала в мазут, затем в присадку) и измерялась резонансная частота f_3 датчика, погруженного в каждую из этих жидкостей. При этом были получены следующие значения резонансных частот:

- для мазута $f_0 = 77,20$ МГц, $f_3 = 54,45$ МГц;
- для присадки $f_0 = 64,05$ МГц, $f_3 = 36,262$ МГц.

Отличие значений f_0 для экспериментов с мазутом и присадкой объясняется тем, что после экспериментов с мазутом на пластинах емкостного датчика образовалась трудно смываемая мазутная пленка, что и сказалось на определении f_0 в последующих экспериментах с присадкой.

Вычисления ε по формуле (4) дали следующие результаты:

- для мазута $\varepsilon_m = 2,01$;
- для присадки $\varepsilon_n = 3,12$.

Для измерения содержания присадки в мазуте предполагается использовать радиоволновый резонаторный датчик, принцип действия

которого основан на зависимости резонансной частоты от диэлектрической проницаемости жидкости, которая заполняет этот резонатор. Поэтому важно знать, насколько диэлектрическая проницаемость смеси “присадка – мазут” ε_c отличается от диэлектрической проницаемости мазута ε_m . Для вычисления ε_c можно использовать известную формулу Винера – Вагнера [6]:

$$\frac{\varepsilon_c - \varepsilon_m}{\varepsilon_c + 2\varepsilon_m} = C_n \frac{\varepsilon_n - \varepsilon_m}{\varepsilon_n + 2\varepsilon_m}, \quad (5)$$

где C_n – объемная концентрация присадки в мазуте.

При $C_n = 0,0003$ вычисленное по формуле (5) значение ε_c будет составлять 2,01028. Изменение резонансной частоты при малых изменениях ε_c можно определить по формуле, которая получена из (2) и (3):

$$\Delta f / f = -\Delta\varepsilon / \left(2\varepsilon_m^{3/2} \right), \quad (6)$$

где $\Delta f/f$ – относительное изменение резонансной частоты датчика, заполненного смесью “присадка – мазут”; $\Delta\varepsilon$ – абсолютное изменение диэлектрической проницаемости смеси ε_c относительно ε_m .

Используя вышеприведенные числовые данные $C_n = 0,0003$, $\varepsilon_c = 2,01028$ и $\varepsilon_m = 2,01$, по формуле (6) можно вычислить $\Delta f/f = 5 \cdot 10^{-5}$. При этом $\Delta f \sim 2,7$ кГц.

Следовательно, чтобы обеспечить измерение с достаточной точностью таких малых значений изменения резонансной частоты, необходимо иметь резонатор с очень высокой добротностью (не менее 1000), которым может являться объемный резонатор. Диапазон значений резонансной частоты определяется при этом размерами такого резонатора. В частности, объемным резонатором может служить полый цилиндрический резонатор, имеющий диаметр $\sim 0,3$ м и длину $\sim 0,5$ м. (при этом $f_0 = 1,256$ ГГц для такого резонатора с колебаниями типа H_{011}). Помимо этого, для высокоточного определения концентрации присадки в мазуте необходимо реализовать двухканальную измерительную схему с применением опорного канала. В качестве датчика этого канала следует использовать объемный резонатор, заполненный мазутом и находящийся в таких же условиях, что и объемный резонатор, заполненный контролируемой смесью (мазута с присадкой).

Рассмотренные возможности применения радиоволнового метода позволяют принципиально реализовать устройство для высокоточного

измерения концентрации малых значений примесей в жидкостях, в том числе присадки в мазуте.

Литература:

1. **Брандт А.А.** Исследование диэлектриков на сверхвысоких частотах. М.: Физматгиз. 1963. 404 с.
2. **Викторов В.А., Лункин Б.В., Совлуков А.С.** Высокочастотный метод измерения неэлектрических величин. М.: Наука. 1978. 280 с.
3. **Викторов В.А., Лункин Б.В., Совлуков А.С.** Радиоволновые измерения параметров технологических процессов. М.: Наука. 1989. 208 с.
4. **Nyfors E., Vainikainen P.** Industrial microwave sensors. Artech House, Norwood, MA, USA. 1989. 351 p.
5. Мурманский вестник. 13 декабря 2007 г. (<http://www.mvestnik.ru/shwnws.asp?offset=4680>)
7. Теория и практика экспресс-влажнометрии твердых и жидких веществ //Кричевский Е.С., Бензарь В.К., Венедиктов М.В. и др. М.: Энергия. 1980. 240 с.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ В ИНФРАСТРУКТУРАХ ТРАНСПОРТНОГО УЗЛА

Прохоренков А. М., Истратов Р. А. (*Мурманск, МГТУ, кафедра Автоматики и вычислительной техники, prohorenkovam@mstu.edu.ru*)

Abstract. Application of new information technologies allows accelerate organizational and planning processes. Development of management methods not only time on decision making, but also efficiency of organizational and planning process.

Транспортная политика всех развитых стран мира уже более 20 лет базируется на разработке и продвижении Интеллектуальных Транспортных Систем (ИТС) и технологий, создании единого информационного пространства в будущих мультимодальных сетях. В настоящий момент для решения задач четкой организации мультимодальной транспортировки грузов требуется высокая согласованность процессов перемещения грузов с одного вида транспорта на другой, при пересечении государственной и административных границ и осуществления взаимных расчетов. Россия стоит на пороге создания специализированных компьютерных систем, позволяющих оперативно обеспечивать выполнение вышеперечисленных задач.

Создание единой информационной инфраструктуры транспортного комплекса особенно актуально для Российской Федерации, расположенной в 11 часовых поясах и активно использующей все виды транспорта. Сегодня, по экспертным оценкам, в 44 морских портах страны действует около 2 тыс. коммерческих предприятий. Кроме того, в России функционирует более 2 тыс. экспедиторских фирм, 10 тыс. агентов и 2,5 тыс. автопредприятий.

Объединение всех видов транспорта в рамках единого информационного поля - задача весьма актуальная и сложная, ее реализация требует многоуровневого подхода, начиная от преодоления межведомственных административных барьеров до оптимизации форм перевозочных документов. Данные процессы уже начались. В Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года отмечается, что «...развитие информационного обеспечения российской транспортной системы ... будет осуществляться на основе создания единой информационной среды транспортного комплекса, аналитических информационных систем поддержки процессов управления его развитием». Отсутствие интеллектуально интегрированных систем управления сегодня становится барьером на пути дальнейшего развития транспортной отрасли. В этой связи, создание и внедрение отечественных интеллектуальных транспортных систем позволит повысить эффективность управления перевозками, сократить непроизводительные затраты на транспортировку грузов, ускорить развитие национальной транспортной, территориальной и информационной инфраструктур, обеспечить благоприятный климат для внедрения сервисов на основе глобальных навигационных спутниковых систем. При этом информационная среда интеллектуальных транспортных систем должна обеспечить унифицированное и стандартизованное применение различных технологий идентификации, навигации и позиционирования, телематического мониторинга и видеонаблюдения транспортных средств и грузов. Для решения одной из важнейших задач транспортного комплекса - обеспечения высокого уровня конкурентоспособности транспортной системы России - необходимо развитие высокопроизводительной транспортно-логистической инфраструктуры, обеспечивающей коммерческую скорость и надежность транспортных услуг, в том числе благодаря широкому внедрению интеллектуальных транспортных систем.

Основой концепции информационно-логистических центров является создание единой управляющей структуры логистической системы для формирования общего информационного пространства и консолидации информации о грузопотоках на различных уровнях логистической системы. Главной задачей информационно-логистических

центров является формирование консолидированной информации о движении грузовых потоков на различных уровнях логистической системы для анализа и оперативного принятия решений. В рамках данной концепции предполагается создание трехуровневой структуры для организации сбора, объединения и передачи информации в единый центр сбора и обработки информации.

Порт Мурманск является важнейшим транспортным узлом на Севере России. Открытым акционерным обществом «Мурманский морской торговый порт» в 2010 году перегружено 12 миллионов 878 тысяч тонн грузов различной номенклатуры. Обработано 488 судов, в том числе – 182 судна погружены углем. Обработано 182 446 вагонов, в том числе с углем - 138 936, апатитовым концентратом – 24 272. Основные виды грузов, переработанных в 2010 году:

- уголь – 9 640 624 тонны;
- апатитовый концентрат – 1 486 342 тонны;
- железорудный концентрат – 400 500 тонн.
- цветные металлы – 340 942 тонны.

Основными экспортными грузами были уголь, апатитовый концентрат и металлы. Доля экспортных грузов составила 93,4 % от общего объема грузооборота.

В настоящее время создание современного Мурманского транспортного узла (МТУ) рассматривается как комплексная задача стратегического значения, которая предусматривает существенное совершенствование и развитие основных видов транспорта: морского, железнодорожного, автомобильного и авиационного транспорта, а также развитие логистической и складской инфраструктуры.

Развитие МТУ имеет перспективы превращения его в один из крупнейших в мире транспортных узлов. Проведённые исследования показали, что к 2020 году грузооборот МТУ удвоится, а при благоприятных обстоятельствах может увеличиться в 5 раз. Прогноз общего грузооборота МТУ на период до 2020 г. в млн. тонн:

- оптимистический сценарий – 144;
- нейтральный сценарий – 84;
- консервативный сценарий – 52.

Абсолютный прирост грузооборота МТУ по типам грузов, по оптимистическому сценарию:

- уголь - 45 млн. тонн;
- нефть - 22,3 млн. тонн;
- контейнеры - 4,33 млн. TEU - эквивалент двадцатифутового контейнера;
- удобрения - 1,6 млн. тонн;

- металлы - 4,4 млн. тонн.

В течение 12 лет объем инвестиций в развитие МТУ превысит 180 млрд. рублей в ценах 2007 года (309 млрд. рублей - с учетом индексации цен).

Инфраструктурные объекты (железные, автомобильные дороги, аэропорт и электроснабжение) - ~ 95 млрд. руб.

Строительство новых и реконструкция существующих объектов - ~ 87 млрд. руб.

Особые надежды возлагаются на реализацию проекта строительства железнодорожной ветки Выходной – Лавна на Западном берегу Кольского залива. Целью данного проекта является обеспечение возможности развития МТУ на Западном берегу Кольского залива. Проектом предусматривается строительство там следующих терминалов:

- терминала по перевалке нефти и нефтепродуктов. Целью данного проекта является обеспечение растущей потребности в перевалке углеводородного сырья, направляемого на экспорт через Мурманский Транспортный Узел путем строительства современного, экологически-безопасного нефтяного терминала на западном берегу Кольского залива. Проектная мощность: 35 млн. тонн в год.

- терминала по перевалке угля. Целью данного проекта является удовлетворение растущих потребностей добывающих компаний в перевалочных мощностях для экспорта угля через Мурманский транспортный узел путем строительства дополнительного терминала по перевалке угля. Проектная мощность: 20 млн. тонн в год.

- контейнерного терминала. Целью данного проекта является использование потенциала Мурманского Транспортного Узла как контейнерного порта в условиях роста грузооборота контейнерных грузов Российской Федерации путем строительства современного контейнерного перевалочного комплекса. Проектная мощность: 10 млн. тонн в год.

Отмеченные выше перспективы развития МТУ возможны только при наличии консолидированной информации о движении грузовых потоков на различных уровнях логистической системы для анализа и оперативного принятия управленческих решений.

На наш взгляд, для того, чтобы можно было вписаться в рамки разработанной концепции развития информационно-логистических центров России, необходимо разрабатывать информационные структуры, которые учитывали бы специфику МТУ. С этой целью, на первом уровне трехуровневой структуры необходимо реализовать первичный учет, сбор и обработку информации в информационных системах управления о входящих и исходящих грузопотоках на терминалах МТУ по перевалке нефти и нефтепродуктов; по перевалке угля; контейнер-

ных и складских терминалах. Информация о грузопотоках должна поступать от линейных агентов с использованием протокола EDIFACT, от грузовладельцев и перевозчиков на основе стандартных документов о грузах с использованием протоколов EDI/XML. Вся информация должна консолидироваться в информационных системах управления терминалами и складами.

На втором уровне структуры, должны решаться задачи сбора и обработки информации обо всех грузопотоках, полученной из информационных систем объектов первого уровня трехуровневой структуры. Информация о грузопотоках классифицируется по заданным критериям (например, импорт, экспорт, транзит с разбиением по категориям грузоперевозок - контейнерные, насыпные, наливные и т.д.). Информация, собранная на втором уровне логистической структуры передается на высший уровень логистической системы - в информационную систему учета и анализа грузопотоков для обработки и дальнейшего анализа, а так же принятия управленческих решений.

В рамках принятой основной концепции создание информационно-логистических центров предусматривает решение трёх основных задач:

1. Создание классификатора грузовых потоков, разработка стандартов создания учетных документов и формирование единой процедуры обмена информацией (протоколов) между логистическими центрами различного уровня.
2. Создание информационных систем для учета грузопотоков логистических центров.
3. Формирование инфраструктуры для передачи информации между различными уровнями логистической системы.

В докладе представлены предложения по реализации основных задач с учётом перспектив развития МТУ.

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СРЕДСТВ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ СУДОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Шевалдин А. М.; Ветров И. А. (*г. Калининград, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота, кафедра СРТС, shevaldinam@rambler.ru*)

Designing of ship control systems displays is offered to be considered as multilevel problem of optimization with many criteria from positions of the system approach. The developing technique is presented, allowing to solve this optimizing problem taking into account all quality parameters of displays.

В соответствии с существующей в настоящее время концепцией, в любой автоматизированной системе управления человек-оператор по-прежнему остается основной фигурой, принимающей решения и несущей ответственность, а ЭВМ лишь подготавливают информацию, необходимую для более полного осознания и принятия решения. Средства отображения информации (СОИ) занимают главное место во взаимодействии оператора с ЭВМ, а соответственно и надежности, оперативности и оптимальности его решений. В настоящее время уделяется много внимания вопросам эргономического проектирования СОИ[1] и системе человек-машина (СЧМ) в целом, а также психологическим аспектам работы человека в СЧМ и разработке соответствующего программного обеспечения. При этом из поля зрения абсолютно выпадает проблема проектирования СОИ, как части СЧМ.. Разработки в этом направлении на данный момент практически не ведутся, а выбор СОИ, применяемых в СЧМ осуществляется по субъективным критериям. Проектирование СОИ целесообразно рассматривать с позиций системного подхода, представляющего собой взаимосвязанное рассмотрение всех факторов, путей, и способов решения сложных задач, с учетом комплексного использования методов целого ряда наук, таких как психология, кибернетика, математика и другие. В проектировании СОИ выделяют два этапа, которые называют внешним и внутренним проектированием. Этап внешнего проектирования характеризуется, во-первых, тем, что СОИ входят как подсистема в состав судового оборудования, во-вторых, они обеспечивают взаимодействие оператора с системами управления судном[2,3,4].

В рамках внешнего проектирования, исходя из предназначения, формулируются цели, исходные данные, ограничения, накладываемые на структуру и параметры системы, которые относятся к группам системотехнических и эргономических требований.

В рамках внутреннего проектирования определяются принципы построения системы, обосновывается деление на подсистемы, формулируются принципы их действия, выполняется аппаратная реализация, оптимизируется структура и параметры. Этот этап еще называют этапом технического проектирования, здесь реализуется нахождение такого СОИ, которое обеспечивает достижение целей и выполнение требований, сформулированных на этапе внешнего проектирования.

Задачу технического проектирования СОИ, как сложной системы, можно рассматривать как задачу многоуровневой многокритериальной оптимизации, решением которой является нахождение оптимального вектора показателей качества СОИ, которыми могут

выступать выходные параметры; с учетом выполнения заданных ограничений.

На первом этапе оптимизации решается вопрос выбора способа технической реализации. В общем виде задача выбора способа технической реализации СОИ может быть сформулирована следующим образом:

$$f_T^0 = \arg \underset{f_T}{opt} \{I(f_T), C_I(f_T), E_I(f_T)\} \quad (1)$$

где $\{I(f_T), C_I(f_T), E_I(f_T)\}$ - эргономические, эксплуатационные и экономические критерии соответственно.

Поскольку при проектировании СОИ, как правило, способы технической реализации средств отображения выбираются из числа хорошо апробированных, чтобы не задерживать сроки разработки системы, центр тяжести их проектирования переносится на решение задач оптимального синтеза структуры и выбора параметров с целью наилучшего удовлетворения заданным требованиям. Задачу выбора способа технической реализации можно решать используя минимаксный критерий вида:

$$F = \min_i \max_j \left(\frac{q_j(i) - q_j^0}{q_{j \max} - q_j^0} \right) * \lambda_j, \quad (2)$$

где q_j^0 - значение j -го показателя “идеального” СОИ; $q_{j(i)}$, $q_{j \max} = \max q(i)_j$ - значение j -го показателя и его наименьшее (наихудшее) значение для i -го СОИ, λ_j - весовой коэффициент.

Вторым этапом решается задача оптимизации структуры средства отображения, заключающаяся в нахождении экстремума вектора выбранных показателей качества. В общем случае задача синтеза оптимальной структуры состоит в определении [5]:

$$\pi \in P, \quad (3)$$

$$f \in F(\pi), \quad (4)$$

$$\bar{A} \in A, (5)$$

$$[f \in F(\pi)] \Rightarrow [\bar{A} \in A], (6)$$

где P – множество принципов построения системы $\pi \in P$ или ее элементов. Возможные принципы обычно бывают заданы или выбираются при синтезе системы.

F – множество функций, выполняемых системой. Каждому варианту принципов построения системы π соответствует некоторое множество функций $F(\pi)$, из которого при проектировании системы необходимо выбрать подмножество $f \in F(\pi)$, достаточное для реализации выбранных принципов π .

A – множество возможных взаимосвязанных элементов системы.

\bar{A} – набор возможных элементов выполняющих заданные требования. Подобными элементами, могут быть блоки системы, средства управления, отдельные исполнители, либо коллективы.

\Rightarrow – операция отображения множества F на элементы множества

A . Оптимальное отображение должно обеспечивать экстремум (или экстремумы) целевой функции при выполнении заданных ограничений.

Структуру СОИ можно представить в виде графа с узловой структурой, узлами которого являются блоки, а дугами связи между ними. [2,6] Так как в настоящее время производится огромное количество радиоэлектронных компонентов, то и в распоряжении проектировщиков имеется не один десяток вариантов исполнения одного блока. Задача синтеза структуры относится к классу задач большой размерности, поэтому нахождение наилучшего решения становится затрудненным. Чаще всего к решению подобных задач применяют приближенные методы, такие как метод ветвей и границ, генетические и муравьиные алгоритмы, позволяющие найти решения близкие к оптимальному, с приемлемыми затратами машинного времени [7].

На третьем этапе выполняется оптимизация параметров СОИ, для выбранной структуры. Этот этап может быть выполнен как в составе оптимизации структуры, так и отдельно, так как изменение выходных параметров зачастую невозможно без изменения качественного состава блоков. В большинстве случаев функциональные зависимости показателей качества СОИ от влияющих на них параметров имеют линейный или монотонный характер. Для аппроксимации монотонной функции, в основном, используется линейно – кусочная аппроксимация, позволяющая свести задачу оптимизации параметров СОИ к многокритериальной задаче линейного программирования. Для решения подобной задачи оптимизации параметров СОИ, при наличии исходных данных в

виде линейных или монотонных функций, может быть применён алгоритм оптимизации, основанный на методе последовательных уступок и учитывающий векторный характер решаемой задачи.

Данная методика позволяет выбрать оптимальный вариант построения системы из конечного числа заданных вариантов при известных условиях и ограничениях, которые задаются как заказчиком, так и самим проектировщиком, исходя из опыта эксплуатации. Использование данной методики позволяет учитывать все перспективные варианты реализации СОИ и осуществлять выбор систем, опираясь на методы оптимизации и системного подхода, а не «вслепую» по сугубо субъективным критериям. Применение данной методики в современных системах автоматизированного проектирования позволит создавать СОИ, более адаптированные к диалогу с судовым оператором, позволяющие принимать лучшие решения в различных условиях складывающейся обстановки.

Литература:

1. **Вейхман В.В., Рамм В.О.** «Эргономика на судах флота рыбной промышленности» - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981 – 160 с.
2. **Герасимов Б.М., Егоров Б.М.** «Системное проектирование средств отображения информации в АСУ» - Киев: КВИРТУ, 1983. - 348 с.
3. **Литвак И.И., Ломов Б.Ф. Соловейчик И.Е.** «Основы построения аппаратуры отображения в автоматизированных системах» - М.: Сов. радио, 1975. - 352 с.
4. **Гуткин Л. С.** «Современная радиоэлектроника и ее проблемы.» Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Сов. радио, 1980. – 192 с.
5. **Цвиркун А.Д.** «Структура сложных систем.» (Библиотека технической кибернетики). М., Сов. Радио», 1975, 200 с.
6. **Харари Фрэнк** «Теория графов» / Пер. с англ. и предисл. В.П.Козырева. Под ред. Г.П. Гаврилова. Изд. 2-е. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 296 с.
7. **Макконнелл Дж.** «Основы современных алгоритмов» – М.: Техносфера, 2004. – 368 с

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИО-ВОЛНОВЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКИХ ПИЩЕВЫХ СРЕД

Яценко¹ В. В., Маслов¹ А. А., Власова¹ А.Р., Власов¹ А.В., Петров² Б.Ф., Кайченoв¹ А. В. (¹Мурманск, МГТУ, кафедра АиВТ, *jasenkovv@rambler.ru*; ²Мурманск, МГТУ, кафедра ТПП)

Abstract. The article describes application of radio-wave method for the control of the production processes of food liquids, the results of experimental studies of fish oil, tomato paste, sugar syrup.

Аннотация. В статье рассматриваются применение радиоволнового метода для контроля хода технологических процессов получения пищевых жидких сред, результаты экспериментальных исследований рыбьего жира, томатной пасты, сахарного сиропа.

Современные технологии изготовления продуктов питания базируются на достижениях физической химии, биофизики, биохимии, электроники и других научных направлений.

Без использования достижений науки в этих областях невозможно перейти на новую ступень развития промышленности, когда требуется развить сеть их информационного обеспечения с применением ЭВМ и микропроцессорной техники, создавать автоматизированные производства. При контроле качества сырья и продукции обычно определяется полный состав многокомпонентных жидких и газообразных сред. Однако при управлении технологическими процессами необходимо решить задачу измерения концентрации одного или нескольких "ключевых" (определяемых) компонентов многокомпонентной среды.

Для решения подобных задач предлагается использовать радиоволновые методы. В общем случае радиоволновое измерительное устройство состоит из следующих основных частей (рис. 1): датчика с чувствительным элементом (ЧЭ), в котором осуществляется первичное преобразование контролируемой величины в информативный параметр; генератора, являющегося источником электромагнитных колебаний, характеристики которых изменяются в ЧЭ при взаимодействии с контролируемой средой (объектом); вторичного преобразователя, в котором осуществляются обработка сигнала, необходимые вычислительные операции и преобразование в сигналы для передачи и регистрации.



Рис. 1 – Радиоволновое измерительное устройство

При исследовании сложных многокомпонентных жидких сред с малыми значениями концентрации примесей (менее 10%) изменение информативных параметров радиоволнового датчика на одной фиксированной частоте, как правило, мало для надежной регистрации. С этой точки зрения, перспективным является определение модифицированного интегрального показателя (МИП) амплитудной характеристики на диапазоне частот, зависящем от химической природы исследуемого объекта.

Расчет такого параметра может быть произведен по следующей формуле (Яценко, 2010):

$$J\omega = \sum_{i=1}^n 2 \cdot \pi^2 \cdot f[i] \cdot \left((A[i-1] + A[i]) \cdot (f[i] - f[i-1]) \right),$$

где n – количество точек в массиве данных, полученном при снятии амплитудно-частотной характеристики для исследуемой пробы;

$A[i]$ и $f[i]$ – амплитуда и частота сигнала, полученные на текущем шаге;

$A[i-1]$ и $f[i-1]$ – амплитуда и частота сигнала, полученные на предыдущем шаге.

Для применения данного метода необходимо провести серию предварительных экспериментов с целью получения зависимости между составом исследуемой жидкой среды и МИП. В данном случае состав

жидкости определяется с помощью традиционных лабораторных методов. Таким образом, расчет МИП в ходе штатного технологического процесса позволяет установить степень соответствия компонентного состава пищевой жидкой среды требуемым значениям.

Возможность применения данного метода была экспериментально проверена при определении содержания воды в рыбьем жире. В качестве радиоволнового чувствительного элемента использовался коаксиальный датчик, состоящий из U-образного медного провода, покрытого диэлектрической оболочкой и размещенного внутри металлического экрана (Ершов, 2007). На рисунке 2 представлены амплитудно-частотные характеристики датчика, помещенного в пробы рыбьего жира с различным содержанием воды. Данные характеристики получены при подаче гармонического сигнала с частотами, лежащими в диапазоне от 5 до 48 МГц.

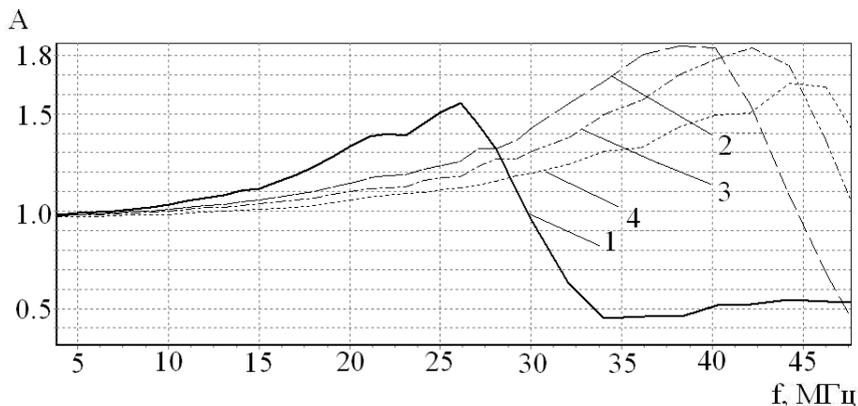


Рис. 2 - Амплитудно-частотные характеристики датчика, помещенного в смеси рыбьего жира с водой (содержание воды: 1 – 50%; 2 – 12%; 3 – 5%; 4 – 0%).

Для каждой характеристики рассчитывается МИП по формуле (1). Зависимость между значением $J\omega$ и содержанием воды в рыбьем жире представлена на рисунке 3.

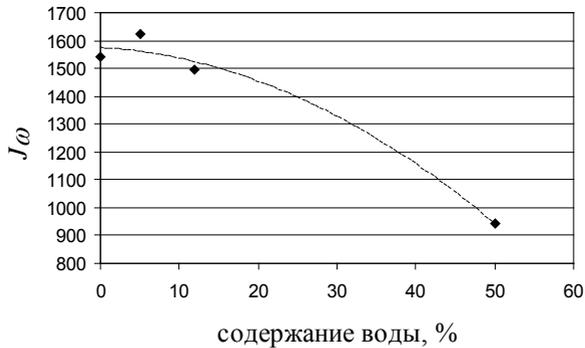


Рис. 3 - Зависимость между интегральным показателем $J\omega$ и содержанием воды в рыбьем жире

В следующем блоке экспериментов исследовалась разведенная в воде томатная паста "Главпродукт" и сахарный сироп. Эксперименты с данными объектами при использовании U-образного датчика не дали положительного результата. На основании проведенных исследований, связанных с повышением чувствительности радиоволнового чувствительного элемента, был изготовлен микрополосковый датчик (Маслов, 2009, Совлуков, 2009), представляющий собой двухстороннюю пластину, одна сторона которой представлена в виде линии, длиной порядка 1 м, а вторая сторона полностью покрыта медью. Полученные в ходе опытов зависимости представлены на рисунках 4 и 5.

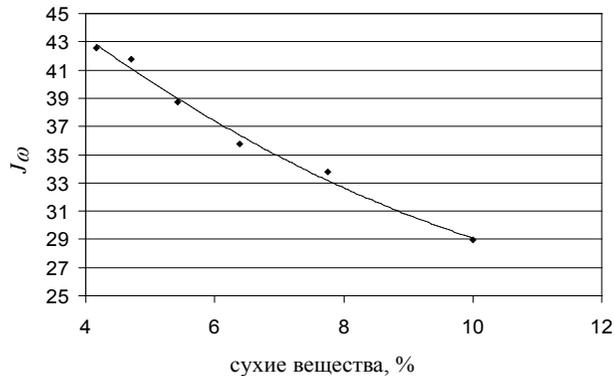


Рис. 4 - Зависимость $J\omega$ при изменении содержания сухих веществ в томатной пасте

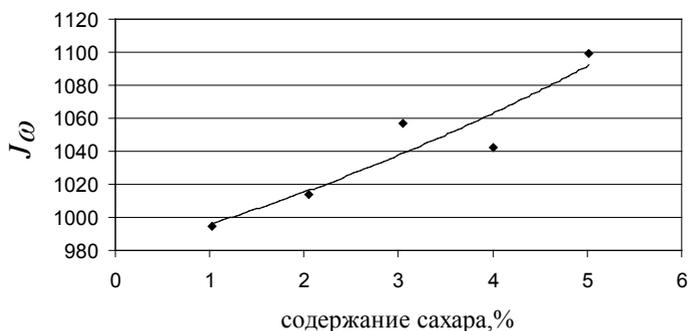


Рис. 5 - Зависимость $J\omega$ при изменении содержания сахара в сахарном сиропе

Результаты экспериментов показали однозначную зависимость между показателем $J\omega$ и изменением содержания сухих веществ в томатной пасте и сахара в сахарном сиропе.

Таким образом, рассматриваемый радиоволновый метод применим для получения информации о составе исследуемой пищевой жидкой среды на основе обобщенного модифицированного интегрального показателя $J\omega$ и может быть использован для разработки систем автоматизированного контроля технологических процессов приготовления жидких пищевых сред.

Литература:

1. **Яценко, В. В.** Совершенствование методов контроля качества жидких копильных сред на основе обобщенного показателя: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12 : 05.13.06 / Виктория Владимировна Яценко ; Мурманский гос. техн. ун-т. – Мурманск, 2010. – 20 с.
2. **Маслов, А.А.** Разработка математической модели микрополоскового датчика / А. А. Маслов, В. В. Яценко, А. Р. Власова, А. В. Власов // Наука и образование – 2009 [Электронный ресурс] : междунар. научн.-техн. конф., Мурманск, 01-09 апреля 2009 г. / Мурман. гос. техн. ун-т. – Электрон. текст дан. (181 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2009. – 1 опт. компакт-диск (CD-ROM). – С. 1200-1203. – Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0320900170 от 25.05.09 г.
3. **Ершов, А.М.** Определение выходной характеристики радиочастотного концентромера / А. М. Ершов, А. А. Маслов, А. С. Совлуков, В. Я. Фатеев, В. В. Яценко // Наука и образование – 2007 [Электронный ресурс] : междунар. научн.-техн. конф., Мурманск, 4-13

апреля 2007 г. / Мурман. гос. техн. ун-т. – Электрон. текст дан. (18 Мб). – Мурманск : МГТУ, 2007. – 1 опт. компакт-диск (CD-ROM). – С. 1217-1221. – Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0320700491 от 05.03.07 г.

4. **Совлуков, А.С.** Резонаторный метод измерения физических свойств жидкостей с применением полосковых линий / А. С. Совлуков, А. А. Маслов, В. В. Яценко, А. Р. Власова // Вестник МГТУ : труды Мурман. гос. техн. ун-та. – Мурманск, 2009. - Т. 12, № 2. - С. 271–276.

Физические
процессы шельфо-
вых нефтегазовых
производств
и технологий

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТРАНСПОРТИРОВКИ МНОГО-КОМПОНЕНТНОГО ГАЗА СО ШТОКМАНОВСКОГО ГМК ПОДВОДНЫМ ТРУБОПРОВОДОМ ПО НОРМАМ ОНТП И УТОЧНЕННОЙ МЕТОДИКЕ

Шишко А. Л. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра механики сплошных сред и морского нефтегазового дела*)

Аннотация. В настоящей работе представлены сравнительные проектные решения транспортировки многокомпонентного газа со Штокмановского ГМК, которые выполнены по двум методикам:

- стандарты ОНТП
- уточненная методика расчета

Ключевые слова: многокомпонентный газ, подводный трубопровод, нормы ОНТП, распределение температур, распределение давления, гидраты

В качестве исходных данных были приняты данные по производительности и физико-механические параметры подводного трубопровода: длина трубопровода 550 км; максимальная глубина на месторождении 350 м; а данные вдоль трассы трубопровода приведены как массив данных; диаметр трубопровода 1020×27 мм.

Технологические параметры подводного трубопровода:

- производительность трех ниток трубопровода 90×10^9 м³/год;
- производительность одной нитки трубопровода на первой стадии освоения составляет примерно 90×10^6 м³/сутки;
- давление газа на технологической платформе составляет 22 МПа.

В настоящее время принято несколько схем проектирования подводных технологических трубопроводов, в том числе и со Штокмановского ГМК, которые выполняются различными программными средствами и на различной методической базе, что в свою очередь ставит вопрос о сравнимости различных проектных решений, выполненных по различным методикам и их пригодности для будущих работ по обустройству Штокмановского ГМК.

Как известно [2,3], по нормам ОНТП были спроектировано большинство отечественных магистральных трубопроводов и эти нормы являются базисными при решении вопросов транспортировки газа подводными трубопроводами, включая и подводный трубопровод со Штокмановского ГМК.

Используя как основу нормы ОНТП [1] были получены следующие зависимости:

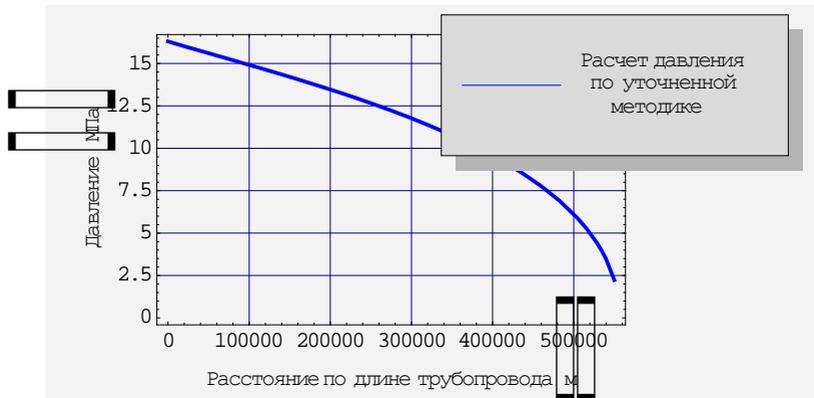


Рис.1 Распределение давления по длине трубопровода по нормам ОНТП.

Как видно из приведенного графика, уменьшение давления в трубе вдоль трубопровода примерно соответствует характеру падения давления, которые рассчитываются по нормам ОНТП. Конечное давление достаточно для поддержания технологического режима работы береговых устройств завода по сжижению газа.

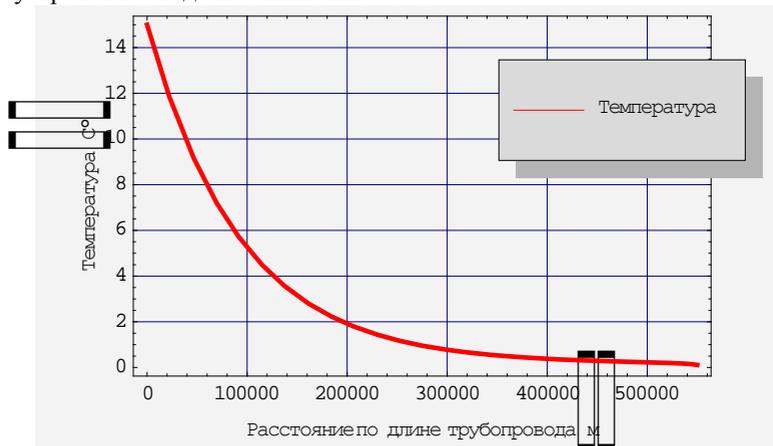


Рис.2 Распределение температуры по длине трубопровода по нормам ОНТП.

Как видно из представленного графика, температура также как и давление понижаются по трассе, причем градиент понижения температуры меньше чем градиент давления.

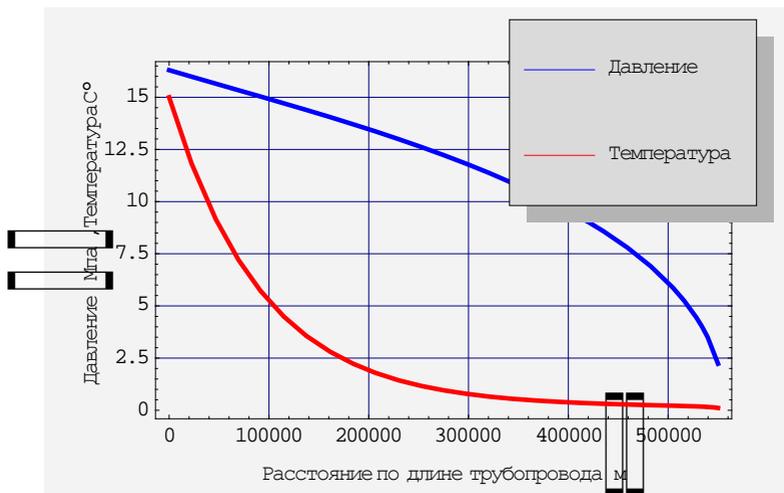


Рис.3 Совмещенный график распределения температуры и давления по нормам ОНТП.

Из представленных совмещенных графиков давления и температуры видно, что в конце подводного трубопровода давление газа приемлемо для подачи газ на береговые комплексы завода по сжижению газа и на береговую компрессорную станцию для дальнейшей транспортировки газа в район г. Волхова. Температура газа падает примерно до нуля, что несомненно должно учитываться при проектировании конечных технических устройств при выходе газопровода из под воды на поверхность.

Из полученных проектных решений для подводного трубопровода со Штокмановского ГКМ трубой 1020 мм видно, что учет реальных физических свойств газа позволяет проектировать подводный газопровод производительностью 30 млрд. м³ в год с рабочим давлением на технологической платформе равным 16.3 МПа.

Проектные решения основанные на нормах ОНТП дают рабочее давление на платформе 23.8 МПа, а проектное решение по уточненной методике, которая учитывает изменение реальных свойств газа, рассчитанных по нормам ОНТП, приводит к уменьшению рабочего давления примерно на 7 МПа, что существенно уточняет проектное решение для морского месторождения.

При использовании уточненных методик расчета (см. например [5]), были получены следующие зависимости:

При постоянном коэффициенте гидравлических сопротивлений

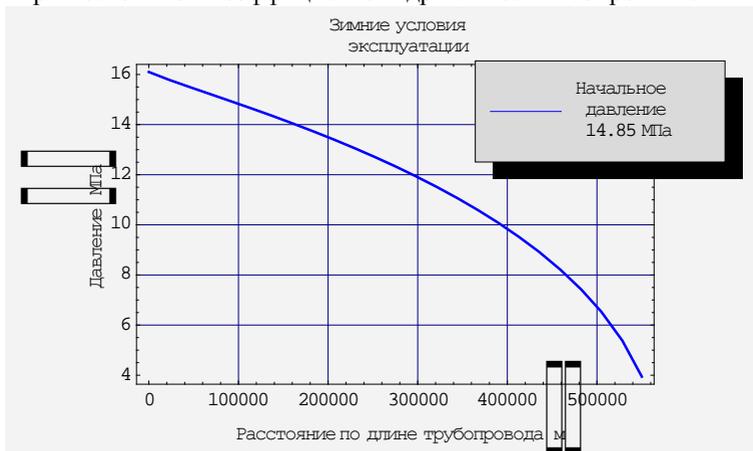


Рис.4 Распределение давления по длине трубопровода по уточненной методике расчета при постоянном коэффициенте гидравлических сопротивлений.

Как видно из приведенного графика распределение давления в трубопроводе по виду незначительно отличается от подобного распределения давления, но при переменном сопротивлении движению газа в трубе. Падение давления на выходе на береговые комплексы примерно равно 2 МПа, что соответствует условиям работы, например, завода по сжижению природного газа в п. Териберка.

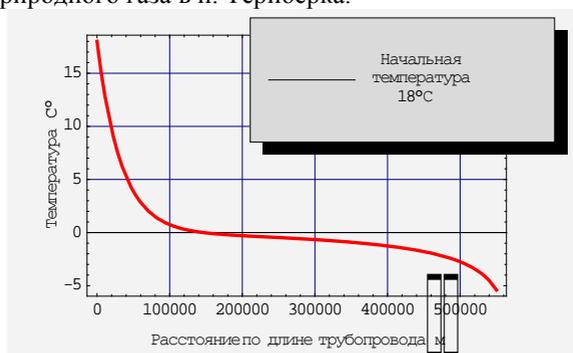


Рис.5 Распределение температуры по длине трубопровода при постоянном коэффициенте гидравлических сопротивлений.

Как видно из представленных графиков, распределение температуры вдоль трассы подводного газопровода, которые были рассчитаны из условия постоянства гидравлических сопротивлений, значительно отличаются от подобного распределения, но которое было получено по стандартным нормам ОНТП при условии зависимости вязкости газа от давления и температуры.

Основное отличие состоит в том, что без учета зависимости реологических свойств газа от давления и температуры, температура газа понижается ниже 0°C на расстоянии примерно 200 км от морского месторождения. В то время, как с учетом этих свойств, температура газа понижается ниже 0°C на расстоянии 500 км от технологической платформы.

Таким образом, из представленных проектных решений видно, что распределение отрицательных температур по подводной дистанции транспорта газа, точки понижения температуры газа ниже нуля, отличаются более чем на 300 км, что несомненно является существенным различием в различных подходах к проектированию подводных трубопроводов.

Кроме того, моделирование распределения температур по различным методикам дает и разные ответы на минимальную температуру на береговом комплексе, в конце подводного участка трубопровода. В итоге получаем, что разница температур на береговом участке подводного газопровода составляет -4°C .

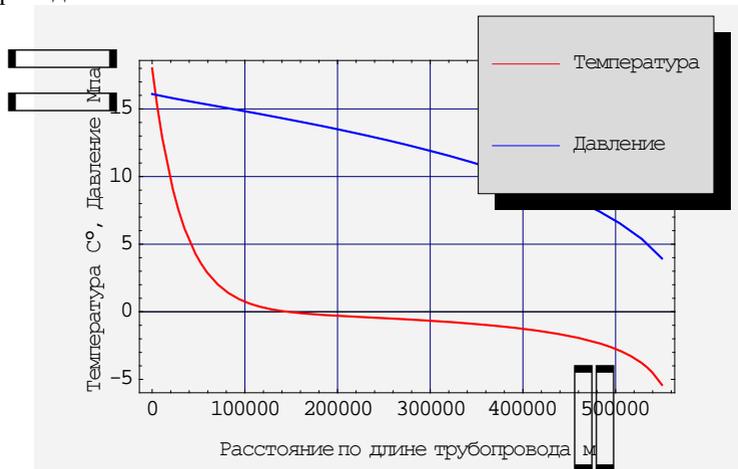


Рис 6. Совмещенный график распределения температуры и давления при постоянном коэффициенте гидравлических сопротивлений.

Из представленных общих решений в виде совмещенных графиков распределения давления и температуры вдоль трубопровода видно, что в конце подводного трубопровода давление газа приемлемо для береговых комплексов, а температура газа падает ниже нуля, что несомненно должно учитываться при проектировании конечных технических устройств при выходе газопровода из под воды на поверхность.

С учётом эффекта Джоуля-Томпсона

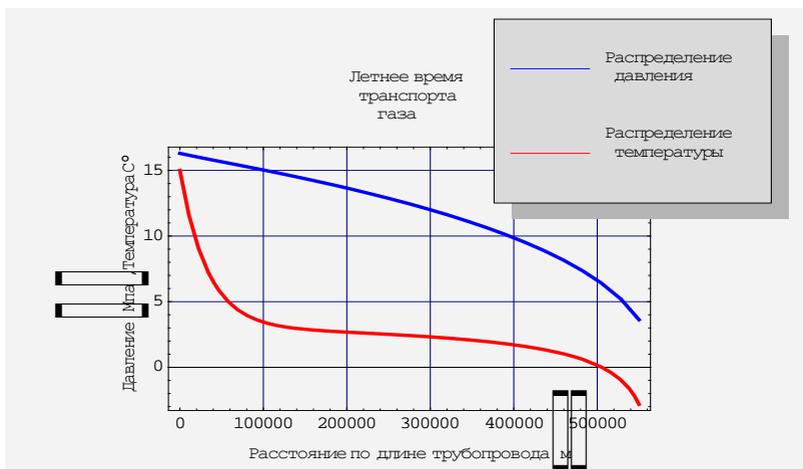


Рис 7. Совмещенный график распределения температуры и давления с учётом эффекта Джоуля-Томпсона

Из представленных совмещенных графиков давления и температуры видно, что в конце подводного трубопровода давление газа приемлемо для подачи на компрессорную станцию или на береговые комплексы по сжижению природного газа, а температура газа падает ниже нуля на расстоянии примерно 50 км от берега, что несомненно должно учитываться при проектировании конечных технических устройств при выходе газопровода из под воды на поверхность.

Очевидно, что даже незначительное увеличение начального давления на технологической платформе на 1.65% изменило распределение температуры кардинально, так что температура газа выше нуля практически на всем протяжении подводного газопровода.

Кроме того, падение температуры ниже нуля на расстоянии 50 км от берега может способствовать образованию гидратов на внутренней поверхности стенки трубы. Кроме того на внешней поверхности стенки трубопровода может происходить обледенение ее поверхности, которое приводит к

образованию наледенений на грунте и соответственно его промерзанию и образование каверн на дне моря вдоль трассы трубопровода.

Учет зависимости вязкости газа от давления и температуры

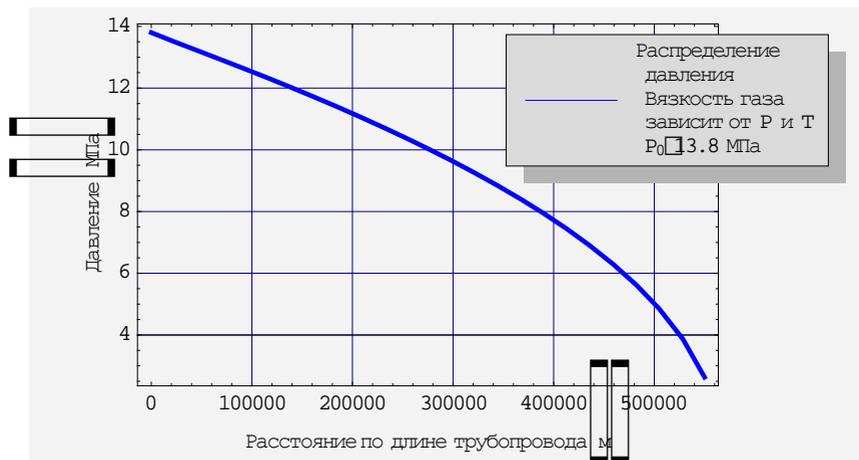


Рис.8 Распределение давления по длине трубопровода с учетом зависимости вязкости газа от давления и температуры.

Как видно из приведенного графика, распределение давления вдоль трассы газопровода в целом соответствует характеру падения давления, которое следует из классических представлений о распределении давления на линейном участке газопровода. При этом конечное давление газа равное 2 МПа является приемлемым для начальных давлений которым должны удовлетворять начальные давления на береговых комплексах по переработке газа.

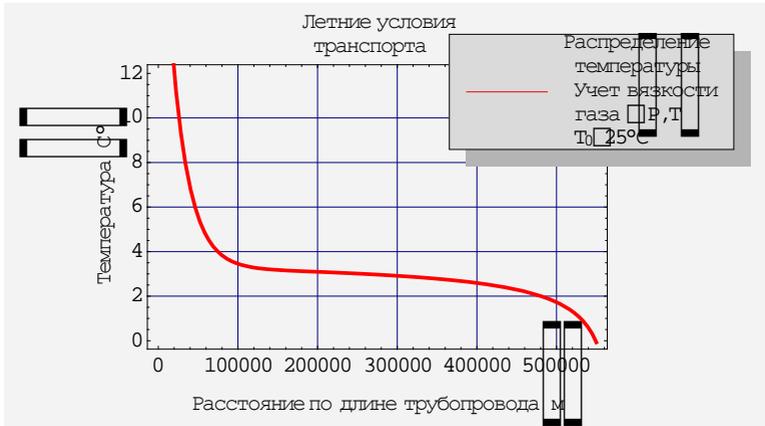


Рис.9 Распределение температуры по длине трубопровода с учетом зависимости вязкости газа от давления и температуры.

Как видно из представленного графика, температура газа даже в летнее время транспортировки падает ниже 0°C на последних 50 км трассы подводного трубопровода. также как и давление понижаются по трассе, причем градиент понижения температуры меньше чем градиент давления.

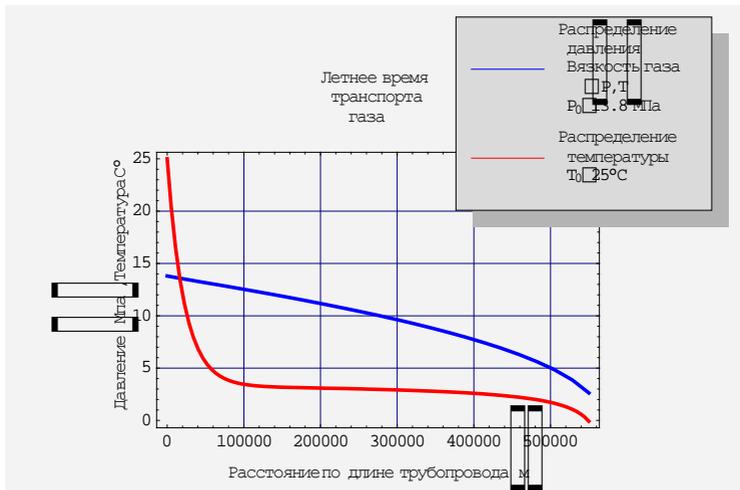


Рис 10. Совмещенный график распределения температуры и давления с учетом зависимости вязкости газа от давления и температуры.

Из представленных совмещенных графиков давления и температуры видно, что в конце подводного трубопровода давление газа приемлемо для подачи на компрессорную станцию или на береговые комплексы по сжижению природного газа, а температура газа падает и становится близкой к нулю на расстоянии примерно 50 км от берега, что несомненно должно учитываться при проектировании конечных технических устройств при выходе газопровода из под воды на поверхность.

Кроме того, падение температуры ниже нуля на расстоянии 50 км от берега может способствовать образованию гидратов на внутренней поверхности стенки трубы. Кроме того на внешней поверхности стенки трубопровода может происходить обледенение ее поверхности, которое приводит к образованию наледежений на грунте и соответственно его промерзанию и образованию каверн в грунте на дне моря вдоль трассы трубопровода.

Заключение

В итоге, из сравнительного анализа проектных решений следует, что близость их параметров приводит к правильным проектным решениям только на начальной стадии проектирования (без учета явлений гидратообразования и без пробкового режима транспортировки). Для окончательных решений необходимо применение усовершенствованной методики учитывающей связанность термобарических полей в подводном трубопроводе.

Литература:

1. Общесоюзные нормы технологического проектирования. Магистральные трубопроводы. Ч. 1. ОНТП 51-1-85. Мингазпром. –М.: 1985. – 220 с.
2. В.Е. Губин. , В.В. Губин. Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. М.: Недра, 1982. -296 с.
3. А.Н. Папуша. Проектирование морского подводного трубопровода: расчет на прочность, изгиб и устойчивость морского трубопровода в среде Mathematica. Москва-Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”; Институт компьютерных исследований, 2006. – 238 с.
4. М.Г. Сухарев. ,А.М. Карасевич. Технологический расчет и обеспечение надежности газо- и нефтепроводов. М.: Нефть и газ, 2000. – 272 с.

К ВОПРОСУ СОЕДИНЕНИЯ БЕРЕГОВОГО И ПОДВОДНОГО УЧАСТКОВ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА

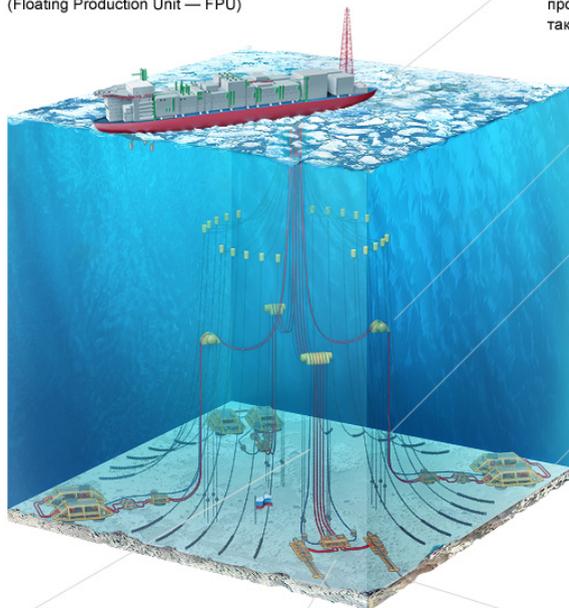
Герасимова О. В. (*г. Мурманск, МГТУ, кафедра МСС и МНГД, ovger@mail.ru*)

Разведанные запасы Штокмановского месторождения составляют 3,2 трлн. куб. м газа и более 31млн. тонн конденсата. Первая фаза освоения месторождения рассчитана на добычу 22,5 млрд. куб. м газа в год и производство из него 15 млн. т СПГ. С выходом на проектную мощность на месторождении можно будет добывать 67,5 млрд. куб. м газа.

Транспортировка части природного газа, добытого в рамках Штокмановского проекта, будет осуществляться через Балтийское море по магистральному газопроводу «Северный поток», который соединит Россию и Евросоюз.

Предполагается, что добывать газ будут с помощью самоходного судна (длиной 320 метров, шириной 60 метров и водоизмещением 250 000 тонн) и шести подводных производственно-добывающих комплексов, рассчитанных на обслуживание четырех скважин каждый. На судне будет происходить осушка газа, затем смешанный сухой поток газа и конденсата будет поставляться на берег по двухниточному трубопроводу.

Газ будет добываться по уникальной технологии, с самоходного технологического судна (Floating Production Unit — FPU)



4 На борту плавучей добычной установки корабельного типа производится переработка газа, а также разделение газа и конденсата.

3 Среднеглубинная арка поддерживает райзеры перед подачей на судно

2 По гибким добычным райзерам (это такие вертикальные трубы) добытый газ направляется от донной плиты на плавучую установку.

1 Газ добывается через спаренные донные плиты. У каждой из которых имеется по четыре буровых окна.

5 От судна переработанный газ по гибким райзерам отправляется на экспорт

6 Специальное устройство подключает райзеры к магистральному трубопроводу

7 Два магистральных трубопровода транспортируют газ на береговые объекты.

Схема обустройства Штокмановского ГКМ

Нитка газопровода пройдет по маршруту Штокман - Териберка - Мурманск - Выборг - Северный поток.

Планируется, что ответвления от магистрального газопровода приведут топливо в 18 муниципальных образований Мурманской области.

Поселок Териберка в Мурманской области выбран "Газпромом" в качестве места для размещения завода по сжижению газа

Сжиженный газ будет отгружаться в танкеры-газовозы и доставляться к потребителям морским путем.

В ходе проектирования и строительства трубопровода решаются следующие проблемы:

выбор трассы трубопровода;
способ его укладки;

устройство гравийно-каменных опор перед укладкой;
 корректировка свободных пролетов (срезка неровностей);
 выбор способа пересечения береговой линии;
 ликвидация технологического разрыва берегового и подводного участков магистрального трубопровода.

В зависимости от места выхода подводного трубопровода на берег рассматривались два способа пересечения береговой линии:

1. тоннельный способ;
2. метод открытой траншеи.

Строительные работы на участке пересечения береговой линии включают в себя строительство тоннеля или устройство траншеи и протаскивание трубопровода на берег.

Строительство тоннеля, имеющего круглое поперечное сечение, предполагалось выполнять тоннелепроходческим комплексом, начиная с берегового участка. Пересечение береговой линии предполагалось осуществить путем протаскивания в тоннель ранее смонтированной с помощью ТУС плети трубопровода необходимой длины. Для облегчения протаскивания на плеть предлагалось навесить понтоны.

Технология пересечения береговой линии методом открытой траншеи предусматривает протаскивание газопровода в предварительно разработанную траншею. При этом наращивание плети газопровода осуществляется либо на ТУС, либо на берегу при наличии достаточной площади для устройства строительной площадки.

После завершения монтажа трубопровода на участке пересечения береговой линии необходимо осуществить его стыковку с основным подводным участком трубопровода. Работы предполагается выполнить с помощью подводной гипербарической сварки. При этом подводная стыковка участков газопровода осуществляется под водой квалифицированными водолазами-сварщиками с помощью специальной камеры.

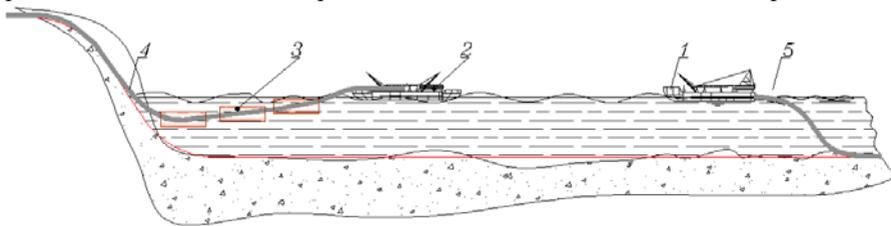


Схема прокладки подводного морского трубопровода с использованием трубоукладочной баржи

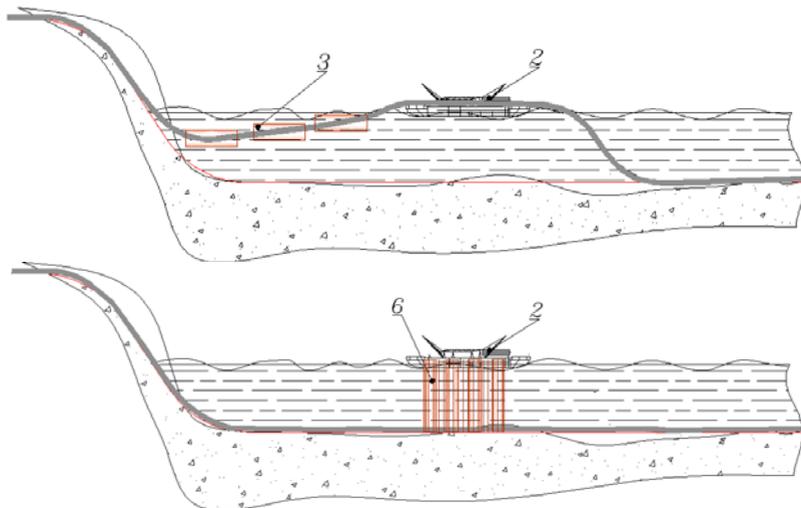
1. Трубоукладочное судно (S-метод)
2. Трубоукладочная баржа
3. Понтоны

4. Береговая часть трубопровода

5. Морская часть трубопровода

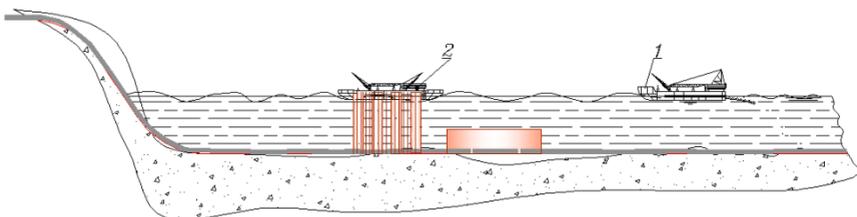
Способы стыковки береговой линии трубопровода с основным подводным участком трубопровода:

1 способ:



6. Тросы кранбалок по борту баржи

2 способ:



Литература:

1. Журнал "НефтьГазПромышленность" №7 2007г.
2. Журнал "СЕВЕР ПРОМЫШЛЕННЫЙ" № 2 2010 г.
3. Информация о тендерах Штокман Девелопмент АГ с 29 апреля 2009 года
4. Информация с сайта Shtokman Development AG
5. Вневедомственные строительные нормы «Строительство магистральных трубопроводов. Подводные переходы ВСН 010-88

Радиолокация,
радионавигация
и радиосвязь

OPTICAL SIGNATURES OF ROCKET EXHAUST PHENOMENA BY RUSSIAN AND SCANDINAVIAN DATA

Chernouss S.A.¹, Platov Yu.V.², Uspensky M.V.³ (*1-Polar Geophysical Institute of the KSC RAS, Apatity, RUSSIA, 2 - IZMIRAN, Troitsk, Moscow region, RUSSIA, 3 - Finnish Meteorological Institute, Helsinki, Finland*)

The results of research of the optical phenomena connected with rocket exhaust in the upper atmosphere presented. The most intensive, large-scale and dynamical phenomena are caused by special modes of operation of rocket engines, in particular, separation of rocket stages and shut off solid propellant of rocket engines and physical conditions in the field of flight of a rocket.

1. Introduction

Launches of powerful rockets and operation of space vehicles engines accompanied by injection of combustion products with the complex composition into the space. These products contain both gas and disperse components that gave results in development of the gas-dust clouds having certain geometrical and dynamic features. Development of such artificial formations in the upper atmosphere accompanied by rather unusual optical phenomena caused by scattering of sunlight on combustion products and their interaction with components of the upper atmosphere (1 – 5).

Study of these optical phenomena allows receiving the information on anthropogenic pollution of a near Earth space, processes of interaction of polluting with an environment, dynamic processes in the upper atmosphere. The optical phenomena in the upper atmosphere accompanying the rocket launches made from the Plesetsk and White Sea rocket ranges were for many years registered by all-sky cameras in northern regions of former Soviet Union at realization of patrol observations of auroras. The optical effects, connected with operation of rocket engines, were registered as the tracks left by a rocket plumes and large-scale diffusion formations on all-sky photographic camera films. Besides for data acquisition about events development with high enough spatial and time resolution a number of complex aimed observations of such phenomena were carried out. In total it was registered more than the fifty optical phenomena accompanying the rocket launches.

The statistical analysis of the optical phenomena connected with launch and maneuver of rockets allows do the general estimations of existential scales and the conclusions about physical mechanisms of development of the phenomena. Purpose of the report is a classification of gas-dust formations from rocket exhaust in the upper atmosphere by scale and dynamics. Results from research of the optical phenomena produced by rocket exhaust

in the upper atmosphere are presented. The most intense, large-scale and dynamic phenomena are caused by special modes of operation of rocket engines, in particular, separation of rocket stages and shut off of the solid fuel rocket engine.

2. Equipment and methods

The optical signatures in the upper atmosphere accompanying rocket launches made from the Archangelsk region ranges have been registered for many years by ground-based network of all-sky cameras in the northern regions of Russia and Scandinavia as a part of normal routine auroral recordings. Over fifty rocket plumes and large-scale diffuse formations have been captured both on photographic film all-sky cameras, spectral cameras C-180-S, low light level TV and CCD cameras and amateur films

3. Results and discussion

In general, set of the large-scale optical phenomena in the middle and upper atmosphere accompanying rocket launches it is possible to divide by some basic types.

The phenomena developing in the field of a stratosphere at heights of 40-50 km, connected with the rests of components of the fuel after separation of the first stage of launcher and shut off engines. Prominent features of development of such formations are: rather small speed of their expansion determined by diffusion and wind spreading of combustion products; long time of life; rather high brightness, allowing to carry out optical observation of such formations both in twilight and in the daylight. The specified features are determined basically by physical conditions in the field of development of these phenomena, and also by structure and amount exhaust products injected into the atmosphere. The sequence of photos, illustrated development of the artificial cloud formed as a result of engine operation brake of the first launcher stage at height \sim of 45 km is given in (1). The lump sum of the thrown out matter consist of as about 0,5 tons. The importance of research of such type of the phenomena first of all is connected with necessity of estimation of a degree of possible environmental pollution.

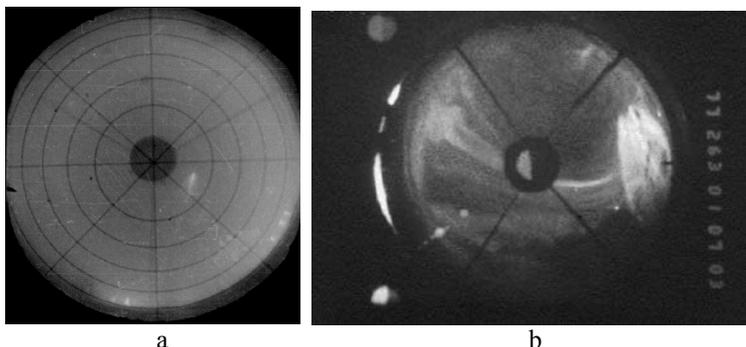


Figure 1. Launch of the Cosmos 955 as it was seen by all-sky cameras September 20

1977 in Archangelsk at 01.04 UT (a) and in Sodankyla (b) at 01.07 UT

The spectacular optical phenomena taking place during passage of the launcher in the upper atmosphere is shown at (Fig 1). Such phenomena are observed in twilight conditions, have rather high brightness (frequently are observed visually from distances up to 1000 km) and are determined by scatter of a solar radiation on an extending cloud of combustion products. Speeds of expansion of such formations are about 1-2 km / sec, the characteristic cross size are about 100-1000 km. Localization of such phenomena at heights of 100-700 km is determined by conditions of disperse components of combustion products braking.

Changes of braking path with heights of the particles with the characteristic size 0.1-10 microns gave in (1). At lower heights the trace of a rocket has concerning the smaller cross size. At heights more than 120 km disperse component of products of combustion practically freely expanded and therefore brightness of a dust cloud is not so significant. Intensity of a solar radiation is scattered on the gas component of the combustion products is small in comparison with the scattering on a disperse phase. As an example, development of the gas-dust cloud formed during launch of the “Bulava” missile 9.12.2009 at height of 100-130 km shown (8). The optical phenomena caused by scattering of the solar radiation on a disperse phase of combustion products develop also at the heights at operation of engines of launcher and space vehicles. However, because of fast expansion of combustion products and rather small the rest part of the engine fuel intensity of the luminosity of these formations is less by several orders than the plume ones.

The most large-scale dynamic phenomena developing at heights more 150 km, connected to special modes of operation of rocket engines. Basically, these effects accompanied by process of shut off of solid fuel rocket engines, after rockets put on the calculated trajectory. This process connected

with sharp dump of pressure in the combustion chamber that results in practically instant emission in the atmosphere of a plenty various a component of fuel and combustion products. It is easy to estimate, that an amount of the matter injected by powerful rockets may make up hundreds of kg, and the significant part of the exhaust product is in a disperse form because of specific composition of fuel and incomplete process of combustion. The amount of matter, injected into the atmosphere at dump of pressure by the rocket with solid propellant engine is determined by pressure in the combustion chamber. Such artificial clouds may rise up to heights more than 700 km, speed of their expansion makes 2-3 km / sec, and their cross size exceeds 1500 km (3). Time of life of such formations determine basically by the time of sedimentation of its component under gravity up to ~ 100 km, i.e. up to turbopause boundary. The phenomena of such class repeatedly observed not only in Russia, but also in USA and Atlantic Ocean at launches of missiles and rockets (7). It is interesting to note, that the opportunity of observation of these optical phenomena over the huge territories covers the large regions and even the countries. Their scale, singularity, absence of natural analogues frequently resulted even in sensational messages in a mass-media about observation of the unidentified flying objects UFO (6). For example, this type of events has been observed during the "Bulava" launch in December 2009 in Norway as the Blue Spiral (8,9). This phenomenon excites a mass media with question: "What is it? Tesla death ray, energy vortex generated by EISCAT, heating effects of the Sura in Russia or HAARP in USA transmitters or the black hole after the CERN collider?". This pattern was observed in North Norway because the upper atmosphere was under sunlight (dawn condition) and was not observed at Kola Peninsula because of sunlight of low atmosphere layers. It obvious that dynamic and morphological features of artificial formations in the upper atmosphere, which connected with the rocket launches, are determined by the ratio of gas and disperse components. both mechanisms of Rayleigh and resonant scattering of the solar radiation are observed as a rule. At registration of these optical phenomena. It is clear for example from the (1-6), that after the ending of a dynamic phase of development of the phenomenon, the rather weak diffuse luminosity was observed during long time (till several hours after the start of the pattern development of the phenomenon up to sunrise) at the place of cut off the launcher stage i.e. connected with injected of gas components of rocket exhaust.

The dynamic and morphological features of the artificial clouds are a function of the relative quantities of gaseous and dispersed solid components from the rocket exhaust. The characteristics of two basic types of optical phenomena resulting from rocket launches through the upper atmosphere are presented. The last type of phenomena is related to solid propellant rocket

launches exclusively because of the dust of long-lived particles contained in their exhausted products.

c) Waves

Wave-like structures in the upper atmosphere luminosity after the rocket launch found out by TV camera at the Kola Peninsula. Most probably they are accompanied by the rocket second stage separation. Several optical wave-like structures appear under the Kola Peninsula in the nightglow (10). Scales, velocities, wavelengths and periods of the Acoustic-gravity waves (AGW) were calculated by wave crest shifts. There were observed about 16 wave crests. The physical nature of the observed AGW is yet under consideration.

4. Conclusion

The launches of powerful rockets and output of space vehicle engines are accompanied by the injection of combustion products with a sophisticated composition into the atmosphere. These products contain both gas and dispersed components that result in the development of gas and dust clouds having certain geometric and dynamic features and optical spectra. The development of such artificial formations in the upper atmosphere is accompanied by rather unusual optical phenomena caused by the scattering of the solar radiation of the combustion products as well as their interaction with components of the upper atmosphere. The last one cannot be studied in a testing chamber.

Acknowledgements: Author thanks RFBR grants 10-05-00792-a and 10-05-98800-r-sever_a.

References:

1. **Yu.Romanovski, V.Alpatov, Yu.Platov, S.Chernouss, M.Kosch and A.Steen.** Optical investigations in “ERLE” project. *Phys.Chem.Earth (B)*, vol.25, No 5-6, 2000, p.503-506.
2. **Platov Y.V., Chernouss S.A., Kosch M.J.** Classification of Gas-Dust Formations from Rocket Exhaust in the Upper Atmosphere // *Journal of Spacecraft and Rockets* – 2004. - v.41, No.4 . p.667-670.
3. **Chernouss S.A., Kirillov A.S., Platov Yu.V.** Optical features of rocket exhaust products interaction with the upper atmosphere. // *Proceedings of the 17th ESA Symposium on European Rocket and Balloon programmes and related research*, 2005, p. 173-177.
4. **Tagirov, V.R., Arinin, V.A., Brandstrom U., Pajunpaa, A., and, Klimenko, V.V.,** “Atmospheric Optical Phenomena Caused by Powerful Rocket Launches”, *Journal of Spacecraft and Rockets*, Vol. 37. No. 6, 2000, pp. 812-821
5. **Vetchinkin, N.V., Granitskij, L.V., Platov, Ju.V., and Shejhet A.I.,** “The optical phenomena in the circumterrestrial environment at

work of impellent installations of rockets and satellites. I. Ground and satellite supervision of artificial formations (educations) at start of rockets”, *Cosmic researches (Kosmicheskie issledovaniya in Russian)*, Vol. 31, No. 1, 1993, pp. 93-100.

6. **Platov, Ju.V., and Rubtsov, V.V.**, “UFO and Contemporary Science”, Nauka, Moscow, 1991, pp. 123-136.

7. V,-Y.B.Olmos, Exedientes insolitos. El fenomeno ovni y los archivos de Defencea, Collection Espania Hoy. 38. Madrid, in Spain, 1995, p.1-288.

8. **T. Spell.** Estimation of the location, trajectory, size and altitude of the “Norway Spiral”. http://www.spellconsulting.com/reality/Norway_Spiral.html

9. **Platov Yu., Chernouss S.** Optical effects connected with the launch of ballistic rocket “Bulava” 9december 2009. Physics of Auroral phenomena. Abstracts of 33 annual sminar, PGI KSC RAS, Apatity, 2010, p.66

10. **S.Chernouss, A.Yahnin, A.Roldugin.** Optical observations of the acoustic-gravity waves (AGW) supposedly initiated by rocket launches. In “Physics of Auroral Phenomena”, Proc.25 Annual seminar, Apatity, 2002, p.95-98.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ МОРСКОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ ПРИ БЕДСТВИИ

Дулькейт И. В., Патронов К. С., Прохоров П. В., Свирский В.М.*
(г. Омск, ФГУП «Омский научно-исследовательский институт приборостроения», e-mail: info@oniir.ru ; *г. Москва, ЦНИИ «Курс»)

The paper presents basic tendencies of the development of GMDSS equipment in the light of the requirements imposed to it on the part of the integrated bridge systems, basic parameters determining the communication equipment qualitative characteristics and the possibility to realize them at the present stage of the radiocommunication equipment development.

Увеличение количества систем связи и навигации, используемых на судах, повышение уровня автоматизации всех процессов судовождения (обмена информацией, обработки, отображения данных и т.д.) в условиях значительного роста судового трафика может привести к увеличению числа ошибок судоводителей при решении задач предупреждения столкновений и росту аварийности флота. Для предупреждения этого необходима реализация технологии комплексного объединения навигационных и информационных средств, унификации и интеграции оборудования, а также применения его по единым стандартам и процедурам.

Учитывая особую значимость данной проблемы, Международная морская организация на 85-й сессии Комитета по безопасности море-

плавания в декабре 2008 г. приняла как одно из наиболее приоритетных направлений своей работы стратегию электронной навигации (Е-навигации). Ее целью является разработка новой технологии, основанной на использовании существующих и разрабатываемых навигационных инструментов, в первую очередь электронных средств навигации и связи для обеспечения гармонизированного сбора, обработки и представления морской информации на борту судна и на берегу электронными средствами. Основой интеграции средств радиосвязи является система, в которой средства радиосвязи используются в качестве функциональных устройств, в которых не используются собственные органы управления, а все входные и выходные сигналы подаются с единого пульта управления и отображения информации.

Ключевым звеном интегрированных систем являются цифровая аппаратура, построенная на принципах открытой модульной архитектуры со стандартными интерфейсами и единой операционной средой – технология SDR (Software-Defined Radio), позволяющая программно конфигурировать технические средства в зависимости от решаемых задач.

Внедрение цифровой обработки на различных ступенях сигнального тракта является характерной чертой всей профессиональной связанной аппаратуры, разрабатываемой в последние годы. Это связано с развитием цифровой элементной базы, главным образом аналого-цифровых (АЦП) и цифроаналоговых (ЦАП) преобразователей, что позволило по-новому подойти к созданию судового связанного оборудования, внедряя цифровую обработку сигналов в узлы, ранее считавшиеся прерогативой аналоговых устройств.

Известно, что в супергетеродинных приемниках шумы синтезатора частот оказывают влияние на все его основные параметры [1]. Они снижают чувствительность и динамический диапазон по интермодуляционным искажениям, ухудшают эффективную избирательность приемника. Шумы гетеродина особенно сказываются при наличии на входе приемника сосредоточенных помех. Их влияние оценивается с помощью динамической чувствительности.

На рис. 1 приведены полученные аналитическим путем кривые ухудшения динамической чувствительности цифрового (кривая 1) и супергетеродинного (кривые 2, 3, 4 с сигналом гетеродина, имеющего соотношение сигнал/шум 150, 160 и 170 дБ/Гц соответственно) радиоприемников в зависимости от ЭДС помехи на входе [2].

В цифровом приемнике аналогичное влияние на чувствительность оказывает спектральная плотность шумов сигнала дискретизации. Но широкополосный шум сигнала дискретизации может быть уменьшен на 30 дБ и более достаточно простым узкополосным фильтром. Дина-

мическая же чувствительность цифрового приемника в реальных условиях определяется, в основном, уровнем напряжения насыщения $U_{\text{АЦП}}$ аналого-цифрового преобразователя, т.е. всегда должно выполняться соотношение

$$U_C \cdot K_{\Pi} \leq U_{\text{АЦП}},$$

где U_C – напряжение сигнала (помехи) на входе приемника;
 K_{Π} – коэффициент усиления тракта приемника до АЦП.

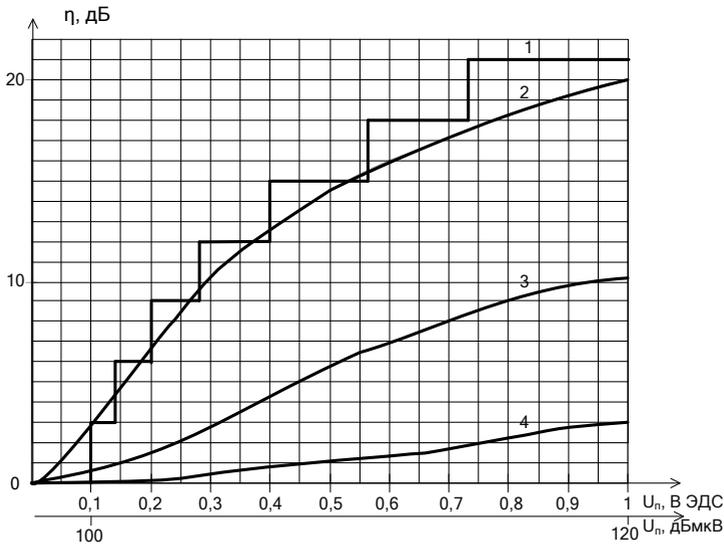


Рис. 1. Зависимость коэффициента ухудшения динамической чувствительности радиоприемника

Аналогично решающее значение для обеспечения электромагнитной совместимости в составе совмещенного передатчика имеют шумовые характеристики радиопередатчика. Шумы передатчика приводят к ухудшению реальной чувствительности радиоприемника [3, 4].

На рис. 2 приведена зависимость относительной спектральной плотности шумов радиопередатчика, наводимых на вход радиоприемника на совмещенном передатчике радиосвязи, приводящих к ухудшению его чувствительности на 3 дБ (в полосе телефонного канала 3,1 кГц при коэффициенте шума радиоприемника $K_{\text{ш}} = 16$ дБ). Из приведенной зависимости видно, что при уровне наводимой помехи 1 В э.д.с., ее спектральная плотность шумов должна быть не хуже 162 дБ/Гц, а при 30 В – соответственно не хуже 192 дБ/Гц.

Основным элементом, определяющим шумовые характеристики передатчика и реальную избирательность приемника, является система селекции. В зависимости от условий эксплуатации и структуры построения приемопередающего оборудования используются 2- или 4-контурный электронно-перестраиваемый селектор. На рис. 3 приведены полосы пропускания Δf в зависимости от частоты настройки f_0 по уровням затухания 30 дБ и 3 дБ для 2-контурного преселектора (кривые 3 и 4) и 47 дБ и 3 дБ для 4-контурного преселектора (кривые 1 и 2).

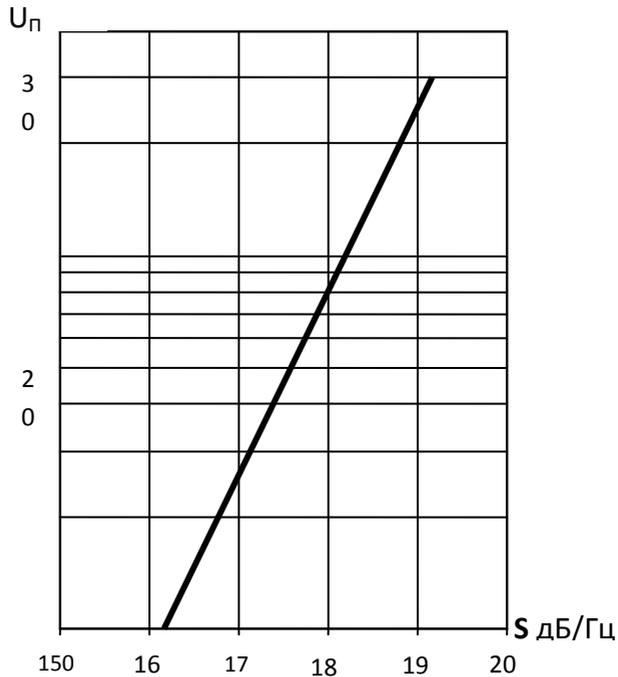


Рис. 2. Зависимость уровня внеполосной помехи, ухудшающей чувствительность радиоприемника на 3 дБ, от относительной спектральной плотности ее шумов (S)(при $K_{\text{ш}} = 16$ дБ)

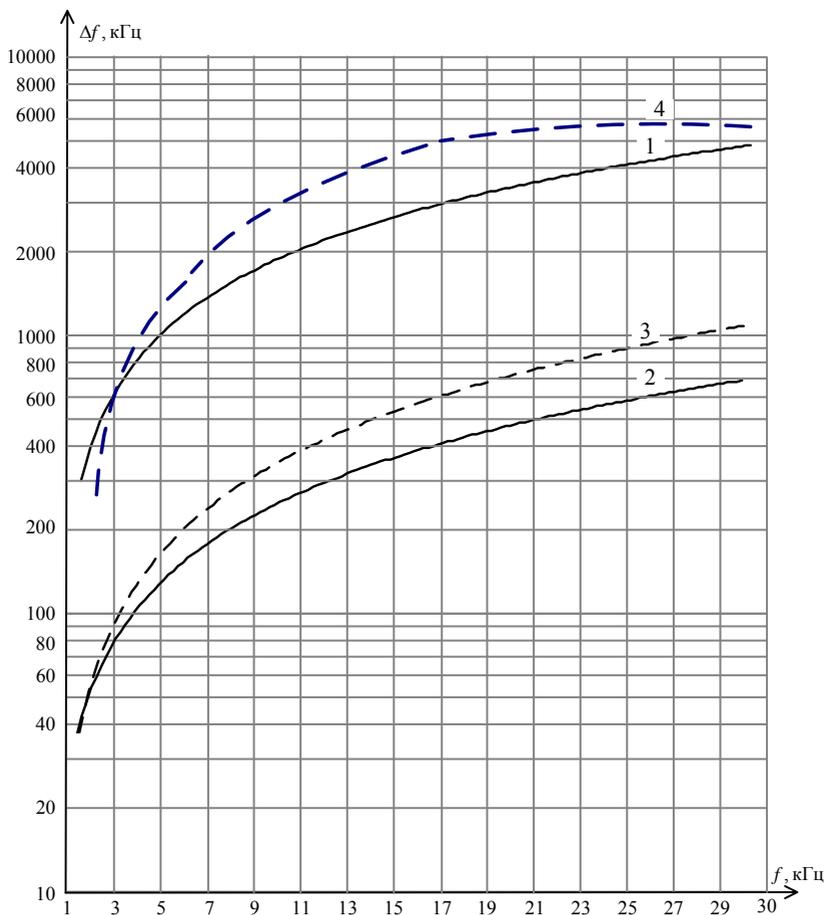


Рис. 3. Характеристики избирательности 2- и 4-контурного преселектора от частоты настройки

Кроме электрических характеристик, обеспечивающих электромагнитную совместимость связанного оборудования интегрированных систем, большое значение имеет их информационная совместимость. Она достигается использованием стандартных интерфейсов, протоколов взаимодействия и единой операционной среды. Структура распределённого информационного взаимодействия приведена на рис. 4.

Обработка сигналов и управление комплексами Глобальной морской системы связи при бедствии (ГМССБ) осуществляется на стандартном

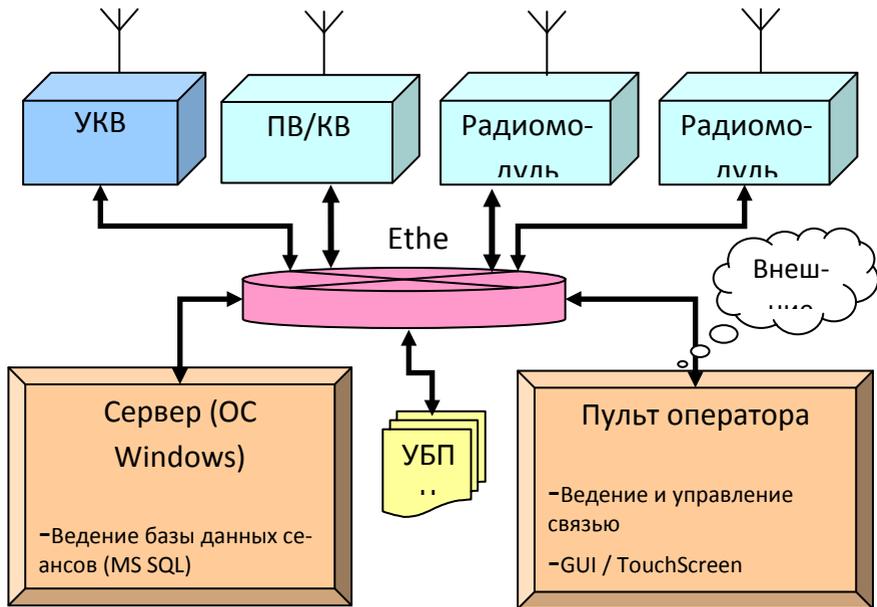


Рис. 4. Структура распределённого информационного взаимодействия

компьютере, имеющем одобрение Морского регистра, на котором размещается специальное программное обеспечение для реализации классов излучения J3E, H2A, H3E, J2B, J7B, A1A, F1B, F2C, G1B. На нем же программно реализуются слежение и сканирование по заранее запрограммированным каналам цифрового избирательного вызова (ЦИВ), а также возможности работы в режимах ARQ, FEC и SELFEC с использованием помехоустойчивого кодирования в соответствии с рекомендацией 625 МККР.

Принципы организации стыка на различных уровнях, определенных в моделью OSI, называемой также моделью взаимодействия открытых систем (Open Systems Interconnection - OSI), разработаны Международной Организацией по Стандартам (International Organization for Standardization - ISO). В данном случае определены четыре из семи

уровней сетевого взаимодействия, для которых сформулированы стандартные названия и функции, рис. 5.

Физический и канальный уровни стыка определяются спецификацией IEEE 802.3u. В качестве физической среды передачи данных рекомендуется использовать оптоволоконный кабель, т.е. физический уровень определяется как 100Base-FX.

На сетевом и транспортном уровнях используется стек протоколов TCP/IP, в том числе на сетевом уровне используется четвертая версия межсетевого протокола (IPv4). На уровне IP обеспечивается поддержка протоколов ARP и ICMP. На транспортном уровне используется протокол UDP.

На прикладном уровне используется протокол RTP для передачи сигналов в цифровой форме в виде квадратурных составляющих и протокол SNMP версии 2.0 для обмена командами управления между оборудованием и пультом управления и сервером.

Выводы

- Использование для создания аппаратуры ГМССБ современных цифровых технологий и модульного построения аппаратной части позволит формировать ПВ/КВ оборудование из стандартных модулей, что значительно снизит стоимость самой аппаратуры и затраты на ее эксплуатацию.
- Использование модульного программного обеспечения с открытой архитектурой, автоматическим распознаванием подключае-

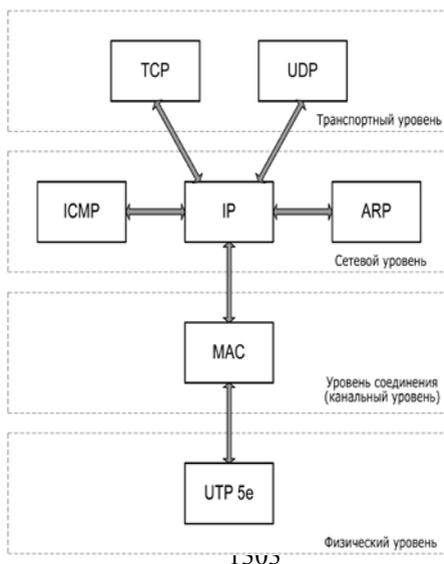


Рис. 5. Уровни сетевого взаимодействия оборудования ГМССБ

мых модулей, стандартными интерфейсами и единой операционной средой позволит легко интегрировать системы связи с другим судовым радиооборудованием, для которого система связи становится всего лишь программной опцией.

Возможность программного реконфигурирования связанного оборудования позволит изменять его функциональные возможности, например при изменении нормативных документов, не затрагивая аппаратной части, а корректировкой только программного обеспечения.

Литература:

5. **Хазан Г.К.** Влияние шумов гетеродина на параметры радиоприемного устройства // Вопросы радиоэлектроники. Сер. ТРС. – 1971. – Вып. 3. – С. 52-64.

6. **Банников И.М., Валеев М.М., Хазан Г.К.** Новое поколение цифровых приемников КВ диапазона для современных комплексов радиоприема и радиомониторинга // Труды 13-й Международной научно-технической конференции «Радиолокация, навигация, связь». – Воронеж, 2007. – Т.2 – С. 1270-1276.

7. **Дулькейт И.В., Левченко В.И., Хазан Г.К.** Современные приемопередающие устройства декаметрового диапазона и анализ требований, предъявляемых к ним // Техника радиосвязи. Сер.ТРС. – 1998. – № 4. – С. 3-12.

8. **Левченко В.И., Банников И.М., Дулькейт И.В., Хазан Г.К.** Научно-технические технологии радиоприемных и приемопередающих устройств // Сборник докладов технологического конгресса «Современные технологии и создание продукции военного и гражданского назначения». – Омск, 2001. – Ч. 1. – С. 269-272.

HIGH POWER FISH-EYE LENS MAO–08 DESIGN AND TESTING

Ivanov Yu.(1), Chernouss S.(2), Roldugin, A.(2) and Fedorenko Yu.(2)
(1 - Main Astronomical Observatory of NAS Ukraine, Kiev, 03680 Ukraine. *utiva@gmail.com*, 2 - Polar Geophysical Institute of the KSC RAS, Apatity, Murmansk region, 184209 Russia, *chernouss@pgia.ru*)

This study presents a new Fish-Eye lens for optical atmospheric observations, designed in the Main Astronomical Observatory (MAO) of National Academy of Science of Ukraine. It has been tested under laboratory conditions in Kiev. Field test has been conducted in the Polar Geophysical Institute (PGI) observatories located at the Kola Peninsula and Spitsbergen, respectively. The main advantages of the lens are a large aperture ($f/\text{value} = 0.8$), high resolution, and

the possibility to use an interference filter. The lens has a field of view of 180° , a spectral range $\sim 430 - 750 \text{ nm}$ and a resolution $\sim 70\text{-}100 \text{ mm}^{-1}$. The optical diagram and technical features of the lens are presented and discussed. It has been tested during the winter field conditions at temperatures from $+5^\circ\text{C}$ to -28°C using a Stingray F-046B camera as a detector. The MAO-08 lens has proven to be an ideal lens for dark sky imaging including both aurora and airglow.

1. Introduction

The Fish-Eye lens is most often used for observations of extended objects and atmospheric phenomena such as aurora and nightglow (Elvey and Stoffregen 1957; Lebedinsky 1961; Syrjäsoo 1997, ; Sandahl *et al.* 2008). For observations of broad band images in the visible part of the spectrum, commercial fish-eye lenses with small aperture can be used coupled to a high sensitive Charge Couple Device (CCD) detector. However, when it comes to obtaining narrow band images of auroral emissions lines with high temporal resolution, the task of researchers is much more complicated. First, narrow band interference filters are needed to isolate the emissions. Maximum sensitivity depends mainly on the sensitivity of the detector and the lens aperture ratio. Secondly, the filters require to be collimated with parallel light in order to obtain optimum bandpass.

A standard technique is to use an additional telecentric lens system (Mende *et al.* 1977; ; Sandahl *et al.* 2008; Trondsen 2009). The telecentric lens system narrows the beam to a few degrees and transfers the image without distortion onto the camera. As a consequence, the length of the system becomes rather long. The MAO08 lens does not use a telecentric lens system. The lens is based on calculations as a whole by software. The design allows interference filters to be inserted directly into the lens. The world best auroral imagers (Trondsen 2009) use Fish-Eye lenses with $f/\text{value} \sim 0.95$. The MAO-08 has a large aperture with $f/\text{value} \sim 0.8$.

2. Main parameters of the MAO – 08 lens

2.1 Layout

The ultra wide-angle lens MAO-08 is designed for observations of faint extended objects (aurora, nightglow, twilight phenomena, noctilucent clouds, *etc.*). It can be used with interference filters, variable spectral bandwidth filters (VARISPEC), or without any filters (white light). Figure 1 shows the optical diagram of the lens. The first part converts the 180° field of view (FOV) to a narrow beam of $\pm 6^\circ$, where interference filters may be inserted. The back part focuses the collimated light onto the detector plane. The design is compact with unique optical characteristics.

2.2. The basic technical data

Paraxial focal length: 1.6 mm; FOV: 180 degrees Linear FOV on de-

tector plane: 4.2 mm diameter circle; F/value: 0.82; Spectral range: 430 - 750 nm; Resolution: center – 100 1/mm, edge - 70 1/mm; Mount: CS; Back working distance: 5.8 mm (or 4.2 mm up to protective glass of detector);

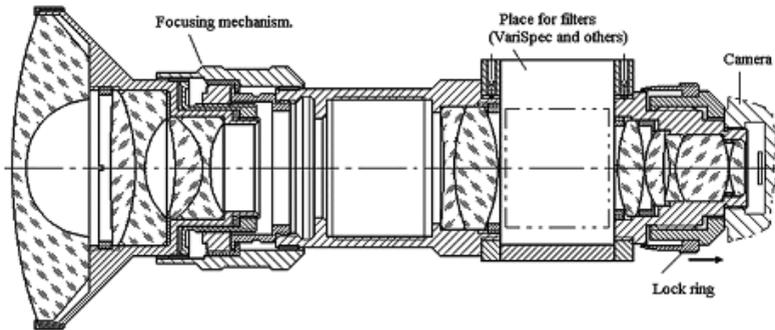
Dimensions (with covers): length 235 mm and diameter 103 mm.

2.4. Design

The lens has a module design and consists of three units (Figures 5a and 5b):

- A forward part, which develops a FOV and determines the distortion;
- A Box for fixing optical filters;
- A back part, determining power and correcting the basic aberrations

These units are assembled with thread M45x1 mm and can be unscrewed for change of the box. The maximal length of the box on an optical axis is 62 mm. Other dimensions of the box are not regulated. The counter nut (lock ring) on a back part of lens serves for fixing lens on the camera as cameras can differ on depth of arrangement and thickness of a protective glass of a matrix. Precise focusing carried out by the focus ring located on the forward part of lens. The lens was designed to work from -40 to +40C and the field tests from -28 to +5C indicated no issues in the mechanical design.



a



b

Figure 1. General view of the MAO – 08: a - the assembled lens, b - lateral view of the lens

3. Field testing of the MAO – 08 lens

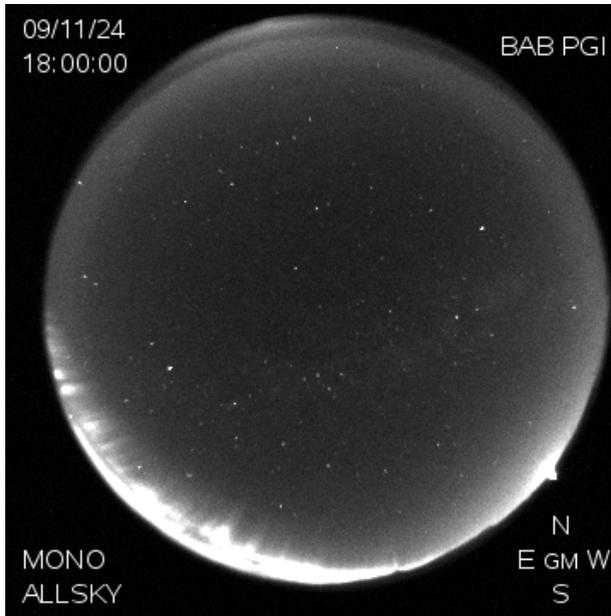
The lens tests were conducted under field conditions in the PGI observatories at Apatity (67.58°N, 33.31°E) and Lovozero (67.97°N, 35.02°E) and Barentsburg (78.09° N, 14.21° E) during different weather conditions. We have developed an imager, which consists of the lens MAO-08 and low cost white light CCD camera. We have used the Stingray F-046B in Apatity and Lovozero and the Stingray F-145B in Barentsburg . The real time data and an archive of the measurements by this device in Barentsburg can be seen at the site (BAB, 2009).

The device was tested during winter field conditions at temperature from +5°C to -28°C at the Lovozero observatory. Observations were con-

ducted in the dark conditions with absence of the moon light, and both in the presence and absence of the aurora. Images were obtained both in white light and in single emissions. The narrow-band interference filters for the main auroral emissions at wavelengths of 427.8 nm, 557.7 nm and 630.0 nm were used to get monochromatic images. In addition, the prism image splitter, installed into the MAO-08 allows obtain simultaneously two images instead of the only one.

3.1 Testing in the white light

Lens tests in field conditions have confirmed high quality of images . It is necessary to notice, that shooting was spent without any filters, *i.e.* with the full aperture. Thus, relative focus was equal 1:0.72, which provided short exposure. However, at such relative focus the quality of the image is enough good, and it corresponds to the calculations. There are a plenty of constellations and stars in this figure and even the Milky Way is seen.



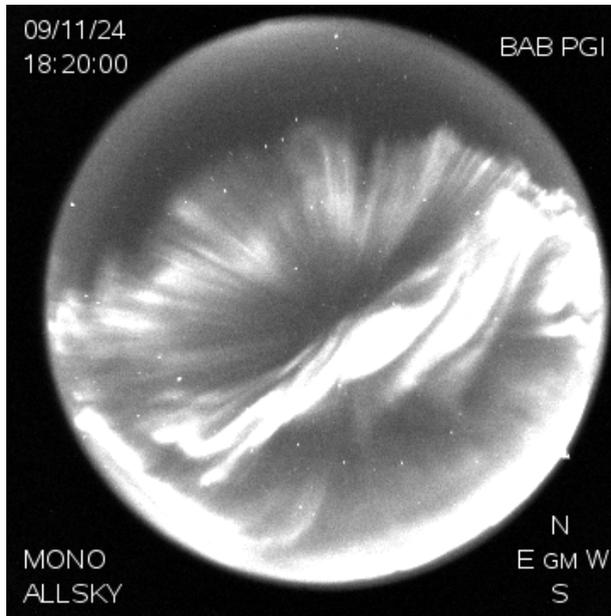


Figure 2. Samples of auroral images obtained by the CCD camera equipped by MAO-08 lense at Spitsbergen (Barentsburg Station)

3.2 Testing in the monochromatic light

Observationsthe emission at 557.7 nm, obtained with the exposure time ~ 9 seconds with narrow-band interference filter ($\Delta\lambda \sim 2$ nm) were carried out.. The aurora also was seen in other spectral bands at 427.8 nm and at 630.0 nm. The most intensive auroral image is in the blue spectral range, an average intensity is in the green spectral range and a weak intensity is in the red one. The relationship between the intensities depends on the filters band-pass. The stars are almost absent in the image because of different spectral class stars emit light in different ranges of a spectrum.

3.3 Testing with the prism image splitter

As a rule, it is necessary to use several channels with several CCD cameras (one for each interference filter) or filter wheel to obtain monochromatic images of an aurora (Sandahl et al. 2008, Trondsen 2009). In principle, a colour CCD camera without any filters could be used for this purpose too (Sigernes *et al.* 2008), but this is equivalent to using of a broadband filters. We offer a way to get images of at least two spectral lines with the MAO-08 lens without using a filter wheel. It is possible if the interference filter is replaced by a prism image splitter. The two images instead one is obtained simultaneously. If we put in addition two different interference filters into the

filter unit, we obtain two monochromatic images. For example, you can get images of aurora in both the green (at 557.7 nm) and the red (at 630.0 nm) spectral lines of aurora simultaneously. It should be noted, that the auroral intensity of the image at 557.7 nm exceeds the intensity of the image at 630.0 nm as a rule in several times. This effect can be compensated with the slope of the prism. Thus, simultaneous registration both the green emission, whose intensity is generally higher, and the red one with the same CCD gain, is possible.

4. Summary

The MAO-08 lens has a large aperture with f /value ~ 0.8 , which exceeds this parameter of the other lenses, designed for auroral research. The design allows interference filters to be inserted directly into the lens. Pointed out is the possibility of obtaining simultaneously several images in several emissions of the same aurora by the single CCD camera.

Acknowledgements

The authors thanks to the Research Council of Norway through the project named: Norwegian and Russian Upper Atmosphere Co-operation on Svalbard part 2 #196173/S30 (NORUSCA2), the Nordic Council of Ministers grant number i A09161 and the Russian Fund of Basic Research grant 10-05-98800-r-sever_a for the support of this study.

References:

1. BAB, 2009, Polar Geophysical Institute Research station Barentsburg (BAB). Available at <http://pgi.webhop.net>
2. **Elvey, C. T.**, and Stoffregen, W., 1957, Auroral photography by all-sky camera, *Annales of the International Geophysical Year*, **5**, pp.117-151.
3. **Mende, S. B., Eather, R.H. and Aamodt, E. K.**, 1977, Instrument for the monochromatic observation of all sky auroral images, *Applied Optics*, **16**, pp.1691-1700.
4. **Lebedinsky A.I.**, 1961, Synchronous auroral registration by all-sky camera C-180 and patrol spectrograph C-180-S, *Annales of the International Geophysical Year*, **11**, pp.133-143.
5. **Sandahl, I., Sergienko, T., Brandstrom, U.**, 2008. Fine structure of optical aurora. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, **70**, pp.2275-2292.
6. **Syrjäsuo, M.**, 1997, New Finnish all-sky cameras,. In *Proceedings of the 24th annual European meeting on atmospheric studies by optical methods*, pp. 247-251, Sentraltrykkeriet A/S Bodø, 1997, ISBN: 82-994583-0-7.

7. **Sigernes, F., Holmes, J. M., Dyrland, M.,; Lorentzen, D. A., Svenøe, T., Heia, K., Aso, T., Chernouss, S., Deehr, Ch. S.,** 2008. Sensitivity calibration of digital colour cameras for auroral imaging. *Optics Express*, 16, pp. 15623-15632.
8. **Trondsen T.S.,** 2009. Custom design and manufacture of high sensitivity scientific cameras. Available at <http://keoscientific.com>

**КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДНЫХ ФЕНИЛ-1,4-
БЕНЗОХИНОНА – ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ И
НАВОДОРОЖИВАНИЯ СТАЛИ В СРЕДАХ С СРБ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА GAUSSIAN**

Терюшева С.А., Белоглазов Г.С. *, Белоглазов С.М. **, Кововникова Г.Г. (г. Калининград, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота, кафедра технологии материалов и судоремонта. E-mail: STerjusheva@mail.ru; * Танзания, Университет Додомы (UDOM), кафедра физических наук. E-mail: drgeorge59@mail.ru; ** г. Калининград, Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, кафедра химии. E-mail: smbeloglazov@mail.ru)

Quantum chemical computations of isolated molecules of phenyl-1,4-benzoquinone derivatives were run to estimate correlation between structural parameters of those compounds and their corrosion and hydrogen absorption inhibitive properties. MNDO computations were run in Gaussian 94, with use of STO-3-21G basis. The mentioned compounds were studied as inhibitors of corrosion and hydrogen absorption by mild steel in media containing sulfate reducing bacteria (SRB).

С целью торможения коррозионных процессов на поверхности стали и абсорбции ей катодного водорода в среду вводят органические соединения (ОС) в роли ингибиторов коррозии [1, 2].

Корреляционное моделирование связи биологической активности ОС с молекулярной структурой дает количественные оценки свойств ОС с точностью, сопоставимой с точностью экспериментальных измерений. Такие подходы не устанавливают зависимости свойства ОС от молекулярной структуры в явном виде, но позволяют выявить роль отдельных структурных элементов и прогнозировать изменения свойства ОС при модификации его молекулярной структуры. Корреляционные подходы могут служить для предсказания физико-химических свойств или биологической активности вновь синтезируемых ОС и направлять поиск новых соединений с более предпочтительными характеристиками, сокращая при этом стоимость и временные затраты.

Анализ публикаций свидетельствует об успехах в применении таких подходов к хемосорбции органических молекул, они могут быть полезны для изучения органических ингибиторов микробиологической коррозии и наводороживания металлов в средах с СРБ.

Экспериментальное определение эффективности ингибирующего коррозию стали действия (ЭИКД) определяли гравиметрически по измерениям, выполненным в коррозионной среде с СРБ. Образцы $50 \times 20 \times 15$ мм³ из листовой стали Ст3 (эта сталь является весьма распространённой в конструкциях, эксплуатирующихся в средах с присутствующими микроорганизмами) шлифовали микронной шкуркой, обезжиривали этанолом, облучали УФ и экспонировали 168 ч в водно-солевой среде, инокулированной СРБ вида *Desulfovibrio desulfuricans* (накопительную культуру создавали предварительно на основе природных микроорганизмов, выделенных многократным пересевом на селективной питательной среде Постгейта "Б" проб, которые были отобраны из ручья "Парковый" (Калининград). За это время происходит завершение жизненного цикла популяции СРБ рода *Desulfovibrio* в ограниченном объёме герметично закрытого сосуда [3].

Абсорбированный стальной водород определяли сразу после 168 ч коррозии в среде с накопленными в ней метаболитами СРБ (H_2S и карбоновые кислоты), содержащей ОС с предполагаемой ингибиторной и биоцидной активностью, а также без ОС в коррозионной среде. Эффективность ингибирующего наводороживания стали действия (ЭИНД) определяли с помощью метода послойного анодного растворения образцов, что позволяет определить послойную концентрацию водорода в приповерхностных слоях образца при их растворении и концентрационные профили водорода в стали [2-7]. Обращает на себя внимание существенно большее торможение коррозионного процесса, чем абсорбции водорода всеми исследованными ОС при всех концентрациях, что, по-видимому, объясняется их лучшей адсорбируемостью на анодах локальных корродирующих элементов при значительной проницаемости таких адслоев для разрядившихся ионов H_3O^+ (это уменьшает затруднения при переходе адатомов Н в приповерхностные слои стали).

Исследовано также биоцидное действие фенил-1,4-бензохинонов в концентрациях 1, 2 и 5 мМоль/л (подавление ОС жизнедеятельности СРБ) после 7 сут эксперимента по сравнению с контрольной серией. Исследованные ОС в локализованной донорно-акцепторной связи металл-ингибитор выступают в качестве доноров электронов, а металлические ионы – в роли акцепторов. Наличие ингибиторов-доноров на межфазной границе тормозит анодный процесс ионизации металла [1, 2].

Данные, приведённые в табл. 1, 2 показывают, что исследованные ОС эффективно подавляют метаболические процессы в клетках СРБ.

Таблица 1

Коэффициент снижения числа клеток СРБ (n, %) производными фенил-1,4- бензохинона

С, мМоль·л ⁻¹	n, %		
	1	2	5
ОС12	61	74	74
ОС13	69	76	77
ОС14	77	83	83
ОС15	35	58	59
ОС16	51	71	71
ОС17	41	64	68

Таблица 2

Степень подавления СРБ (S, %) производными фенил-1,4-бензохинона

С, мМоль·л ⁻¹	S, %		
	1	2	5
ОС12	30	32	33
ОС13	40	40	40
ОС14	45	47	49
ОС15	16	17	20
ОС16	25	28	30
ОС17	22	24	26

Расчет квантовохимических характеристик (КХХ) свободных молекул ОС12...ОС17 был выполнен по методам модифицированного пренебрежения двухатомным перекрытием (МПДП) и ограниченным Хартри-Фока (ОХФ) при помощи программы [8] с использованием процедуры полной оптимизации в базисе STO-3-21G. В программы серии GAUSSIAN включены базисные наборы орбиталей гауссового типа с различным числом функций, аппроксимирующих атомные орбитали.

Результаты расчета КХХ свободных оптимизированных молекул ОС приведены в табл. 3. Рассчитаны энергии граничных орбиталей (НСМО, ВЗМО), характеризующие соответственно сродство к электрону (акцепторные свойства) и потенциал ионизации молекулы (её электронодонорные свойства); ширина запрещенной зоны $\Delta E = E(\text{НСМО}) - E(\text{ВЗМО})$; абсолютные величины зарядов на атоме О; сумма зарядов по Малликену на всех атомах углерода; дипольные моменты ОС12...ОС17.

Для нахождения корреляции параметров электронной структуры исследованных ОС с их экспериментально измеренными ЭИКД и ЭИНД использовали программу статистической обработки

данных, написанную на Quick Basic. Вычисляли стандартные коэффициенты корреляции (r_z , r_h) КХХ с ЭИКД и ЭИНД исследованных ОС, которые представлены в табл. 4. Значимыми, т. е. указывающими на наличие корреляции, считали $|r| \geq 75 \dots 85\%$.

Таблица 3

Значения квантово-химических характеристик ОС – производных фенил-1,4-бензохинона, оптимизированных по методам МПДП и ОХФ

ОС	Заряд на атоме О, e	$\Sigma_{i=1}^6 Q(C_i)$, e	$\Sigma_{j=1}^6 Q(C_j)$, e	Е (ВЗМО), а. е. э.	Е (НСМО), а. е. э.	ΔE , а. е. э.	Дипольный момент молекулы, Д
МПДП							
ОС12	-0,310	0,030	-0,080	-0,342	-0,059	0,283	0,399
ОС13	-0,317	0,047	-0,080	-0,339	-0,057	0,282	0,000
ОС14	-0,306	0,096	-0,019	-0,349	-0,064	0,285	0,349
ОС15	-0,303	0,031	0,049	-0,372	-0,075	0,297	1,830
ОС16	-0,279	0,068	0,125	-0,349	-0,071	0,278	0,916
ОС17	-0,278	0,074	0,136	-0,348	-0,071	0,277	0,625
ОХФ							
ОС12	-0,207	0,024	-0,054	-0,258	0,140	0,398	0,422
ОС13	-0,211	0,059	0,052	-0,257	0,137	0,394	0,000
ОС14	-0,203	0,065	0,045	-0,244	0,135	0,379	1,405
ОС15	-0,203	0,067	0,225	-0,271	0,125	0,396	3,943
ОС16	-0,194	0,028	-0,052	-0,268	0,124	0,392	2,506
ОС17	-0,194	0,030	-0,057	-0,260	0,124	0,384	0,631

Таблица 4

Коэффициенты корреляции ингибирующих СРБ-инициированную коррозию и наводороживание эффектов с квантово-химическими характеристиками оптимизированных ОС – производных фенил-1,4-бензохинона по методу МПДП

ОС	Z_k в присутствии ОС в концентрации, мМоль·л ⁻¹			Z_h в присутствии ОС в концентрации, мМоль·л ⁻¹		
	1	2	5	1	2	5
	ЭИКД, %			ЭИНД, %		
ОС12	41	61	66	14	20	27
ОС13	55	82	84	17	25	27
ОС14	89	95	99	24	26	32
ОС15	15	31	41	2	6	19
ОС16	26	56	60	9	20	25
ОС17	26	55	59	4	12	21
МПДП						
	r_z , %			r_h , %		
Е(ВЗМО)	47	70	64	60	81	64
Е(НСМО)	62	72	70	75	78	71
ΔЕ	-13	-40	-33	-21	-51	-31
$\Sigma_{i=1}^6 Q(C_i)$	56	59	59	-47	46	51
Дипольный момент	-68	-86	-82	-80	-94	-81
Заряд на атоме О	-50	-39	-43	-56	-37	-43
$\Sigma_{i=1}^6 Q(C_i)$	-57	-51	-53	-66	-52	-56

Расчеты величин Е(НСМО) хорошо коррелируют с защитным действием оптимизированных молекул производных фенил-1,4-бензохинона при наводороживании стали 71...78%, что напрямую характеризует их акцепторные свойства при взаимодействии с поверхностью стали, а также способность к восстановительным реакциям. Корреляция между рассчитанными величинами дипольного момента производных фенил-1,4-бензохинона и экспериментально определенным их защитным действием при коррозии и наводороживании стали характеризует явную зависимость Z_k и Z_h от полярности молекул: чем более полярны молекулы данных соединений, тем сильнее их адсорбционное взаимодействие с поверхностью стали и

тем эффективнее защита как от коррозии, так и от абсорбции катодно выделяющегося водорода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Решетников С.М. Ингибиторы кислотной коррозии металлов. Л.: Химия, 1986. – 144 с.
2. Экологические основы защиты от биоповреждений; под ред. Ильичев В.Б., Бочаров Б.В., Горленко М.В. – М.: Наука, 1985. – 264 с.
3. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 376 с.
4. Белоглазов С.М. Наводороживание стали при электрохимических процессах. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1975. – 410 с.
5. Белоглазов С.М. Электрохимический водород и металлы. Поведение, борьба с охрупчиванием: Монография. Калининград: Изд-во КГУ, 2004. – 321 с.
6. Beloglazov G.S. Modelling of adsorption of molecules of organic substances acting as inhibitors of corrosion and hydrogen absorption by metals using quantum chemistry // Mathematical Physics and its Applications: 2nd International Conf. Samara. – 2010. – P. 350 – 351.
7. Белоглазов Г.С., Белоглазов С.М. Экспериментальное и квантово-химическое исследование адсорбции и защитного действия ингибиторов коррозии и наводороживания металлов // Инновации в науке и образовании - 2010: Тез. докл. междунар. науч. конф. – Калининград. – 2010. – С. 297 – 299.
8. Gaussian 94 // Revision E3 / M.J. Frisch, G.W. Trucks e.a., Gaussian, Inc., Pittsburgh P.A. 1995.

ВЛИЯНИЕ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЁР ХИБИНСКОГО ГОРНОГО МАССИВА

Югай В.С.¹, Даувальтер В.А.^{1,2} (*¹Апатиты, Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, 555samuray555@mail.ru, ²Апатиты, Апатитский филиал МГТУ, кафедра геоэкологии*)

3 sediment samples from lake Bolshoy Vudjavr and 1 sample from lake Malyi Vudjavr have been collected for studying of sediment grain size composition, spatial grain size distribution and heavy metals (Cu, Ni, Zn, Fe) concentrations. Lake Bolshoy Vudjavr is polluted by waters from mines and factories. Lake Malyi Vudjavr have been taken as lake that is not subjected to human impact.

Разработка Хибинского горного массива началась ещё в 30-х годах XX века, когда здесь были обнаружены крупнейшие в мире апатитонепелиновые месторождения с огромными запасами фосфорного сырья [1]. На берегу оз.Б.Вудъявр началась переработка апатитовой руды на апатитонепелиновой обогатительной фабрике № 1 (АНОФ-1). Деятельность фосфорного и кислородного заводов повлияла на химический состав воды р. Юкспоррйок и далее на оз.Б.Вудъявр, в которое она впадает [1]. Результатом промышленной деятельности стало не только увеличение концентраций загрязняющих веществ но так же и повышение в воде количества взвешенных частиц различно размера, привносимых как с рудничными водами так и посредством аэротехногенного загрязнения (пыление хвостохранилищ, рудников, образование пыли после взрывов).

Донные отложения (ДО) – среда обитания и источник питания многих пресноводных организмов. Загрязняющие вещества аккумулируются ДО, а затем в результате жизнедеятельности попадают в водные организмы [2]. Важной характеристикой водоёма является гранулометрический состав ДО [3, 4]. Существует тесная положительная корреляция между количеством мелкодисперсной фракции и концентрациями микроэлементов [3]. Мелкие частички ДО являются отличным адсорбентом загрязняющих веществ [3, 4, 5]. Гранулометрический анализ оз. Б.Вудъявр позволил проследить

распределение частиц в зависимости от источника их поступления. Для сравнения будет рассматриваться состояние оз.М.Вудъявр, которое не испытывает прямого антропогенного воздействия.

Для получения данных по механическому составу была выбран метод средние пробы, осуществляемый с помощью пипетки. Данный метод широко применяем в почвоведении.

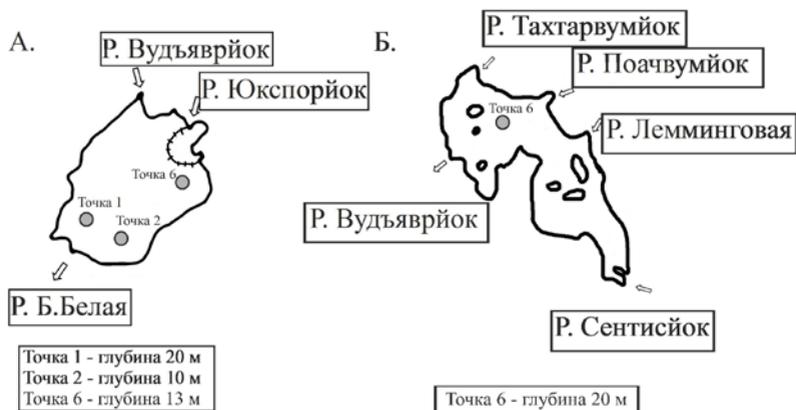


Рис. 1. Схемы точек отбора проб: А. - оз. Большой Вудъявр; Б. - оз. Малый Вудъявр

Объекты исследований

Озёра Большой и Малый Вудъявр располагаются в южной части Хибинского горного массива. Оз.Б.Вудъявр является самым крупным внутренним водоёмом Хибин [1]. Оно относится к классу небольших озёр (1-10 км²). Со всех сторон, кроме южной, озеро окружено горами. Единственной рекой, вытекающей из оз.Б.Вудъявр является река Большая Белая, впадающая в губу Белую оз. Имандра. Питание озера смешанное: за счёт поверхностных и подземных вод и атмосферных осадков [1]. Озеро располагается на 312 м н.у.м. площадь водной поверхности равна 3.9 км², объём воды около 0.0579 км³, наибольшая глубина 37.6 м, длина около 2 км, ширина – около 1.5 км. В озеро впадают реки Саамская, Юкспорйок и Вудъяврйок [1].

Оз.М.Вудъявр расположено к северу от оз.Б.Вудъявр. Озеро относится к классу малых. Его площадь составляет 0.52 км², объём воды – 1484 620 м³, максимальная глубина – 10.5 м [1]. Озеро расположено на 46 м выше оз.Б.Вудъявр – на высоте 357.8 м. В

оз.М.Вудъявр впадают реки Поачвумйок, Тахтарвумйок, Лемминговая, которые функционируют только в летний период. Постоянным питающим источником можно считать ручей Сентисьйок. Из оз.М.Вудъявр вытекает река Вудъяврйок. Береговая линия озера значительно изрезана, имеются четыре острова [1].

Для отбора проб были выбраны точки 1 (глубина 20 м), 2 (глубина 10 м) и 6 (глубина 13 м) на оз.Б.Вудъявр (рис. 1). ДО, отобранные в точке 6 наиболее хорошо отражают воздействие на озеро горнопромышленной деятельности, т.к. эта станция отбора располагается непосредственно рядом с дамбой. На южном берегу оз.Б.Вудъявр (точка отбора 2) располагается ныне не действующая АНОФ-1. Точка отбора 1 располагается у стока с озера. На оз.М.Вудъявр отбор проб был осуществлён в точке 6 (глубина 5 м).

Методы

Отбор проб на оз.Б.Вудъявр был произведён 7.07.2010 и 14.07.2010 на оз.М.Вудъявр дночерпателем системы Экмана (площадь захвата грунта 250 см²). Далее пробы переносились в полиэтиленовые вёдра, в которых транспортировались в лабораторию, где до анализа находились в прохладном тёмном месте.

Отбиралась подпроба ДО, достаточная для анализа. Далее она переносилась в кристаллизатор и подвергалась выпариванию при 50-60 °С в сушильном шкафу, периодически помешиваясь. После высушивания пробы накрывались фильтровальной бумагой и им давали постоять ночь при комнатной температуре и влажности. Далее определялось содержание гигроскопической влажности и плотность твёрдой фазы ДО в соответствии с методом, описанным в [6]. После этого производилась подготовка пробы ДО к гранулометрическому анализу и сам анализ в соответствии с [6, 7, 8]. Для исследования гранулометрического состава был выбран анализ пипет-методом. Данный метод широко распространён в почвоведении. Метод основан на различии скоростей оседания частиц разного размера в жидкости (воде).

Подготовка проб к анализу и определение концентраций загрязняющих веществ было произведено по методике, используемой в Институте проблем промышленной экологии Севера (ИППЭС) КНЦ РАН [1, 9]. Концентрации ТМ определялись из тех же проб ДО, из которых отбирались средние пробы для исследования гранулометрического состава. Содержание ТМ производилось методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии.

Результаты

В соответствии с классификацией, основанной на количестве частиц <0.01 мм и приведённой в [3, 10], результаты анализа позволили классифицировать ДО оз.Б.Вудъявр т. 1 как ил, т. 2 – как глинистый ил, т. 6 – как песчаный ил. ДО оз.М.Вудъявр в соответствии с вышеупомянутой классификацией так же были

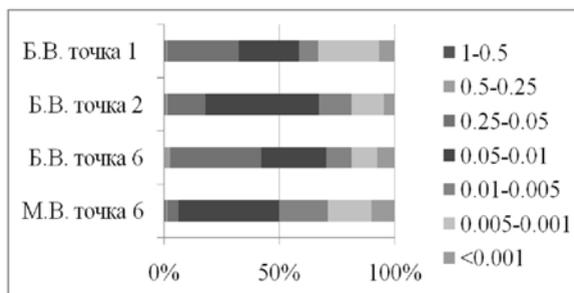


Рис. 2. Процентное содержание фракций в ДО исследованных озёр

отнесены к фракции ила. Наибольшее содержание крупных (1 – 0.25 мм) частиц в оз. Б.Вудъявр было обнаружено в ДО точки 6 (рис. 2). Наибольшее содержание мелких частиц (<0.005 мм) обнаружено в ДО точки 1.

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее мелкие частицы, поступающие в озеро, накапливаются у стока, а крупные оседают рядом с местом поступления. Это можно объяснить большой подвижностью частиц малого размера по сравнению с крупными [3]. В оз.М.Вудъявр частицы размером 0.05-0.01 мм составили около 40 %, в то время как сумма частиц <0.01 мм составила 46 %.

Необходимо так же упомянуть так называемый «эффект воронки» [3]. Согласно этому эффекту наиболее мелкие частицы оседают в местах с наибольшей глубиной. В случае оз.Б.Вудъявр наблюдается некоторое отклонение от этой закономерности: в точке 6, расположенной наиболее близко по отношению к дамбе, глубина составила 13 м. Это на 3 м больше по сравнению с глубиной в точке 2 (10 м). Согласно описанному эффекту содержание мелкодисперсных

частиц, при сравнении ДО из этих точек, должно было достигать бóльших значений в точке 6, но этого не наблюдалось. Возможное тому объяснение – упомянутое ранее поступление большого количества взвешенных частиц из дамбы и осаждение крупных частиц в непосредственной близости от источника поступления. В то время как частицы меньшего размера ввиду своих свойств и особенностей внутренних течений озера перемещались на довольно большие расстояния.

Судя по полученным концентрациям металлов (таблица) можно сказать, что самое высокое содержание меди, никеля и железа принадлежит ДО точки 1 оз.Б.Вудъявр, т.е. точке с наибольшим содержанием частиц < 0.01 мм. Максимальная концентрация цинка обнаружена в точке 2, где преобладали частицы размером 0.05 – 0.01 мм. Наименьшие по этому озеру концентрации всех исследованных элементов обнаружены в точке 6. Концентрации меди в точке 6 оз.М.Вудъявр в 3 раза меньше, чем в точке 6 оз.Б.Вудъявр, концентрации никеля и железа – меньше более чем в 2 раза.

Таблица. Концентрации металлов в донных отложениях озёр в точках отбора проб

Точка отбора пробы	Концентрация металлов, мкг/г сухого веса			
	Cu	Ni	Zn	Fe
Б.Вудъявр, ст. 1	120	93.7	179	31327
Б.Вудъявр ст. 2	96.6	44.7	201	27111
Б. Вудъявр ст. 6	92.8	31.2	136	22448
М.Вудъявр ст. 6	30.3	14	125	10363

Самая неблагоприятная обстановка наблюдается в зоне точки 1 оз.Б.Вудъявр, так как наиболее опасными с точки зрения вторичного загрязнения водоёмов и биологической доступности являются частицы малого размера [9].

Что же касается оз.М.Вудъявр, при достаточно высоком содержании частиц <0.01 мм (46 %) озеро не отличается большими

концентрациями исследованных элементов. Этот факт можно объяснить отсутствием прямого антропогенного воздействия на озеро.

Выводы

В результате выполненной работы можно сделать следующие выводы:

1) большое содержание мелкодисперсной фракции в ДО точки 1 (оз.Б.Вудъявр) возможно является причиной высоких, по сравнению с другими точками, концентраций ТМ;

2) наиболее опасные, как по причине содержания больших количеств ЗВ так и по причине высокой подвижности, мелкодисперсные частицы ДО ввиду своих свойств (малый вес, низкая скорость оседания) мигрируют от источника поступления в оз.Б.Вудъявр и распределяются по всему озеру; в связи с этим можно заключить, что наиболее экологически опасная обстановка наблюдается в зоне точки 1 (оз.Б.Вудъявр);

3) отмечено отклонение от «эффекта воронки» в точке 6 оз.Б.Вудъявр, что в данном случае свидетельствует об антропогенном воздействии (поступление сточных вод с высоким содержанием взвешенных веществ)

4) в ДО оз.М.Вудъявр обнаружены низкие концентрации исследованных элементов по сравнению с оз. Б. Вудъявр (что можно объяснить отсутствием прямого антропогенного воздействия на озеро), хотя количество мелкодисперсной фракции в ДО этого озера составило 46%.

Литература:

[1] Кашулин Н.А., Денисов Д.Б., Сандимиров С.С., Даувальтер В.А., Кашулина Т.Г., Малиновский Д.Н., Вандыш О.И., Ильяшук Б.П., Кудрявцева Л.П. Антропогенные изменения водных экосистем Хибинского горного массива (Мурманская область) Т.1/Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2008. – 250 с.

[2] Даувальтер В.А. Оценка токсичности металлов, накопленных в донных отложениях озёр // Водные ресурсы. – 2000. Т. 27, № 4. – С. 469-476

[3] Кашулин Н.А., Даувальтер В.А. Экология внутренних водоёмов Мурманской области. Часть III: донные отложения водоёмов: Учеб. пособие. – Апатиты: Изд. Кольского филиала ПетрГУ, 2010. – 123 с.

[4] Косов В.И., Иванов Г.Н., Левинский В.В. Вестник Исследования загрязнения тяжёлыми металлами донных отложений верхней Волги // ТГТУ. – 2002. №1 (1). – с. 5-9.

[5] Roach A.C. Assessment of metals in sediments from Lake Macquarie, New South Wales, Australia, using normalisation models and sediment quality guidelines // Marine Environmental Research – 2005, 59, – P. 453–472.

[6] Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. В12 Методы исследования физических свойств почв. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с., ил. – (Учебники и учебные пособия для высш. учеб. заведений)

[7] Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения / Москва: Изд. Академии Наук СССР, 1985. – 192 с.

[8] Государственный стандарт союза ССР Грунты Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава ГОСТ 12536-79.

[9] Даувальтер В.А. Исследование физического и химического состава донных отложений при оценке экологического состояния водоёмов : учеб. пособие по дисциплине «Геохимия окружающей среды» для направления 511100 «Экология и природопользование» и специальности 013600 «Геоэкология». – Мурманск: Изд. МГТУ, 2006. – 84 с.

[10] Давыдов Л.К., Дмитриева А.А., Конкина Н.Г. Обща гидрология. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Союзполиграфпрома, 1973. – 455 с.